

5. ETUDE DE DANGERS

Parc éolien EOLIENNES DU TREFLE

Janvier 2017

Communes de Berteaucourt-lès-Thennes et Thézy-Glimont
Département de la Somme (80)



H2air
29, rue des Trois Cailloux
80000 AMIENS
www.h2air.fr



ALISE Environnement
102, rue du bois Tison
76160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL
www.alise-environnement.fr





L'Etude de dangers a été coordonnée et réalisée par :

ALISE Environnement
102 rue du Bois Tison
76160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL
Intervenant : Thierry TRIQUET

H2air SAS
29 rue des 3 Cailloux
80000 AMIENS
Intervenants : Philippe GAUQUELIN, Daniel VOJNITS, Fanny CHEF

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 - INTRODUCTION.....	7
1 - OBJET DE L'ETUDE DE DANGERS.....	9
2 - CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE.....	9
3 - REFERENCE NOMENCLATURE ICPE.....	10
4 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS.....	10
CHAPITRE 2 – LOCALISATION DU SITE.....	11
1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	13
2 - SITUATION ADMINISTRATIVE.....	13
3 - COORDONNEES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON.....	13
4 - DEFINITION DES AIRES D'ETUDE.....	13
CHAPITRE 3 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	17
1 - ENVIRONNEMENT NATUREL.....	19
1.1 - Contexte climatique.....	19
1.1.1 - Températures.....	19
1.1.2 - Pluviométrie.....	19
1.1.3 - Gel.....	20
1.1.4 - Orages.....	20
1.2 - Potentiel éolien.....	20
1.2.1 - Schéma régional Eolien.....	20
1.2.2 - Potentiel éolien de la zone d'implantation potentiel.....	21
1.3 - Risques majeurs.....	21
1.3.1 - Risques liés à la géologie et à la géotechnique.....	21
1.3.2 - Risques d'inondations.....	22
1.3.3 - Risques sismiques.....	24
1.3.4 - Risques d'incendie.....	25
1.3.5 - Risques météorologiques.....	25
1.3.6 - Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRn).....	25
1.3.7 - Synthèse.....	26
2 - ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE.....	28
2.1 - Zones urbanisées et urbanisables.....	28
2.1.1 - Population.....	28
2.1.2 - Habitat.....	28
2.2 - Documents d'urbanisme.....	28
2.3 - Les établissements sensibles et les établissements recevant du public au niveau de l'aire d'étude rapprochée.....	28
2.3.1 - Etablissements sensibles.....	28



2.3.2 - Etablissements Recevant du Public (E.R.P.) au niveau de l'aire d'étude rapprochée	29	4 - FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	51
2.4 - Activités	29	4.1 - Réseaux électriques	51
2.5 - Réseaux de transports	29	4.1.1 - Réseau inter-éolien	51
2.5.1 - Réseaux routiers	29	4.1.2 - Poste de livraison	51
2.5.2 - Voie ferrée	30	4.1.3 - Réseau électrique externe	51
2.5.3 - Autres infrastructures	30	4.2 - Autres réseaux	51
2.6 - Réseaux	30	4.2.1 - Réseaux d'eau	51
2.6.1 - Réseau d'alimentation en eau potable	30	4.2.2 - Réseaux d'hydrocarbures	51
2.6.2 - Réseau d'assainissement	30		
2.6.3 - Réseau électrique	30	CHAPITRE 5 – IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION	53
2.6.4 - Canalisation de gaz	30	5 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	55
2.6.5 - Pipeline d'hydrocarbures	31	5.1 - Inventaire des produits	55
2.6.6 - Réseau de télécommunication	31	5.2 - Danger des produits	55
2.6.7 - Téléphonie mobile	31	5.2.1 - Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie	55
2.7 - Servitudes et protections applicables	31	5.2.2 - Toxicité pour l'homme	55
2.7.1 - Servitudes électriques	31	5.2.3 - Dangereux pour l'environnement	55
2.7.2 - Servitudes relatives aux canalisations de gaz	31	5.3 - Conclusion	55
2.7.3 - Servitudes relatives aux canalisations d'hydrocarbures	31		
2.7.4 - Servitudes radioélectriques	31	6 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	55
2.7.5 - Servitudes concernant les lignes téléphoniques	31	7 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER A LA SOURCE	56
2.7.6 - Servitudes aéronautiques	32	7.1 - Principales actions préventives	56
2.7.7 - Servitudes de Météo-France	32	7.1.1 - Choix de l'emplacement des installations	56
2.7.8 - Servitudes de protection de captage	33	7.1.2 - Réduction des potentiels de dangers liés aux produits	56
2.7.9 - Servitudes relatives aux chemins de fer	33	7.1.3 - Réduction des potentiels de dangers liés au fonctionnement	56
2.7.10 - Autres servitudes	33	7.2 - Utilisation des meilleures techniques disponibles	57
2.8 - Risques technologiques	33		
2.8.1 - Etablissements classés SEVESO 2	33	CHAPITRE 6 – ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	59
2.8.2 - Installations classées pour la protection de l'environnement	34	1 - INTRODUCTION	61
2.8.3 - Le transport de matières et de marchandises dangereuses	35	2 - INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	61
2.8.4 - Risque nucléaire	35	2.1 - Bases de données consultées	61
		2.2 - Inventaires des accidents en France	61
3 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE	40	3 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	68
3.1 - Nombre d'équivalent personnes permanentes, cas généraux	40	4 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	68
3.2 - Nombre d'équivalent personnes permanentes, cas particuliers	40	5 - SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	69
3.3 - Cartographie	40	5.1 - Analyse de l'évolution des accidents en France	69
		5.2 - Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents	69
CHAPITRE 4 – ACTIVITE DE L'INSTALLATION	43	5.3 - Limites d'utilisation de l'accidentologie	69
1 - NATURE DES ACTIVITES	45		
2 - CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	45	CHAPITRE 7 – ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)	71
2.1 - Caractéristiques générales d'un parc éolien	45	1 - OBJECTIFS DE L'APR	73
2.2 - Eléments constitutifs d'un aérogénérateur	45	2 - RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	73
2.2.1 - Emprise au sol	45	3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	73
2.2.2 - Chemins d'accès	46	3.1 - Agression externes liées aux activités humaines	73
2.3 - Activité de l'installation	46	3.1.1 - Danger lié aux voies de circulation	74
2.4 - Composition de l'installation	46		
3 - FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	48		
3.1 - Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur	48		
3.2 - Sécurité des installations	49		
3.2.1 - Réglementation en matière de sécurité des éoliennes	49		
3.2.2 - Principaux systèmes de sécurité	49		
3.3 - Opérations de maintenance de l'installation	50		
3.4 - Stockage et flux de produits dangereux	50		



3.1.2 - Danger lié aux aérodromes	74
3.1.3 - Danger lié à la ligne électrique	74
3.1.4 - Danger lié aux autres aérogénérateurs	74
3.2 - Agressions externes liées aux phénomènes naturels	75
4 - SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	75
5 - EFFETS DOMINOS	78
6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	78
7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	82
CHAPITRE 8 – ETUDE DETAILLEE DES RISQUES (EDR)	83
1 - RAPPEL DES DEFINITIONS	85
1.1 - Cinétique	85
1.2 - Intensité	85
1.3 - Gravité	85
1.4 - Probabilité	86
2 - CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	87
2.1 - Effondrement de l'éolienne	87
2.1.1 - Zone d'effet	87
2.1.2 - Intensité	87
2.1.3 - Gravité	87
2.1.4 - Probabilité	88
2.1.5 - Acceptabilité	89
2.2 - Chute de glace	89
2.2.1 - Considérations générales	89
2.2.2 - Zone d'effet	89
2.2.3 - Intensité	89
2.2.4 - Gravité	89
2.2.5 - Probabilité	90
2.2.6 - Acceptabilité	90
2.3 - Chute d'éléments de l'éolienne	90
2.3.1 - Zone d'effet	90
2.3.2 - Intensité	90
2.3.3 - Gravité	90
2.3.4 - Probabilité	91
2.3.5 - Acceptabilité	91
2.4 - Projection de pales ou de fragments de pales	91
2.4.1 - Zone d'effet	91
2.4.2 - Intensité	91
2.4.3 - Gravité	91
2.4.4 - Probabilité	92
2.4.5 - Acceptabilité	93
2.5 - Projection de glace	93
2.5.1 - Zone d'effet	93
2.5.2 - Intensité	93
2.5.3 - Gravité	94
2.5.4 - Probabilité	95
2.5.5 - Acceptabilité	95
2.6 - Etude balistique	101

3 - SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	103
3.1 - Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	103
3.2 - Synthèse de l'acceptabilité des risques	103
CHAPITRE 9 - MOYENS D'INTERVENTIONS ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES DES DANGERS	105
1 - MOYENS INTERNES	107
1.1 - Organisation en cas de dysfonctionnement	107
1.2 - Moyens matériels	107
1.3 - Moyens humains	107
2 - MOYENS EXTERNES	107
CHAPITRE 10 - CONCLUSION	109
CHAPITRE 11 – ANNEXES A L'ETUDE DE DANGERS	113
1 - ANNEXE 1A : METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE	116
1.1 - Terrains non bâtis	116
1.2 - Voies de circulation	116
1.2.1 - Voies de circulation automobiles	116
1.2.2 - Voies ferroviaires	116
1.2.3 - Voies navigables	116
1.2.4 - Chemins et voies piétonnes	116
1.3 - Logements	116
1.4 - Etablissements recevant du public (ERP)	116
1.5 - Zones d'activités	117
2 - ANNEXE 1B : Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles applicables aux études de dangers - Fiche 1 : Eléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers	117
3 - ANNEXE 2 : TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANCAISE	118
4 - ANNEXE 3 : SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	124
4.1 - Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)	124
4.1.1 - Scénario G01	124
4.1.2 - Scénario G02	124
4.2 - Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)	124
4.3 - Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)	124
4.3.1 - Scénario F01	125
4.3.2 - Scénario F02	125
4.4 - Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)	125
4.5 - Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)	125
4.5.1 - Scénario P01	125
4.5.2 - Scénario P02	125
4.5.3 - Scénarios P03	125
4.6 - Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)	125
5 - ANNEXE 4 : PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL	126
6 - ANNEXE 5 : GLOSSAIRE	127



7 - ANNEXE 6 : BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES	129
8 - ANNEXE 7 : CALENDRIER DU BALL-TRAP DE THÉZY-GLIMONT	130
9 - ANNEXE 8 : NOTE DE PRESENTATION - ARTICLE 24 DU DECRET N°2011-1697 DU 1ER DECEMBRE 2011 CONSOLIDE ET ARTICLE L. 323-11 DU CODE DE L'ÉNERGIE.....	132
10 - ANNEXE 9 : REGLEMENT TECHNIQUES ET REGLES DE SECURITE POUR LE BALL-TRAP DE LA FEDERATION FRANÇAISE DE BALL-TRAP	133
11 - ANNEXE 10 : ETUDE BALISTIQUE	134
12 - ANNEXE 11 : GENERAL SPECIFICATION VESTAS ICE DETECTION (VID)	135



Chapitre 1 - INTRODUCTION





1 - OBJET DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par H2air pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien « Eoliennes du Trèfle », autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

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

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

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

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

La présente étude de dangers a été réalisée par Monsieur Thierry Triquet, du bureau d'études ALISE, expérimenté également dans des dossiers ICPE d'autres ouvrages, en collaboration avec l'équipe de H2air pour les données de calculs. Les méthodes de calcul de danger sont celles du GUIDE TECHNIQUE « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens », validé en juin 2012 par la Direction Générale de Prévention des Risques (DGPR). Les éléments de ce guide ont été pris en compte dans la présente étude.

2 - CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation [référence 10 en annexe 6] 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 d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'environnement :

- ⇒ description de l'environnement et du voisinage ;
- ⇒ description des installations et de leur fonctionnement ;
- ⇒ identification et caractérisation des potentiels de danger ;
- ⇒ estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- ⇒ réduction des potentiels de 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 de 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.

3 - REFERENCE NOMENCLATURE ICPE

Au titre de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, le projet est concerné par la rubrique ci-dessous. Conformément à l'annexe de 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 :

Rubrique	Désignation de l'activité	Régime	Rayon d'affichage	Caractéristiques de l'installation
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs 1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m	A*	6 km	6 éoliennes Vestas V117 de 150 m (mât de 91,5 m)

*A : autorisation D : déclaration

Tableau 1 : Rubriques de la nomenclature des I.C.P.E.

Le parc « Eoliennes du Trèfle » comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m. Cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la

protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation unique.

Le rayon d'affichage est de 6,0 km. Il permet de définir le périmètre à l'intérieur duquel l'affichage de l'avis d'enquête publique est obligatoire.

Les communes concernées sont situées dans le département de la Somme :

❖ Zone d'implantation :

Département	Communes	N°INSEE
Somme	Thézy-Glimont	80752
Somme	Berteaucourt-lès-Thennes	80094

❖ Autres communes du rayon d'affichage :

Département	Commune	N° INSEE
Somme	Aubercourt	80035
	Aubigny	80036
	Blangy-Tronville	80107
	Boves	80131
	Cachy	80159
	Cottenchy	80213
	Demuin	80237
	Domart-Sur-La-Luce	80242
	Dommartin	80246
	Fouencamps	80337
	Fouilloy	80338
	Gentelles	80376
	Glisy	80379
	Hailles	80405
	Hangard	80414
	Moreuil	80570
	Morisel	80571
Remiencourt	80668	
Rouvrel	80681	
Thennes	80751	
Villers-aux-Erables	80797	
Villers-Bretonneux	80799	

Tableau 2 : Communes du rayon d'affichage

4 - RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Demandeur	Eoliennes du Trèfle
Forme juridique	Société par Actions Simplifiée à associé unique
Capital	1 000,00 €
Téléphone	03 22 80 01 64
Fax	03 22 72 61 84
Siège social	29 rue des 3 Cailloux 80000 AMIENS
Adresse d'exploitation	29 rue des 3 Cailloux 80000 AMIENS
N° SIRET	798 007 910 00028
N° de registre du commerce	Amiens B 798 007 810
Code APE	3511Z
Signataire de la demande d'autorisation	Roy MAHFOUZ
Qualité	Président
Nationalité	Allemande

Tableau 3 : Renseignements administratifs du demandeur



Chapitre 2 – LOCALISATION DU SITE





1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

La zone d'implantation potentielle retenue est située sur les communes de Thézy-Glimont et Bertheaucourt-lès-Thennes, au sud du département de la Somme, en région Picardie :

Région	Picardie	
Département	Somme	
Arrondissements	Amiens	Montdidier
Canton	Ailly-sur-Noye	Moreuil
Communes	Thézy-Glimont	Bertheaucourt-lès-Thennes
Communes voisines	Boves (80), Domart-sur-la-Luce (80), Fouencamps (80), Gentelles (80), Hailles (80), Thennes (80)	

Tableau 4 : Situation géographique du projet

Les éoliennes seront toutefois implantées uniquement sur le territoire de Thézy-Glimont.

La commune de Bertheaucourt-lès-Thennes appartient à la **Communauté de communes Avre Luce Moreuil**. Celle de Thézy-Glimont appartient à la **Communauté d'agglomération Amiens Métropole**.

Le tableau suivant présente les distances à vol d'oiseau entre ces communes et les principales villes du secteur (en termes de population) :

Commune	Distance
Roye (80)	27 km
Montdidier (80)	21 km
Amiens (80)	10 km

Tableau 5 : Principales villes du secteur et distance par rapport au projet

La figure page suivante présente la localisation du site du projet sur la carte I.G.N. au 1/25 000.

2 - SITUATION ADMINISTRATIVE

Les éoliennes sont concernées par les parcelles cadastrales suivantes :

Eolienne	Parcelle cadastrale	Commune
E1	ZB 24, ZB 25	Thézy-Glimont
E2	ZB 18	Thézy-Glimont
E3	ZB 16	Thézy-Glimont
E4	ZB 16, ZD 13	Thézy-Glimont
E5	ZB 21	Thézy-Glimont
E6	ZB 31	Thézy-Glimont
PDL1	ZB 18	Thézy-Glimont
PDL2	ZB 21	Thézy-Glimont

* PDL : Poste de livraison

Tableau 6 : Liste des parcelles cadastrales concernées par le projet

3 - COORDONNEES DES EOLIENNES ET DES POSTES DE LIVRAISON

Le tableau suivant présente les coordonnées des éoliennes et des postes de livraison du parc « Eoliennes du Trèfle » :

Eoliennes	Coordonnées						Altitude (en m NGF)	
	Lambert 93		Lambert II étendu		WGS 84		Pied de l'éolienne	Bout de pale
	X	Y	X	Y	X	Y		
E1	659723	6969998	607502	2536780	2°26'26,30"	49°49'39,10"	100 m	250 m
E2	660211	6969936	607992	2536722	2°26'50,71"	49°49'37,21"	105 m	255 m
E3	660661	6969794	608443	2536584	2°27'13,26"	49°49'32,72"	103 m	253 m
E4	660478	6969420	608262	2536207	2°27'04,24"	49°49'20,58"	97 m	247 m
E5	660056	6969596	607840	2536381	2°26'43,10"	49°49'26,17"	90 m	240 m
E6	659582	6969674	607365	2536455	2°26'19,36"	49°49'28,59"	90 m	240 m
PDL1	660235	6969928	608016	2536714	2°26'51,92"	49°49'36,95"	105 m	-
PDL2	660061	6969568	607845	2536353	2°26'43,34"	49°49'25,27"	90 m	-

Tableau 7 : Coordonnées des éoliennes

4 - DEFINITION DES AIRES D'ETUDE

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 2.4 -, page 91.

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

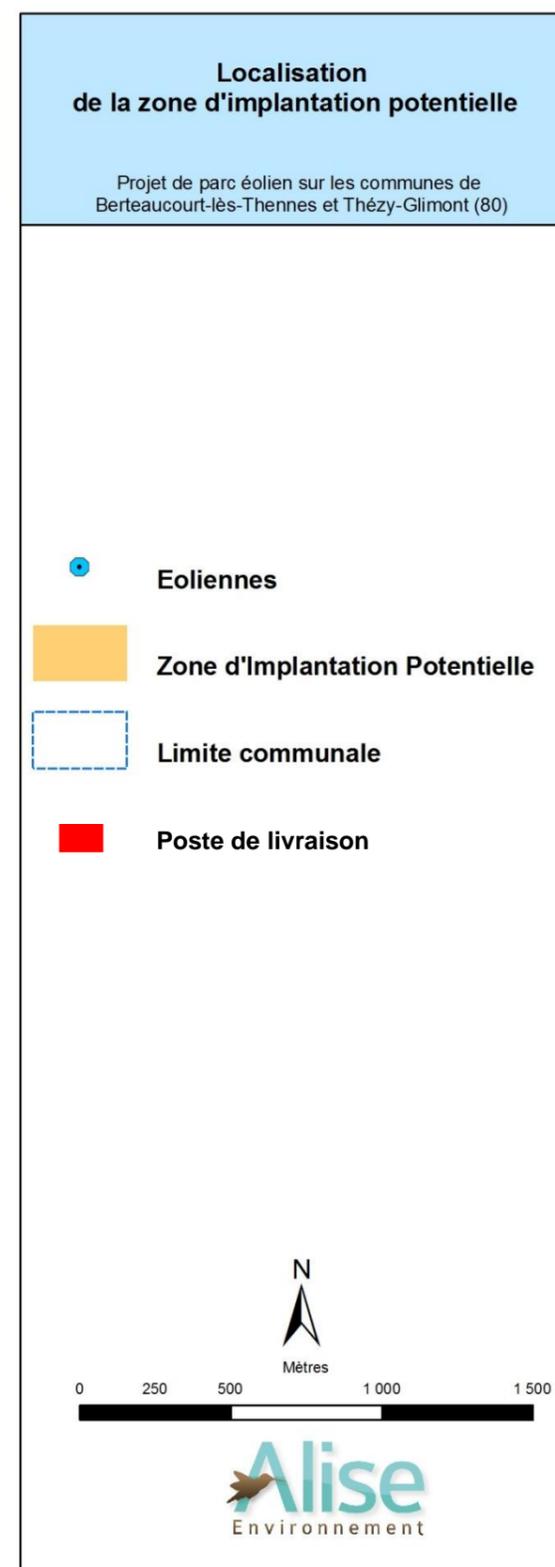
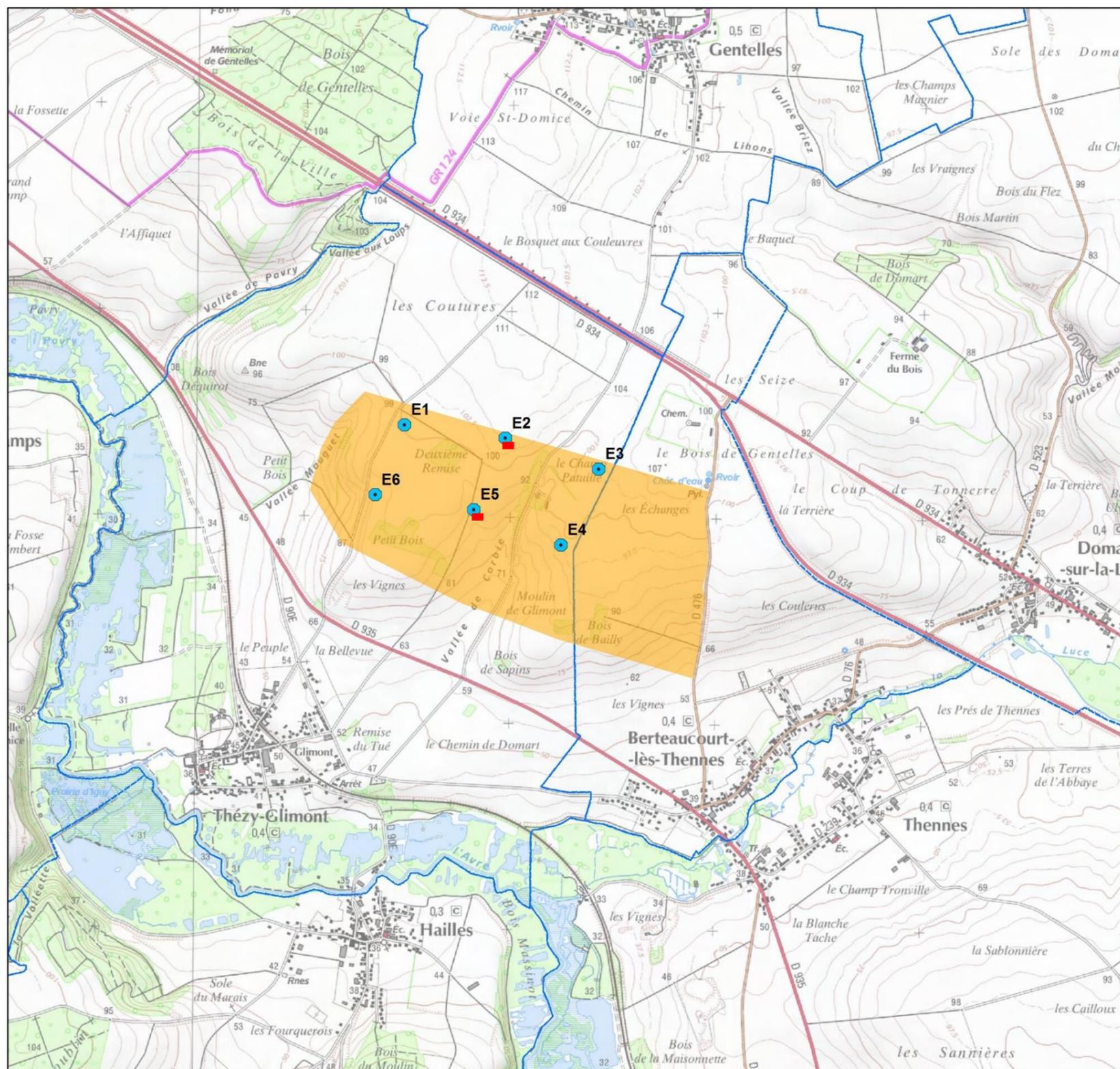


Figure 1 : Situation du projet sur carte I.G.N.

Source : Carte I.G.N. au 1/25 000

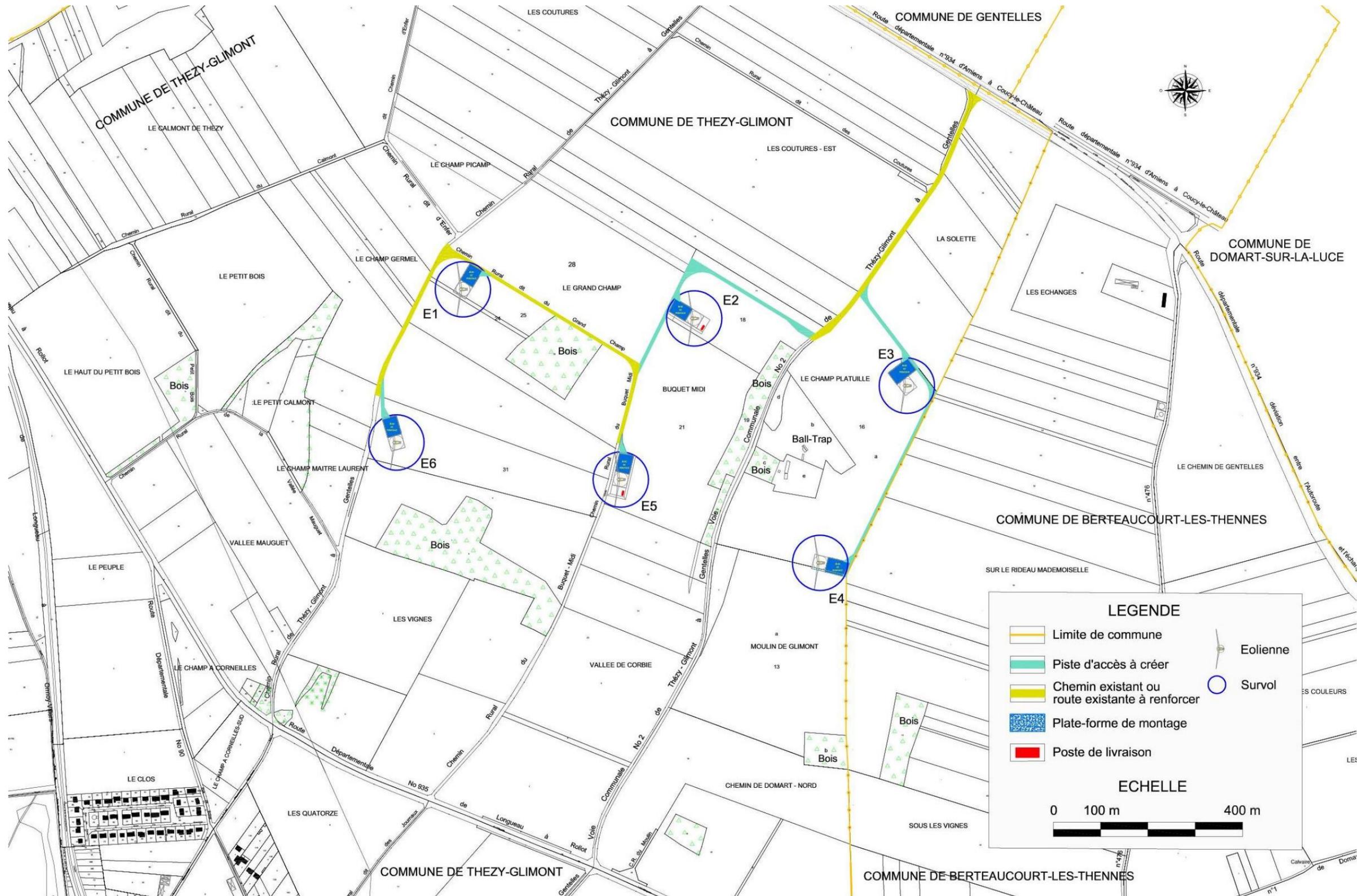


Figure 2 : Plan de situation du projet sur fond cadastral





Chapitre 3 - ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION





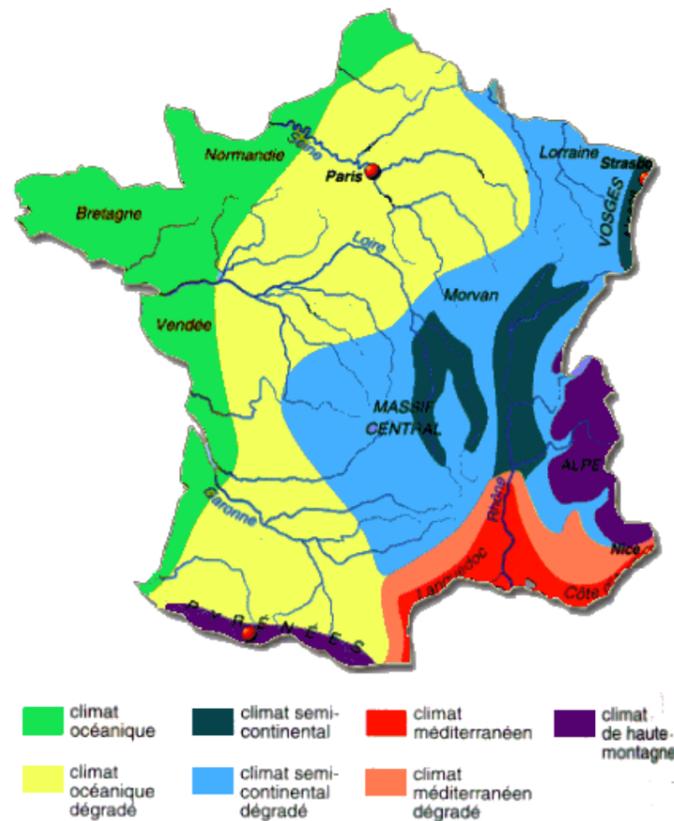
Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans la zone d'étude de l'installation, afin d'identifier les principaux intérêts à protéger (enjeux) et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels).

La description complète du site du projet et de son environnement est présentée dans la partie « Etat initial » de l'Etude d'impact (chapitre 3 – Analyse de l'état initial du site et de son environnement). Une synthèse de cette partie est proposée dans les paragraphes suivants.

1 - ENVIRONNEMENT NATUREL

1.1 - CONTEXTE CLIMATIQUE

Les données climatologiques proviennent de la station météorologique Météo-France d'Amiens-Glisy, station météorologique la plus proche des limites de la Z.I.P. à environ 5,5 km. La région Picardie dans laquelle se situe le projet bénéficie d'un climat océanique à océanique dégradé, caractérisé par des hivers plutôt doux et pluvieux et des étés frais et humides.



1.1.1 - Températures

Le tableau et le graphique suivants indiquent les moyennes mensuelles des températures minimales, moyennes et maximales relevées à la station d'Amiens-Glisy (80) (en °C - période : 1988–2010 - Source : Météo France)

T°	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Max	6,7	7,9	11,5	14,5	18,6	21,2	23,7	24	20,2	15,5	10,1	6,5	15,1
Moyenne	4,2	4,8	7,5	9,6	13,5	16	18,4	18,5	15,3	11,6	7,2	4,0	10,9
Min	1,6	1,7	3,6	4,7	8,4	10,9	13,1	13	10,4	7,7	4,1	1,6	6,8

Tableau 8 : Températures moyennes à la station d'Amiens-Glisy (en °C)
(Source : Météo France)

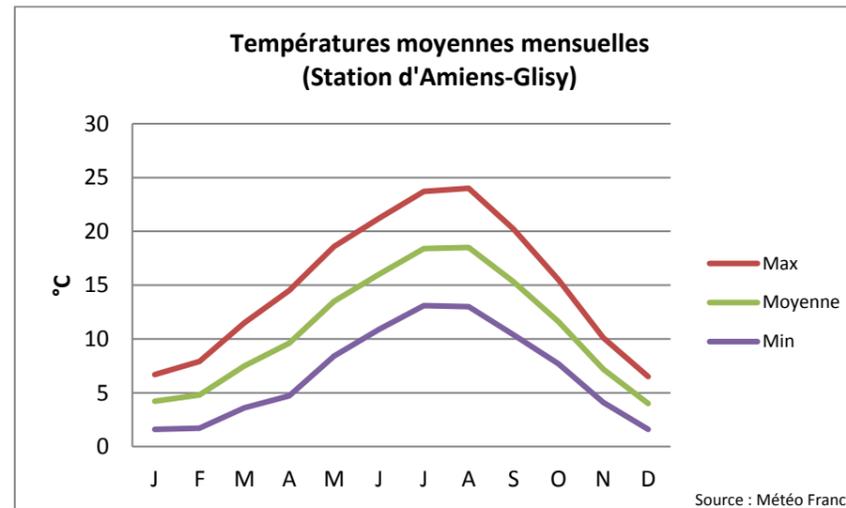


Figure 4 : Températures moyennes mensuelles à la station d'Amiens-Glisy

La température moyenne annuelle est de 10,9°C. L'amplitude thermique est de 14,5°C. La température moyenne la plus basse s'observe en décembre (4,0°C) tandis que la température moyenne la plus élevée s'observe en août (18,5°C).

1.1.2 - Pluviométrie

Le tableau et le graphique ci-après indiquent les moyennes mensuelles des précipitations relevées à la station d'Amiens-Glisy (hauteur de précipitations en mm – période : 1987–2010).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations en mm	47,1	47,1	46,9	44,3	48,4	55,2	61,0	55,6	44,5	59,2	58,2	63,7	631,2

Tableau 9 : Précipitations moyennes mensuelles de la station d'Amiens-Glisy (en mm)
Source : Météo France

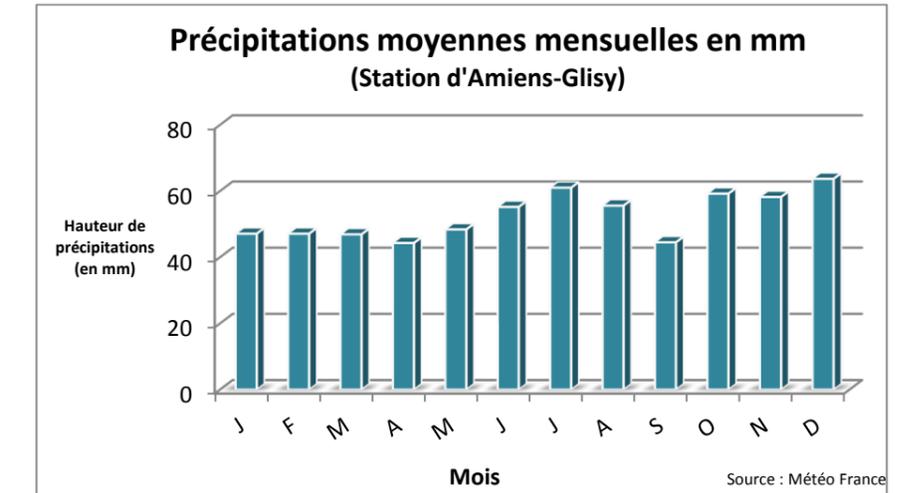


Figure 5 : Précipitations moyennes mensuelles à la station d'Amiens-Glisy

La répartition des précipitations est assez homogène sur l'ensemble de l'année. On note cependant deux maximums en juillet (61,0 mm) et en décembre (63,7 mm). Les mois les plus secs sont ceux d'avril (44,3 mm) et de septembre (44,5 mm).

Le tableau ci-après présente, pour chaque mois de l'année, le nombre de jours de pluie par mois :

Nb de jours de pluie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total année
≥ 1 mm	9,8	9,8	10,6	9,0	9,3	9,0	8,8	8,8	8,3	10,2	11,1	10,7	115,5
≥ 5 mm	3,3	3,2	2,9	3,3	3,2	3,8	4,1	3,7	3,3	3,9	4,0	4,5	43,3

Tableau 10 : Précipitations d'Amiens - Glisy pour la période 1981-2010
Source : Météo France

Il pleut en moyenne près d'un jour sur trois dans l'année. Le nombre de jours avec des pluies notables (dépassant 5 mm) est moyen, avec une fréquence atteignant 12% en moyenne dans l'année.



Météo-France, sur son site <http://pluiesextremes.meteo.fr/>, recense les phénomènes de pluies extrêmes depuis 1958. Sur la période 1958-2014, deux épisodes de fortes pluies dépassant 80 mm en 24h ont été recensés dans une zone de 15 km entourant la station de Grivesnes (95 mm en 24h) et Dury (82,5 mm). De très fortes pluies restent donc exceptionnelles sur la région.

1.1.3 - Gel

Le tableau suivant présente pour chaque mois le nombre de jours de gel ainsi que les records des températures minimales et maximales relevés à la station d'Amiens Glisy (période : 1968 à 2013) :

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T° max absolue en °C	14,9	19,4	22,7	26,5	31,5	36,0	36,0	38,1	32,2	27,8	18,9	17,1	38,1
T° min absolue en °C	-14,6	-12,7	-10,0	-3,9	-1,2	0,1	4,5	5,2	1,1	-5,4	-9,5	-13,5	-14,6
Nombre de jours de gel	11,1	9,7	5,9	3,2	0,1	-	-	-	-	1,5	5,7	11,8	49,0
Nombre de jours avec T° ≤ -5°	2,8	1,7	0,1	-	-	-	-	-	-	0,0	0,7	2,3	7,6

Tableau 11 : Records des températures minimales et maximales, nombres de jours de gel et nombres de jours avec T° ≤ -5°C à la station d'Amiens - Glisy (en °C)

Source : Météo-France

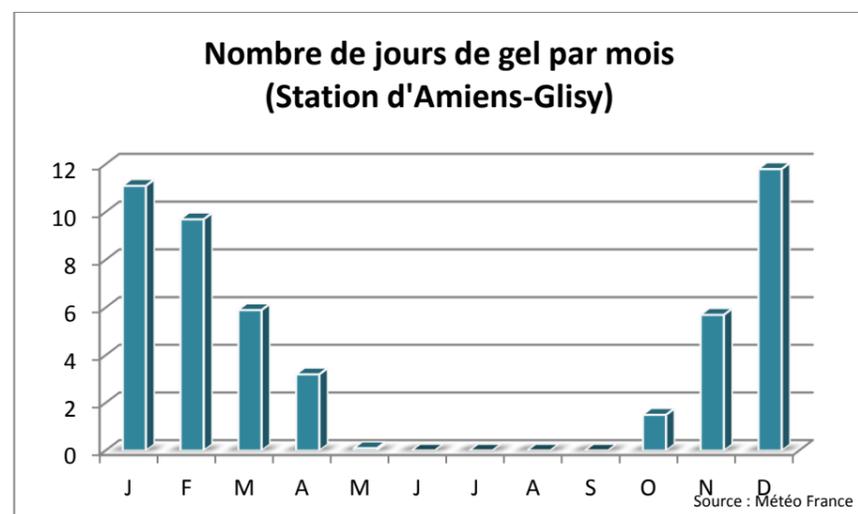


Figure 6: Nombre de jours de gel par mois

Les mois les plus exposés au gel sont janvier, février et décembre avec respectivement 11,1 – 9,7 et 11,8 jours de gel par mois. La période allant de mai à septembre n'est pas concernée par des épisodes de gel.

En moyenne, à la station d'Amiens-Glisy, 49,0 jours de gel par an sont comptabilisés pour la période 1988-2010. Toutefois, le nombre de jours de fortes gelées (températures inférieures à -5°C) est relativement réduit avec 7,6 jours par an.

1.1.4 - Orages

L'activité orageuse est appréciée par la densité d'arcs (Da) qui est le nombre d'arcs de foudre par km² et par an. La moyenne française est de 1,59 arc/km²/an. A titre de comparaison, la commune de France la plus foudroyée est Beauvezer (04) avec une Da de 7,97 arcs/km²/an. La commune la moins foudroyée est Guilvinec (29) avec une Da de 0,06 arc/km²/an.

La densité d'arcs du département de la Somme est de 1,01 arc/km²/an, ce qui est inférieure à la moyenne nationale (1,59 arc/km²/an).

1.2 - POTENTIEL EOLIEN

La France bénéficie d'un potentiel éolien remarquable de par son important linéaire côtier. Elle possède en effet le deuxième potentiel éolien en Europe, après celui du Royaume-Uni. Ce potentiel est estimé à 66 TWh/an sur terre et 90 TWh/an en mer.

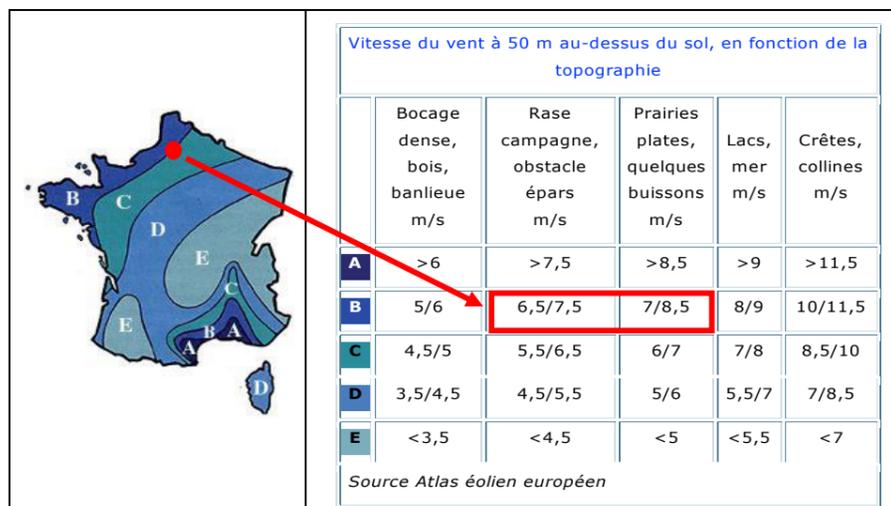


Figure 7 : Potentiel éolien en France

Source : Atlas Européen RISOE

Tableau 12 : Vitesses du vent en France

1.2.1 - Schéma régional Eolien

L'Atlas régional du potentiel éolien de la région Picardie a été publié le 6 juillet 2001 conjointement par la région Picardie, l'ADEME et EDF.

Réalisé à partir de l'analyse des données météorologiques, cet atlas présente le potentiel éolien à 40 m du sol sur l'ensemble de la région.

D'une façon générale, l'étude du potentiel éolien à l'échelle de la région Picardie a mis en évidence que le département de la Somme présentait le meilleur potentiel grâce à son ouverture sur la Manche. Globalement, la partie ouest de la région propose un potentiel éolien suffisant pour l'implantation d'un parc éolien.

Volet annexé au Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE), le Schéma Régional Eolien (SRE) de Picardie a été publié le 14 juin 2012. Il identifie les parties du territoire régional favorables au développement de l'énergie éolienne compte tenu d'une part du potentiel éolien et d'autre part des servitudes, des règles de protection des espaces et du patrimoine naturels et des ensembles paysagers, des contraintes techniques et des orientations régionales

Il apparaît que la Zone d'Implantation Potentielle est située dans un secteur qui présente une vitesse des vents comprise entre 5 et 5,5 m/s à 40 m du sol. Cela correspond à un gisement qui paraît intéressant pour proposer l'implantation d'un parc éolien.

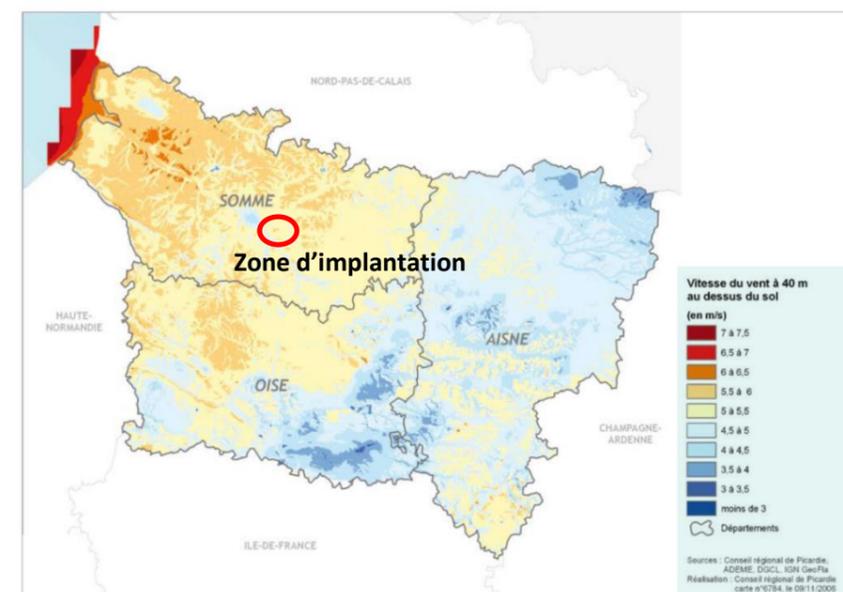


Figure 8 : Potentiel éolien en Picardie à 40m de hauteur

Source : Schéma Régional Eolien de Picardie



1.2.2 - Potentiel éolien de la zone d'implantation potentiel

L'étude préalable menée par H2air fournit quelques renseignements notamment sur le potentiel éolien de la zone et les directions principales du vent. Ainsi, les vents dominants constatés sont de secteur sud-ouest et nord-est comme indiqué sur la rose des vents (cf. Figure 10).

La carte des vents issue de cette étude présente les vitesses de vent au niveau de la zone d'implantation potentielle. A partir de celle-ci, les modélisations prévoient un fonctionnement en pleine charge prévisionnel de 3 200 heures par an.

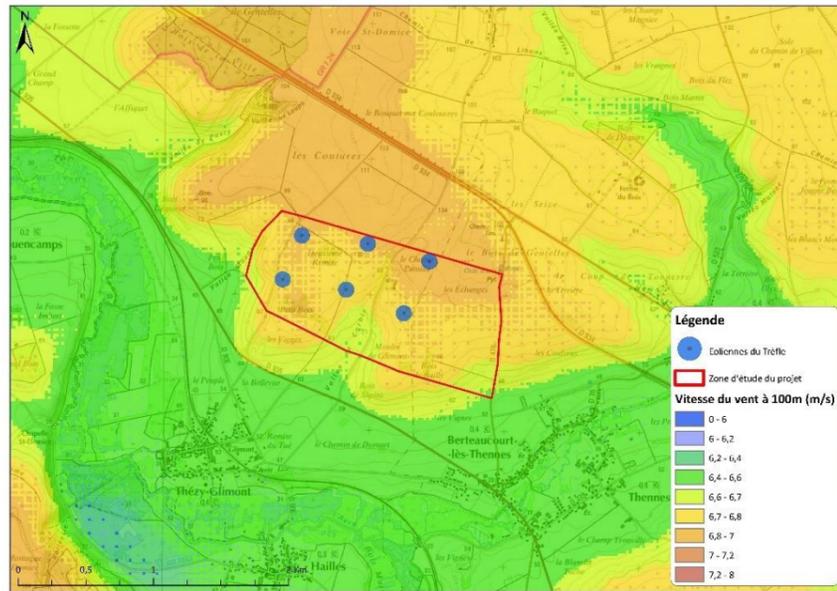


Figure 9 : Cartes de vents, à 100 mètres d'altitude

Source : H2air

On observe sur la carte des vents un maximum de 7,1 m/s à l'ouest de la Z.I.P., et une vitesse de vent de 6,9 m/s sur environ 70% de la superficie du périmètre. Seule la vallée de Corbie présente des vitesses de vents moindres, descendant jusqu'à 6,6 m/s.

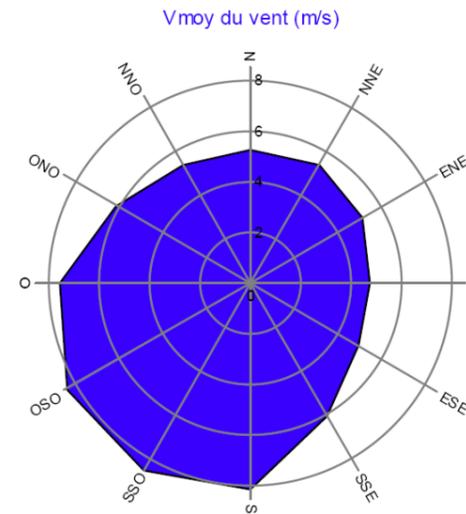


Figure 10 : Rose des vents au niveau de la zone d'implantation potentielle

Source : H2air

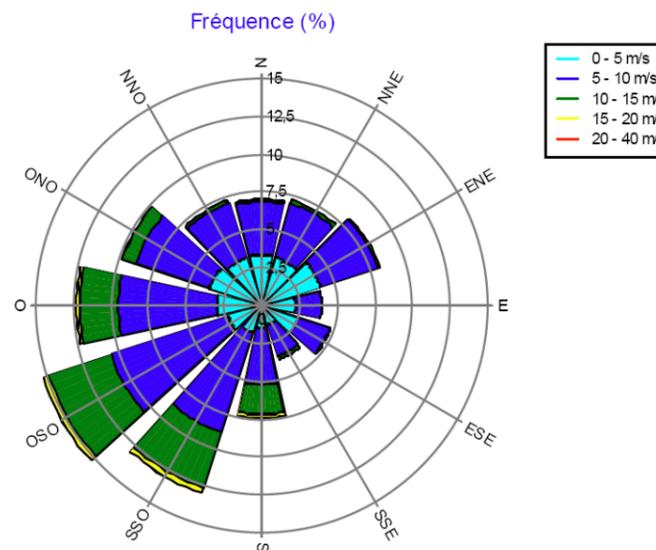


Figure 11 : Fréquence des vents selon leur direction au niveau de la zone d'implantation potentielle

Source : H2air

Pour le parc « Eoliennes du Trèfle », la production annuelle est ainsi estimée à de 50 GWh soit la consommation de plus de 19 800 foyers (hors chauffage).
Cela permettra d'éviter le rejet dans l'atmosphère d'au moins 11 000 tonnes de CO₂ par an.

1.3 - RISQUES MAJEURS

1.3.1 - Risques liés à la géologie et à la géotechnique

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

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

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

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

Les risques de glissements de terrain sont liés à la qualité du sol et du sous-sol et à la topographie. Dans le secteur d'étude, compte-tenu de la nature du sous-sol (calcaire et grès) et de la topographie peu marquée des terrains, les risques de glissements de terrain sont réduits.

En effet, l'éloignement de l'aire d'étude immédiate par rapport à des ruptures de pente va fortement limiter les risques de déstabilisation du sous-sol et donc les risques de glissement de terrain. Par ailleurs, compte-tenu de la nature du substrat, la portance semble bonne sur le secteur d'étude (en considérant l'hypothèse d'absence de vides souterrains naturels ou artificiels).

D'après la base de données du BRGM Géorisques, un effondrement s'est produit sur Berteaucourt-lès-Thennes en 1997. Cet effondrement se trouve sur la zone d'implantation potentielle à l'est.

Un arrêté de catastrophe naturelle concernant des mouvements de terrain a été déclaré sur Thézy-Glimont et sur Berteaucourt-lès-Thennes. Il est présenté dans le tableau ci-après.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999

Tableau 13 : Catastrophes naturelles « mouvements de terrain » sur la commune de Berteaucourt-lès-Thennes

Source : www.prim.net



La zone d'implantation potentielle se situe sur un versant de vallée où, du fait de la pente, le risque lié aux mouvements de terrain n'est pas nul.

1.3.1.2. Retrait / gonflement des argiles

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

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

D'après les données du BRGM (www.georisques.gouv.fr), les communes d'implantation sont concernées par le risque lié à l'aléa retrait / gonflement des argiles. Au niveau de la zone d'implantation potentielle, l'aléa retrait / gonflement des argiles varie entre « a priori nul », « aléa faible » et « aléa moyen ».

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

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

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

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

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

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

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

1.3.1.3. Présence de karsts

La karstification rassemble les phénomènes de circulation d'eau à l'intérieur de massifs calcaires et de dissolution dans les formations crayeuses du substratum, pour l'écoulement interne des eaux vers le fleuve.

Il est à noter que les phénomènes de karsts sont plus fréquents en bord de plateau (en particulier en raison de phénomènes de décompression) que vers l'intérieur de ces mêmes plateaux. La probabilité de la présence de karsts va donc en diminuant avec l'éloignement de la rupture de pente marquant la fin des plateaux.

Le phénomène de karst peut induire des affaissements localisés. Les études géotechniques menées préalablement à l'installation des éoliennes permettent d'appréhender les risques éventuels.

1.3.1.4. Présence de carrières d'exploitation de matériaux, notamment souterraines

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

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

D'après la base de données du BRGM BDCavité, aucune cavité n'est recensée sur Thézy-Glimont. Une cavité est recensée sur Berteaucourt-lès-Thennes mais n'est pas localisée. Il s'agit de la cavité **PICCS00001316**.

D'après l'inventaire du BRGM, il n'y a aucune cavité souterraine au niveau de la zone d'implantation potentielle.

1.3.2 - Risques d'inondations

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

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Les crues des rivières proviennent des fortes pluies. On distingue les crues par débordement direct (le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur) et les crues par débordement indirect (remontée de la nappe alluviale). Elles ont lieu à la suite de longs épisodes pluvieux impliquant l'ensemble du bassin. Elles sont souvent

prévisibles. Dans les secteurs où la topographie est marquée, existe également un risque de ruissellement en cas de fortes précipitations pouvant provoquer de graves dégâts. Parmi les facteurs aggravant le phénomène de pluviosité du fait de leur incidence sur le régime du cours d'eau, on peut citer :

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

1.3.2.1. Arrêtés de catastrophes naturelles

D'après les données provenant de la base de données www.prim.net, la commune de **Thézy-Glimont** est concernée par les risques d'inondation, d'inondation par ruissellement et coulée de boue ainsi que par le risque d'inondation par remontées de nappes naturelles.

La commune de **Berteaucourt-lès-Thennes** n'est pas concernée par le risque d'inondation bien qu'un arrêté de catastrophe naturelle lié à une inondation, coulée de boue et mouvement a été déclaré sur la commune.

Le tableau suivant recense les arrêtés de catastrophes naturelles sur les communes d'implantation :

Commune	Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
Berteaucourt-lès-Thennes	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
Thézy-Glimont	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999
Thézy-Glimont	Inondations et coulée de boue	01/02/2001	25/04/2001	26/04/2001
Thézy-Glimont	Inondations par remontées de nappe phréatique	01/02/2001	26/04/2001	26/04/2001
Thézy-Glimont	Inondations et coulée de boue	07/07/2001	06/08/2001	06/08/2001

Tableau 14 : Catastrophes naturelles « inondations » sur Thézy-Glimont et Berteaucourt-lès-Thennes

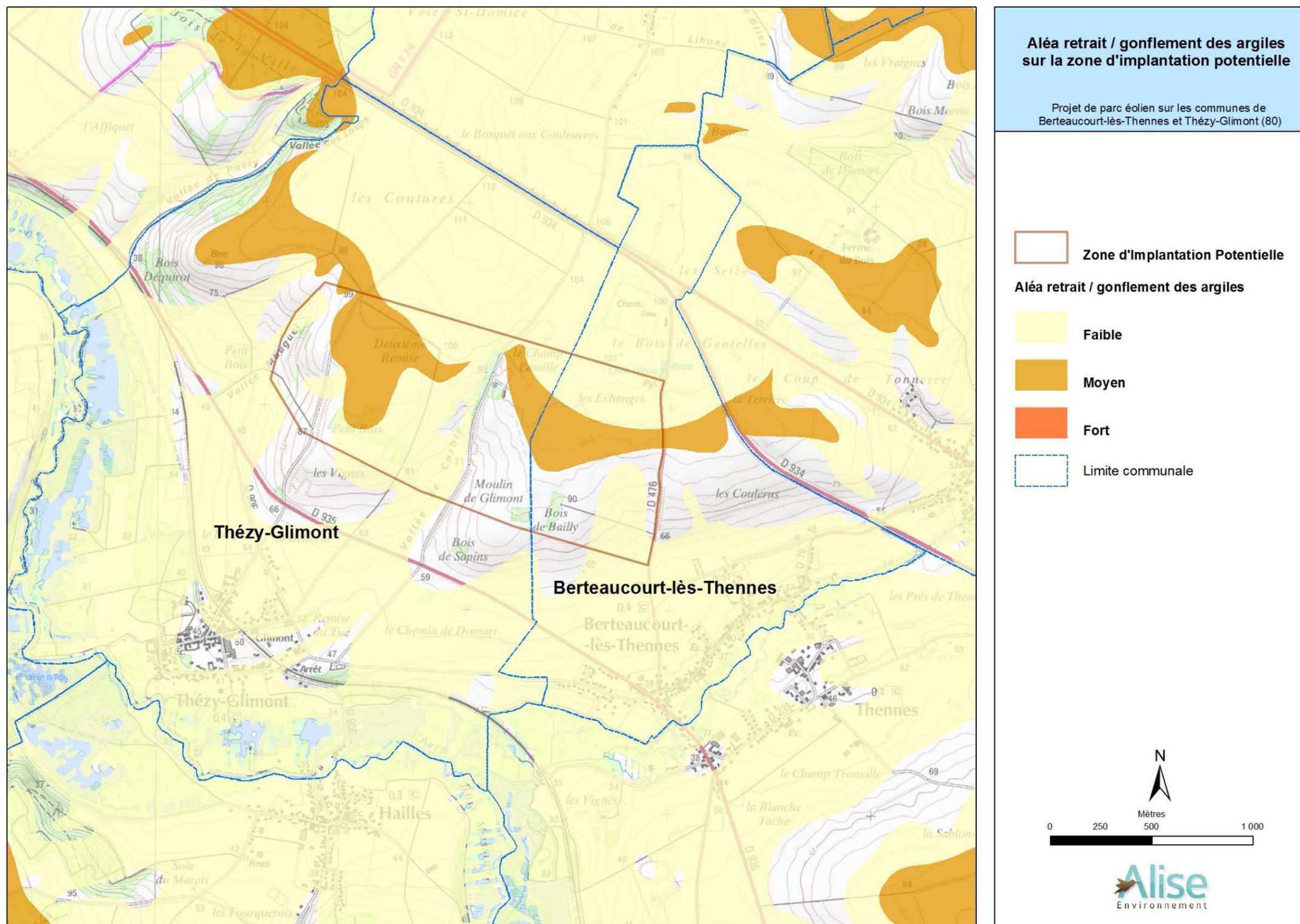


Figure 12 : Aléa retrait / gonflement des argiles sur la zone d'implantation potentielle

Source : BRGM



1.3.2.2. Inondations par débordement de cours d'eau

D'après la DREAL de Picardie, la commune de Berteaucourt-lès-Thennes n'est pas concernée par le risque d'inondation. A l'inverse, celle de Thézy-Glimont est concernée par le risque d'inondation et notamment par le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) de la vallée de la Somme et de ses affluents.

Le Plan de Prévention des Risques (PPR) est un outil réglementaire, arrêté par l'Etat, afin de garantir la sécurité des biens et des personnes. Le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) est une servitude d'utilité publique opposable à tous, particuliers, collectivités et Etat qui définit des règles cohérentes dans les domaines de l'urbanisme, la construction, l'agriculture et adaptées aux spécificités du territoire.

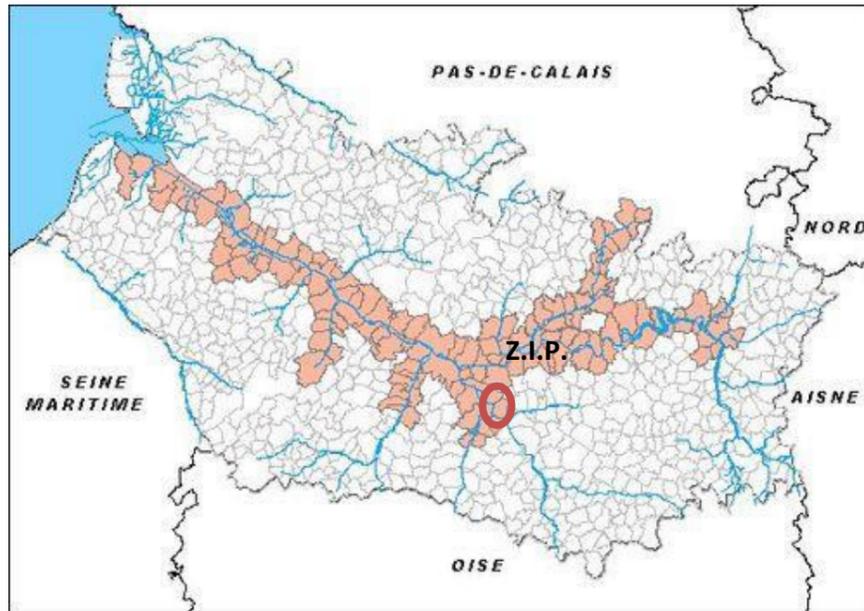


Figure 13 : Les plans de prévention des risques inondations dans la Somme

Source : DREAL Picardie

Le PPRI de la vallée de la Somme et de ses affluents a été approuvé par arrêté préfectoral le 2 août 2012. Il concerne 118 communes dont Thézy-Glimont située en bordure de l'Avre, affluent de la Somme. La zone concernée par le PPRI se trouve en bordure de l'Avre, au sud et à l'ouest du territoire communal.

Compte-tenu de la topographie, la zone d'implantation potentielle est totalement en dehors du périmètre concerné par le PPRI de la vallée de la Somme et de ses affluents

La commune de Thézy-Glimont est concernée par le PPRI de la vallée de la Somme et de ses affluents. Cependant, la zone d'implantation potentielle est totalement en dehors des zones inondables définies dans le PPRI.

1.3.2.3. Inondations par remontée de nappe

La figure suivante présente la cartographie du phénomène de remontée de nappes sur Berteaucourt-lès-Thennes et Thézy-Glimont.

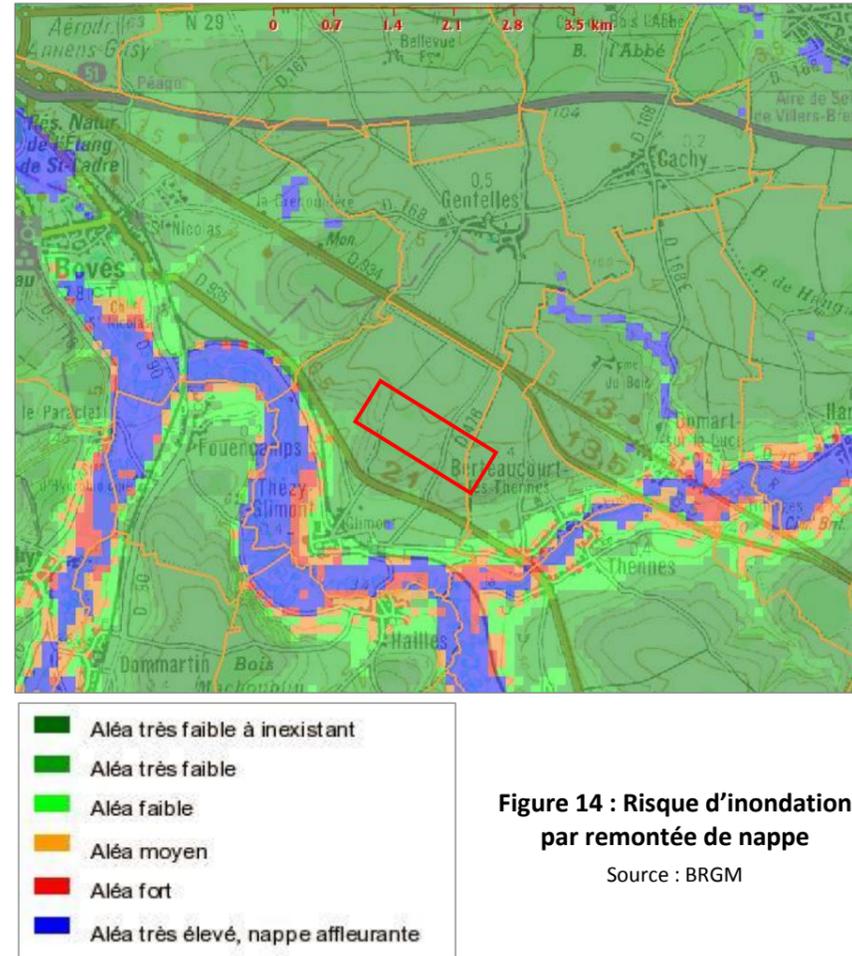


Figure 14 : Risque d'inondation par remontée de nappe

Source : BRGM

Sur Thézy-Glimont, l'aléa est fort à très élevé au sud et à l'ouest du territoire en fond de vallée de l'Avre tandis que l'aléa devient faible, très faible ou inexistant sur le reste de la commune.

Sur Berteaucourt-lès-Thennes, l'aléa est fort à très élevé en fond de vallée de la Luce à l'est du territoire. Il est très faible voir inexistant sur le reste du territoire c'est-à-dire sur le coteau.

Localisée sur le coteau nord de ces deux communes, la zone d'implantation potentielle se situe en zone d'aléa remontée de nappe très faible voire inexistant.

La zone d'implantation potentielle présente un risque d'inondation par remontée de nappe « très faible à inexistant ».

1.3.2.4. Inondations par ruissellement et coulée de boues

Le risque d'inondation par ruissellement et coulée de boues est présent sur la zone d'implantation potentielle en raison de la topographie et de sa situation sur un coteau. Il reste cependant faible car il dépend d'épisodes de précipitations exceptionnelles.

1.3.2.5. Synthèse

La zone d'implantation potentielle est en dehors des zones inondables par débordement de cours d'eau ou par remontées de nappes. En ce qui concerne l'aléa d'inondation par ruissellement, il peut être considéré comme faible.

1.3.3 - Risques sismiques

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

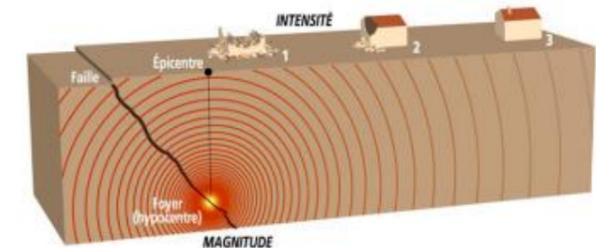


Figure 15 : Schéma synoptique d'un séisme

Source : Prim.net

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

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

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

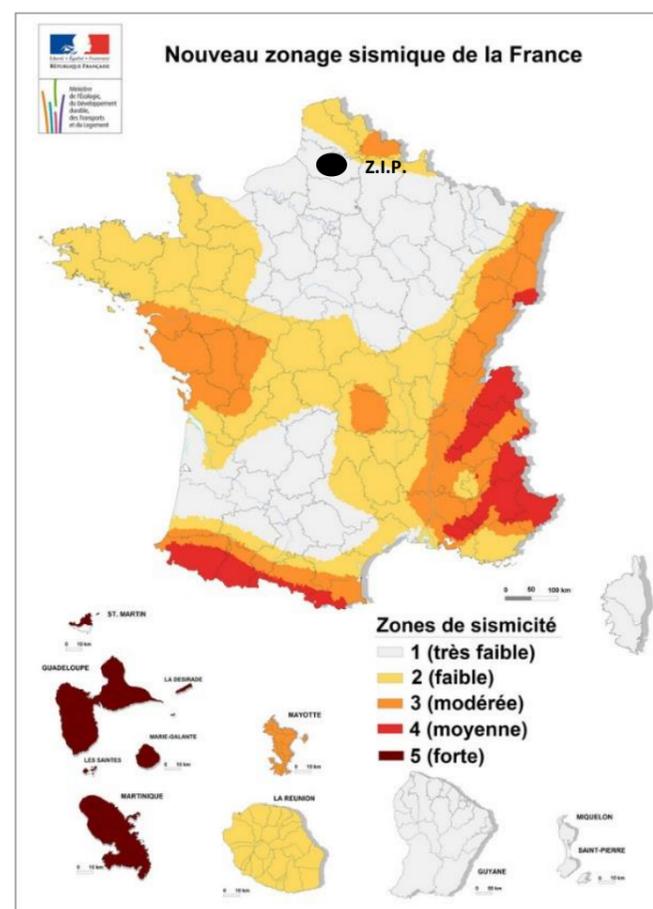


Figure 16: Carte des zones sismiques en France

Source : www.risquesmajeurs.fr

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

Les bâtiments des centres de production collective d'énergie répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil, sont classés en catégorie III :

- ⇒ la production électrique est supérieure au seuil de 40 MW électrique ;
- ⇒ la production thermique est supérieure au seuil de 20 MW thermique ;
- ⇒ le débit d'injection dans le réseau de gaz est supérieur à 2 000 Nm³/h.

Le projet « Eoliennes du Trèfle » ayant une puissance totale de 19,8 MW, il n'entre pas dans l'une des trois catégories ci-dessus et n'est donc pas soumis aux règles parasismiques que ce soit pour les éoliennes ou pour les bâtiments techniques associés (poste de livraison).

D'après l'article R.111-38 du code de la construction et de l'habitation (modifié par décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010), les éoliennes dont la hauteur du mât est supérieure à 12 mètres sont soumises à un contrôle technique obligatoire.

Les communes de Berteaucourt-lès-Thennes et Thézy-Glimont sont situées en zone de sismicité 1, c'est-à-dire en zone à sismicité très faible.

Selon la réglementation en vigueur, le projet « Eoliennes du Trèfle » n'est pas soumis aux règles parasismiques que ce soit pour les éoliennes ou pour les bâtiments techniques associés.

1.3.4 - Risques d'incendie

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

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

Selon la base de données www.prim.net, Berteaucourt-lès-Thennes et Thézy-Glimont ne présentent pas de risque d'incendie. Toutefois, compte-tenu de la présence de petits boisements, le risque d'incendie ne peut être totalement exclu même s'il reste très faible dans la région en raison du climat.

Sur la zone d'implantation potentielle, le risque d'incendie reste très faible mais ne peut être totalement exclu.

Le risque d'incendie sur la zone d'implantation potentielle est très faible mais ne peut être exclu.

Concernant les risques d'incendie d'origine anthropique, il faut signaler qu'actuellement, aucune activité à risques n'est recensée sur les communes d'implantation.

1.3.5 - Risques météorologiques

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

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

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

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

D'après le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs de la Somme, il n'y a pas de risque météorologique majeur.

❖ Risque lié à la foudre

La densité d'arcs du département de la Somme est de 1,01 arc/km²/an, ce qui est inférieure à la moyenne nationale (1,59 arc/km²/an). Les communes d'implantation ne présentent donc pas un risque lié à la foudre important. Toutefois, ce risque ne peut être exclu.

1.3.6 - Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRn)

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

Les risques naturels ne sont pas forcément inéluctables et incontrôlables. Ils peuvent être réduits voire évités avec une politique de prévention adaptée. Le **Plan de Prévention des Risques (PPR)** est l'outil privilégié de cette politique. Réalisé par l'Etat, il régit l'utilisation des sols en fonction des risques naturels auxquels ils sont soumis. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions.

Le Plan de Prévention des Risques inondation (PPRI) de la vallée de la Somme et de ses affluents a été approuvé par arrêté préfectoral le 2 août 2012. Il concerne 118 communes dont Thézy-Glimont située en bordure de l'Avre, affluent de la Somme. La zone concernée par le PPRI se trouve en bordure de l'Avre, au sud et à l'ouest du territoire communal.

Compte-tenu de la topographie, la zone d'implantation potentielle est totalement en dehors du périmètre concerné par le PPRI de la vallée de la Somme et de ses affluents.

La zone d'implantation potentielle se trouve totalement en dehors des zones inondables définies dans le Plan de Prévention des Risques inondation de la Somme et de ses affluents.



1.3.7 - Synthèse

En résumé, au niveau de l'aire d'étude immédiate, on peut noter :

- ⇒ un faible risque de mouvement de terrain,
- ⇒ un faible risque lié au retrait-gonflement des argiles,
- ⇒ pas de présence d'indices de cavités souterraines,
- ⇒ pas de risque d'inondation par débordement de cours d'eau,
- ⇒ pas de risque de remontée de nappe,
- ⇒ un risque potentiel de tempête,
- ⇒ un risque sismique très faible,
- ⇒ un risque d'incendie de forêt très faible,
- ⇒ un risque lié à la foudre faible.

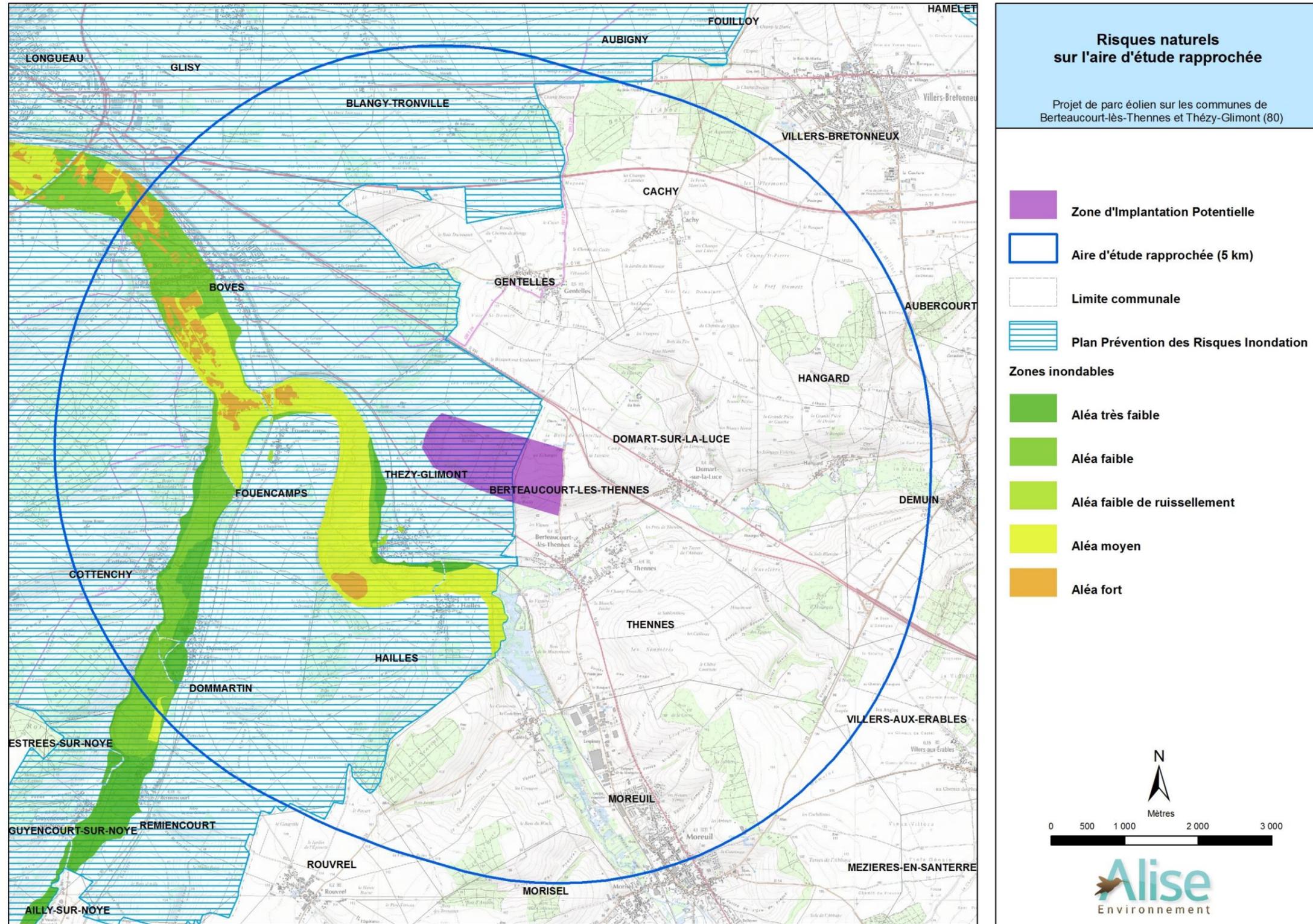


Figure 17 : Risques naturels



2 - ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

2.1 - ZONES URBANISEES ET URBANISABLES

2.1.1 - Population

D'une superficie de 2,62 km², la commune de Berteaucourt-lès-Thennes compte 445 habitants au dernier recensement de 2012, soit une densité de 169,8 habitants par km². Il s'agit d'une densité supérieure à la moyenne départementale (92,6 hab./km²), à la moyenne régionale (99,1 hab./km²) et à la moyenne nationale (103,1 hab./km²).

D'une superficie de 6,76 km², la commune de Thézy-Glimont compte 509 habitants au dernier recensement de 2012, soit une densité de 75,3 habitants au km². Il s'agit d'une densité inférieure aux moyennes départementale, régionale et nationale

2.1.2 - Habitat

L'habitat sur Berteaucourt-lès-Thennes est concentré au niveau du bourg situé au sud du territoire communal. La seule habitation en dehors du bourg est la ferme située au nord de la commune. Une grande superficie du territoire est occupée par des espaces agricoles non habités.

L'habitat sur Thézy-Glimont est concentré dans le bourg situé au sud de la commune. Une grande superficie du territoire est occupée par des espaces agricoles non habités.

Le tableau suivant indique les distances entre les habitations, les activités et la zone d'implantation potentielle :

Commune	Lieu-dit	Type	Distance par rapport à la Z.I.P.
Thézy-Glimont	Le Champ Patuille (Ball-trap)	Loisirs	Inclus
Berteaucourt-lès-Thennes	Exploitation volaillère au Bois de Gentelles	Activité	265 m
Berteaucourt-lès-Thennes	Nord du bourg	Habitat	370 m
Berteaucourt-lès-Thennes	Bourg	Habitat	440 m
Thézy-Glimont	Lotissement au nord du bourg	Habitat	640 m

Tableau 15 : Distance entre les limites de la Z.I.P. et le bâti le plus proche

L'habitation la plus proche de la ZIP est la ferme située à environ 265 m au nord (exploitation volaillère). La zone d'habitation la plus proche correspond au secteur de la rue Nobel au nord du bourg de Berteaucourt-lès-Thennes (à environ 370 m de la ZIP). Toutefois, il convient de préciser que conformément à la réglementation, les éoliennes seront implantées à

plus de 500 m de toute habitation. La ZIP englobant un territoire d'étude nécessairement plus important que l'emplacement du projet final, les distances entre celle-ci et les habitations peuvent être inférieures à 500 m.

Le tableau suivant présente les distances les plus courtes entre les éoliennes et les zones d'habitat des communes du secteur :

Eolienne	Distance	Commune	Lieu-dit
E1	1 196 m	Thézy-Glimont	Le Peuple
E2	988 m	Berteaucourt-lès-Thennes	Le Bois de Gentelles
E3	564 m	Berteaucourt-lès-Thennes	Le Bois de Gentelles
E4	900 m	Berteaucourt-lès-Thennes	Le Bois de Gentelles
E5	1 110 m	Thézy-Glimont	Le Peuple
E6	845 m	Thézy-Glimont	Le Peuple

Tableau 16 : Distance la plus courte entre les éoliennes et les zones d'habitat

2.2 - DOCUMENTS D'URBANISME

La commune de Thézy-Glimont dispose d'un Plan Local d'Urbanisme approuvé par délibération du conseil municipal le 23 octobre 2007.

La zone d'implantation potentielle se trouve en zone agricole A et en zone naturelle NI.

La zone agricole A est une zone à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles ou de la richesse du sol ou du sous-sol.

Selon l'article A1, toutes les occupations et utilisations du sol sont interdites hormis les cas énoncés à l'article 2

Selon l'article A2, sont autorisées sous conditions particulières « les constructions d'équipements d'infrastructure et de superstructure liés à la voirie et aux réseaux divers (transformateurs, pylônes, réservoirs d'eau potable, postes de détente de gaz, station d'épuration, bassin de retenue, production d'énergie...) et les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif. »

Selon l'article A10, un dépassement de la hauteur maximale (10 mètres) ne peut être autorisé que pour des raisons techniques ou fonctionnelles.

La zone naturelle NI est une subdivision de la zone naturelle N correspondant au secteur à vocation de sports et loisirs et de tourisme de type camping et caravaning. Selon l'article N2, sont autorisées sous conditions particulières « les constructions d'équipements d'infrastructure et de superstructure liées à la voirie et aux réseaux divers (transformateurs, pylônes, réservoirs d'eau potable, postes de détente de gaz, station d'épuration, bassin de retenue,...) et les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif ».

Dans le secteur d'étude, la zone NI est très peu étendue et correspond au centre de ball-trap. Les éoliennes ne seront pas implantées dans cette zone.

Au regard du règlement de zonage A, de la qualification des éoliennes comme étant « d'intérêt collectif », le projet de parc éolien est compatible avec le PLU de Thézy-Glimont.

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

2.3.1 - Etablissements sensibles

Le Plan National Santé-Environnement (P.N.S.E.) établi pour la période 2009-2013 liste les établissements dits « sensibles ». Il s'agit :

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

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

Commune	Type d'établissement	Distance par rapport à la Z.I.P.
Berteaucourt-lès-Thennes	Ecole primaire	500 m
Thennes	Ecole primaire	1,0 km
Thézy-Glimont	Ecole primaire	1,2 km
Hailles	Ecole primaire	1,6 km

Tableau 17 : Etablissements sensibles à proximité de la Z.I.P.

Sources : Mairies, Rectorat, Pages Jaunes



Le tableau suivant présente les distances entre les établissements sensibles et les éoliennes les plus proches :

Commune	Type d'établissement	Eolienne la plus proche	Distance
Berteaucourt-lès-Thennes	Ecole primaire	E4	1,4 km
Thennes	Ecole primaire	E4	1,9 km
Thézy-Glimont	Ecole primaire	E6	1,6 km
Hailles	Ecole primaire	E6	2,1 km

Tableau 18 : Distances entre les établissements sensibles et les éoliennes les plus proches

Sources : Mairies, Rectorat, Pages Jaunes

Il n'y a pas d'établissement sensible à moins de 500 m de la zone d'implantation potentielle. L'établissement sensible le plus proche est l'école primaire de Berteaucourt-lès-Thennes qui se trouve à environ 500 m des limites de la ZIP et à 1,4 km de l'éolienne la plus proche (E4).

2.3.2 - Etablissements Recevant du Public (E.R.P.) au niveau de l'aire d'étude rapprochée

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

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

Les données relatives aux Etablissements Recevant du Public ont été recherchées sur les sites des mairies (pour les communes disposant d'un site), sur les Pages Jaunes et sur le Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux (FINESS).

Il a été mis en évidence qu'au niveau de l'aire d'étude rapprochée, l'essentiel de ces E.R.P. est constitué des mairies, salles de fêtes et lieux de culte, généralement implantés au cœur du bourg ou dans les villages.

Le tableau suivant présente les distances entre les ERP et les éoliennes les plus proches :

Commune	Type d'établissement	Eolienne la plus proche	Distance
Thézy-Glimont	Ball-trap (stands de tir)	E4	196 m
Thézy-Glimont	Mairie	E6	1,6 km
Thézy-Glimont	Salle des fêtes	E6	1,4 km
Berteaucourt-lès-Thennes	Mairie	E4	1,4 km

Tableau 19 : Distances entre les établissements sensibles et les éoliennes les plus proches

Sources : Mairies, Rectorat, Pages Jaunes

L'ERP le plus proche est le ball-trap qui est inclus dans la zone d'implantation potentielle. En dehors de cet établissement, les ERP les plus proches sont la mairie et la salle des fêtes de Thézy-Glimont qui se trouvent à environ 1,4 km de l'éolienne E6.

2.4 - ACTIVITES

Les principales activités économiques sur la commune de Berteaucourt-lès-Thennes sont celles de services du type « commerce, transport et services divers ». A noter que l'agriculture est également très présente sur la commune.

D'après le dernier Recensement Général Agricole (R.G.A 2010), il y a 2 exploitations agricoles sur le territoire de Berteaucourt-lès-Thennes. Ces exploitations sont principalement orientées vers la culture de céréales.

Les principales activités économiques sur la commune de Thézy-Glimont sont celle dites de « construction ». Viennent ensuite les activités de services du type « commerce, transport et services divers ». A noter que l'agriculture est également très présente sur la commune et qu'un établissement qualifié « industrie » est présent sur le territoire communal.

Il y a 7 exploitations agricoles sur le territoire de Thézy-Glimont à vocation céréalière et oléoprotagineuse.

Par ailleurs, une activité de loisir (ball-trap) est présente dans la zone d'implantation potentielle.

Le tableau suivant indique les distances entre ce ball-trap (stands de tir) et les éoliennes du projet :

Eolienne	Distance
E1	798 m
E2	360 m
E3	260 m
E4	195 m
E5	362 m
E6	840 m

Tableau 20 : Distance entre les éoliennes et le ball-trap

2.5 - RESEAUX DE TRANSPORTS

2.5.1 - Réseaux routiers

2.5.1.1. Principales routes

Les communes de Berteaucourt-lès-Thennes, et de Thézy-Glimont sont desservies par les routes suivantes :

- ⇒ la route départementale RD 934,
- ⇒ la route départementale RD 935,
- ⇒ la route départementale RD 476,
- ⇒ la route départementale RD 76,
- ⇒ la route départementale D 90E
- ⇒ un réseau de voies communales dont la voie communale n°2 traversant la zone d'implantation potentielle.

Seule une voie communale traverse la zone d'implantation potentielle sur un axe nord / sud.



Le tableau suivant présente les distances entre les éoliennes et les principales routes du secteur :

Eolienne	Voie structurante ⁽¹⁾			Voie non structurante ⁽²⁾	
	RD 934	RD 935	RD 476	RD 90E	VC n°2
E1	916 m	849 m	1503 m	900 m	685 m
E2	714 m	1146 m	1016 m	1266 m	215 m
E3	614 m	1195 m	543 m	1638 m	200 m
E4	975 m	863 m	1644 m	1387 m	229 m
E5	1086 m	772 m	1122 m	1010 m	220 m
E6	1265 m	563 m	716 m	587 m	450 m

(1) Voie structurante : trafic supérieur à 2 000 véhicules par jour

(2) Voie non structurante : trafic inférieur à 2 000 véhicules par jour

Tableau 21 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur

2.5.1.2. Comptages routiers

D'après les données 2014 de la DDTM de la Somme, le trafic routier sur la route départementale D 934 est estimé à 16 126 véhicules (tous véhicules) en moyenne journalières annuelles (MJATV) dont 8% de poids lourds.

Le tableau ci-après indique les recensements de circulation sur les routes départementales les plus proches de la Z.I.P. :

Route	Localisation	Nombre total de véhicules par jour (en MJATV)	Pourcent age de PL	Date des mesures
RD 934	Boves	16 126	8%	2014
RD 935	Thézy-Glimont	3 394	3%	2014
RD 476	Berteaucourt-lès-Thennes	3 276	6%	2014

Tableau 22 : Comptages routiers

Source : DDTM de la Somme

2.5.1.1. Accidentologie

Le tableau suivant indique l'accidentologie sur les routes situées à proximité de la zone d'étude :

Commune	Année	Nombre d'accidents	Voie	Tués	BH	BNH
Berteaucourt-lès-Thennes	2008	1	RD 476	-	1	-
Berteaucourt-lès-Thennes	2011	1	RD 935	-	4	1
Berteaucourt-lès-Thennes	2012	1	RD 935	-	2	-
Thézy-Glimont	2010	1	RD 935	-	-	2

BH : blessé hospitalisé

BNH : blessé non hospitalisé

Tableau 23 : Données de l'accidentologie

Source : Conseil Département de la Somme

D'après les données du Conseil Départemental de la Somme, on recense entre 2008 et 2013, quatre accidents de la route, dont 1 seul sur la commune de Thézy-Glimont.

2.5.2 - Voie ferrée

Selon le site du Réseau Ferré de France (www.rff.fr), Berteaucourt-lès-Thennes ne dispose pas de voie ferrée sur son territoire. En revanche, la commune de Thézy-Glimont est traversée par une voie ferrée.

Il s'agit d'une ligne de transport de voyageur, correspond à la ligne Amiens – Compiègne. Elle passe à environ 460 mètres au minimum à l'ouest de la zone d'implantation potentielle.

Le tableau suivant indique les distances entre les éoliennes et la voie ferrée :

Eolienne	Distance
E1	967 m
E2	1427 m
E3	1847 m
E4	1340 m
E5	1222 m
E6	762 m

Tableau 24 : Distance entre les éoliennes et la voie ferrée

2.5.3 - Autres infrastructures

Il n'y a pas d'autre infrastructure de transport (aéroport, port,...) sur le territoire de Berteaucourt-lès-Thennes et Thézy-Glimont.

2.6 - RESEAUX

2.6.1 - Réseau d'alimentation en eau potable

La commune de Berteaucourt-lès-Thennes est alimentée en eau potable par un réseau qui dessert le bourg et les hameaux. Il en est de même pour la commune de Thézy-Glimont.

La Nantaise des eaux gère le réseau d'alimentation en eau potable pour la commune de Berteaucourt-lès-Thennes. Un captage d'eau potable est situé au nord-ouest du bourg.

Il existe une canalisation d'eau potable longeant la voie communale n°2 qui traverse la zone d'implantation potentielle.

Le tableau suivant indique les distances entre les éoliennes et cette canalisation AEP :

Eolienne	Distance
E1	685 m
E2	215 m
E3	203 m
E4	232 m
E5	220 m
E6	450 m

Tableau 25 : Distance entre les éoliennes et la canalisation AEP

2.6.2 - Réseau d'assainissement

Les communes de Thézy-Glimont et Berteaucourt-lès-Thennes disposent d'un réseau d'assainissement qui dessert les bourgs. Le traitement des eaux usées se fait en station d'épuration.

Il n'y a pas de canalisation pour l'assainissement collectif au niveau de la zone d'implantation potentielle.

2.6.3 - Réseau électrique

Selon les renseignements des services de RTE, il n'y a pas de ligne électrique aérienne ou souterraine exploitée par leurs services au niveau de la zone d'implantation potentielle ou à proximité.

Selon les renseignements de ERDF, il n'y a pas de ligne électrique aérienne ou souterraine exploitée par leurs services au niveau de la zone d'implantation potentielle ou à proximité.

Une ligne électrique de 20 000 volts gérée par le SICAE de la Somme et du Cambrasis traverse la ZIP à l'est sur Berteaucourt-les-Thennes.

Il n'y a pas de ligne électrique à haute tension gérée par RTE ou ERDF au niveau de la zone d'implantation potentielle ou à proximité. En revanche, une ligne électrique gérée par le SICAE de la Somme et du Cambrasis traverse la ZIP à l'est du Berteaucourt-les-Thennes.

2.6.4 - Canalisation de gaz

D'après les informations fournies par GRT gaz, il n'y a pas de canalisation de gaz sur le périmètre de la zone d'implantation potentielle ni à proximité.

Il n'y a pas de canalisation de gaz sur la zone d'implantation potentielle.



2.6.5 - Pipeline d'hydrocarbures

Il n'y a pas de pipeline d'hydrocarbures sur ou à proximité de la zone d'implantation potentielle.

2.6.6 - Réseau de télécommunication

Selon les renseignements du Plan Local d'Urbanisme de Thézy-Glimont et de la société Orange, une ligne de télécommunication traverse la zone d'implantation potentielle le long de la voie communale n°2 de Thézy-Glimont à Gentelles. Une autre ligne téléphonique passe en bordure nord de la ZIP.

Ces lignes téléphoniques font l'objet de servitudes (cf. paragraphe 2.7.5 -).

2.6.7 - Téléphonie mobile

D'après les données disponibles sur le site www.cartoradio.fr, il n'y a pas d'antenne de télécommunication sur Thézy-Glimont. En revanche, des antennes sont présentes sur Berteaucourt-lès-Thennes, au niveau du château d'eau ou à proximité :

Tableau 26 : Liste des émetteurs à proximité de la Z.I.P.

Type	Propriétaire	Emplacement
FH/GSM 900/UMTS 2100/UMTS 900	Bouygues Telecom	Château d'eau
GSM 900/UMTS 2100/UMTS 900	Orange	Pylône (à proximité du château d'eau)
FH/GSM 900	SFR	Pylône (à proximité du château d'eau)

Ces antennes se trouvent en limite nord-est de la zone d'implantation potentielle.

Selon les renseignements de la société SFR, les communes de Thézy-Glimont et de Berteaucourt-lès-Thennes sont traversées par deux faisceaux de téléphonie mobile. Un de ces faisceaux traverse la zone d'implantation potentielle. Une distance de protection de 50 m de large centrée sur le faisceau en coordination avec SFR doit être respectée.

La zone d'implantation potentielle est traversée par un faisceau de téléphonie mobile géré par SFR. Conformément aux recommandations de SFR, une distance de protection de 25 m de part et d'autre du faisceau a été respectée.

2.7 - SERVITUDES ET PROTECTIONS APPLICABLES

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

2.7.1 - Servitudes électriques

Selon les renseignements de RTE et de ERDF, il n'y a pas de servitude liée à des lignes électriques haute tension aériennes ou souterraines exploitées par leurs services au niveau de la zone d'implantation potentielle ou à proximité.

Des lignes électriques à destination de l'éclairage public sont présentes sur la zone d'implantation potentielle sur Berteaucourt-lès-Thennes. Elles sont gérées par le SICAE de la Somme et du Cambrasis. Une servitude de protection pourra être décidée en partenariat avec le gestionnaire (SICAE) au préalable à la phase de travaux.

La zone d'implantation potentielle est en dehors des servitudes des lignes électriques gérées par RTE et ERDF. Concernant la ligne électrique gérée par le SICAE de la Somme et du Cambrasis, une servitude pourra être décidée avec le gestionnaire si des travaux devraient être réalisés à proximité.

2.7.2 - Servitudes relatives aux canalisations de gaz

Selon les informations GRTgaz, il n'y a pas de servitude liée à des canalisations de gaz au niveau de la zone d'implantation potentielle.

La zone d'implantation potentielle et par conséquent les éoliennes sont en dehors de toute servitude relative à des canalisations de gaz.

2.7.3 - Servitudes relatives aux canalisations d'hydrocarbures

D'après les informations disponibles, il n'y pas de pipeline d'hydrocarbures sur les communes de Berteaucourt-lès-Thennes et Thézy-Glimont.

La zone d'implantation potentielle et par conséquent les éoliennes sont en dehors de toute servitude relative à des canalisations d'hydrocarbures.

2.7.4 - Servitudes radioélectriques

Les servitudes radioélectriques de protection ont pour objectif d'empêcher que des obstacles ne perturbent la propagation des ondes radioélectriques émises ou reçues par les centres de toutes natures exploités ou contrôlés par les différents départements ministériels.

D'après l'Agence Nationale des Fréquences (A.N.F.R.), Berteaucourt-lès-Thennes n'est grevée par aucune servitude radioélectrique. En revanche,

Thézy-Glimont fait l'objet d'une servitude radioélectrique (liaison Dury / Montmartin – Roye / Faubourg St-Pierre).

Cette servitude s'étend sur 200 m de large autour du faisceau hertzien. Elle passe au sud de la commune mais ne s'étend pas sur la zone d'implantation potentielle.

La zone d'implantation potentielle et par conséquent les éoliennes se trouvent en dehors de toute servitude radioélectrique.

2.7.5 - Servitudes concernant les lignes téléphoniques

Selon les renseignements du Plan Local d'Urbanisme de Thézy-Glimont et de la société Orange, une servitude PT3 liée à une ligne de télécommunication (fibre optique) traverse la zone d'implantation potentielle le long de la voie communale n°2. Une autre servitude de télécommunication passe en bordure nord de la ZIP.

La zone non aedificandi est de 3 m axée sur le câble. Les éoliennes devront donc être à plus de 3 m de cette servitude.

Selon les informations recueillies, il existe une servitude liée aux lignes téléphoniques (PT3) sur la zone d'implantation potentielle ; une seconde servitude PT3 passe en limite nord de la ZIP.

Le tableau suivant présente les distances entre les éoliennes et les 2 servitudes relatives aux lignes téléphoniques :

Eolienne	Distance par rapport à la...	
	ligne téléphonique le long de la VC n°2	ligne téléphonique au nord de la ZIP
E1	685 m	110 m
E2	215 m	60 m
E3	203 m	200 m
E4	232 m	520 m
E5	220 m	430 m
E6	450 m	460 m

Tableau 27 : Distance entre les éoliennes et les lignes téléphoniques faisant l'objet de servitudes PT3

Les éoliennes seront donc en dehors des servitudes relatives aux télécommunications présentes en bordure de la voie communale n°2 et au nord du site.



2.7.6 - Servitudes aéronautiques

2.7.6.1. Aviation civile

Les servitudes aéronautiques sont destinées à assurer la protection d'un aérodrome contre les obstacles, de façon à ce que les avions puissent y atterrir et en décoller dans de bonnes conditions de sécurité et de régularité.

Selon les services de la Direction Générale de l'Aviation Civile – Délégation Régionale Picardie, l'extrémité nord-ouest du territoire de Thézy-Glimont est impacté par la servitude de dégagement de l'aéroport d'Amiens – Glisy (ES483 approuvé par arrêté ministériel du 16 janvier 1996). La commune de Berteaucourt-lès-Thennes est totalement en dehors de cette servitude.

L'avis de la Direction Générale de l'Aviation Civile en date du 26 mars 2012 est en l'état un avis négatif puisque répondant à une proposition basée sur un polygone d'étude volontairement plus important que nécessaire. Ayant pris connaissance des servitudes et contraintes liées à l'aéroport d'Amiens-Glisy motivant cet avis, le porteur de projet a proposé, en concertation avec les services de l'aéroport, une implantation de machines respectant cet avis.

La zone d'implantation potentielle est nettement plus petite que le polygone ayant servi à consulter la DGAC. Ainsi, la ZIP est totalement en dehors de servitude de dégagement de l'aéroport.

Cependant, compte-tenu de la proximité du projet avec la servitude de dégagement de l'aéroport, une étude approfondie sera réalisée par la Direction de la sécurité de l'Aviation Civile lors de l'instruction du dossier.

Il est utile ici de préciser que la circulaire du 12 janvier 2012, relative à l'instruction des projets éoliens par les services de l'Aviation Civile, définit clairement les volumes de servitudes de protection des aérodromes.

A l'intérieur de ces servitudes, toute construction est soumise à une hauteur maximale limitée en fonction de l'éloignement du centre de cette servitude, en général la piste.

A l'extérieur de cette servitude, la hauteur limite de construction passe alors à + 304 m N.G.F. La Z.I.P compte son point le plus élevé à + 105 m N.G.F., rendant alors possible l'implantation de machine de 150 m de hauteur pale à la verticale.

La zone d'implantation potentielle est en dehors de servitudes aéronautiques liées à l'aviation civile. Les éoliennes seront donc en dehors de servitudes aéronautiques.

2.7.6.2. Aviation militaire

Les servitudes liées aux activités militaires sont de plusieurs types :

- ⇒ plancher et plafond aérien ;
- ⇒ périmètres de radar (avec une distinction pour les périmètres de 0 à 5, de 5 à 20 et de 20 à 30 kilomètres) ;
- ⇒ faisceaux hertziens.

a) Réseau de vol à très basse altitude

Selon les informations recueillies auprès du Commandement de la Défense Aérienne et des Opérations Aériennes, la zone d'implantation potentielle n'est pas soumise à une quelconque restriction vis-à-vis des zones de vols de l'Armée de l'air.

En l'absence de restriction vis-à-vis des zones de vols de l'Armée de l'air au niveau de la zone d'implantation potentielle, la hauteur des aérogénérateurs n'est pas limitée.

Cependant, compte tenu de la hauteur totale hors sol des éoliennes, un balisage « diurne et nocturne » devra être mis en place.

b) Les radars fixes

D'une manière générale, dans un périmètre de 0 à 30 kilomètres autour des radars de bases aériennes militaires, une étude spécifique détermine les conditions d'implantation de parc éolien :

- ⇒ en dessous de 5 km : exclusion ;
- ⇒ entre 5 et 20 km : exclusion ;
- ⇒ entre 20 et 30 km : accord ou coordination.

La notion de coordination est fonction du nombre d'éoliennes et de leur S.E.R. (Surface Équivalente Radar), ainsi que des paramètres opérationnels.

La zone d'implantation potentielle se situe en dehors de tout périmètre de protection de radar de l'Armée de l'air.

c) Faisceau hertzien

D'après les informations fournies par l'Armée de l'Air il n'existe pas de faisceau hertzien relevant de leurs services passant au niveau de la zone d'implantation potentielle.

2.7.6.3. Aviation de loisirs

La zone d'activité de loisirs aériens la plus proche est celle de l'aérodrome de Glisy située à environ 5,5 km au nord-ouest de la zone d'implantation potentielle. Y sont notamment pratiqués l'ULM, le vol à voile et l'avion de loisir.

2.7.7 - Servitudes de Météo-France

Le **programme ARAMIS** concerne la mise en œuvre et l'exploitation en France des radars météorologiques permettant de localiser les précipitations (pluie, neige, grêle) et de mesurer leur intensité en temps réel. Le réseau ARAMIS comprend 20 radars de précipitations répartis sur le

territoire métropolitain. Ils ont une portée d'environ 100 km pour la mesure et de 150 à 200 km pour la détection des phénomènes dangereux.

La présence d'éoliennes peut présenter des gênes pour l'utilisation des radars hydrométéorologiques. Le rapport en cours d'examen par l'Agence Nationale des Fréquences Radioélectriques fait état de 3 aspects :

- ⇒ l'occultation mécanique du faisceau radar par les obstacles métalliques que sont les éoliennes,
- ⇒ les échos fixes générés par ces mêmes obstacles,
- ⇒ le brouillage de l'information Doppler par la rotation des pales aboutissant à rendre impossible toute mesure de vent dans le voisinage du parc (ces mesures présentent un intérêt dans le cadre de la modélisation des prévisions météorologiques et permettent localement d'avoir une information pertinente sur les transports éventuels de polluants dans un cadre accidentel).

Concernant l'occultation mécanique et les échos fixes, l'ADEME préconise une distance d'au moins 10 km entre les éoliennes et le radar pour éviter l'occultation maximale de 10 % du faisceau radar.

Concernant le brouillage de l'information Doppler, Météo-France demande une distance d'exclusion de 5 km et une distance de coordination de 20 km pour les radars.

Selon les renseignements de Météo-France, il n'y a pas de radar hydrométéorologique dans un rayon de 20 km autour de la zone d'implantation potentielle.

Le radar hydrométéorologique le plus proche est celui d'Abbeville, situé à plus de 50 km à l'ouest de la Z.I.P.



La figure ci-après présente la localisation des radars hydrométéorologiques de Météo-France sur le territoire français et la localisation des communes de Berteaucourt-lès-Thennes et de Thézy-Glimont.



Figure 18 : Zones de protection et zones de coordination pour l'implantation des parcs éoliens à proximité des radars météorologiques de Météo-France

Source : Météo France

2.7.8 - Servitudes de protection de captage

D'après les données de l'Agence Régionale de Santé de la région Picardie, la zone d'implantation potentielle se situe en dehors de tout périmètre de protection éloignée ou rapprochée d'un captage.

Les captages les plus proches sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 28 : Périmètre de protection de captage

Source : A.R.S. Région Picardie

Commune	Périmètre de protection	Distance par rapport à la Z.I.P.
Berteaucourt-lès-Thennes	Frontalier de la Z.I.P.	700 m
Hailles	A environ 2,1 km de la Z.I.P.	2,2 km pour le point le plus proche



Photo 1 : Captage AEP de Berteaucourt-lès-Thennes

© Alise

La zone d'implantation potentielle se trouve en dehors de toute servitude de protection de captage mais est limitrophe du périmètre de protection éloigné du captage de Berteaucourt-lès-Thennes. Par conséquent, les éoliennes seront en dehors de tout périmètre de protection de captage.

2.7.9 - Servitudes relatives aux chemins de fer

Les voies de chemin de fer sont concernées par la servitude T1 « Chemins de fer », imposée en application des dispositions de la loi du 15 juillet 1845. Une distance de sécurité doit être respectée entre les éoliennes et les voies ferrées afin d'éviter tout problème en cas de chute de l'aérogénérateur. Elle correspond à la hauteur totale des éoliennes augmentée de 20 mètres soit dans le cas présent : 170m.

La ligne ferroviaire la plus proche passe à environ 460 mètres à l'ouest de la zone d'implantation potentielle. La Z.I.P. n'est donc pas concernée par cette servitude.

2.7.10 - Autres servitudes

2.7.10.1. Zone de protection lié à l'installation de ball-trap

Il existe au sein de la zone d'implantation potentielle une installation de ball-trap.

La réglementation applicable est l'article A322-143 du Code du Sport : « Si aucun obstacle ne fait office d'écran protecteur, une distance minimale de deux cent cinquante mètres dans la direction normale du tir doit séparer des routes et habitations riveraines tout établissement d'activités physiques ou sportives où sont pratiquées des activités de tir aux armes de chasse. »

Dans le cas présent, un merlon de protection est en cours de création sur les côtés nord et est, c'est-à-dire en face des stands de tir. Il fera office d'écran protecteur. Aucune distance de sécurité ne s'applique vis-à-vis du ball-trap.

Le tableau suivant indique les distances entre les éoliennes et les stands de tir du ball-trap :

Eolienne	Distance par rapport au...	
	...stand nord	...stand sud
E1	800 m	790 m
E2	370 m	385 m
E3	260 m	317 m
E4	220 m	195 m
E5	385 m	350 m
E6	860 m	830 m

Tableau 29 : Distance entre les éoliennes et les stands de tir du ball-trap de Thézy-Glimont

2.8 - RISQUES TECHNOLOGIQUES

2.8.1 - Etablissements classés SEVESO 2

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

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



D'après les renseignements de la DREAL Picardie, il n'y a pas d'établissement classé SEVESO II sur Thézy-Glimont ou Berteaucourt-lès-Thennes ni de zones de dangers retenues au titre de la maîtrise de l'urbanisme.

L'établissement SEVESO 2 « seuil-bas » le plus proche se trouve à environ 2,7 km au sud-est de la zone d'étude sur la commune de Moreuil. Il s'agit de l'entreprise Gaz Energie Distribution. Les établissements SEVESO II seuil haut les plus proches se trouvent sur Amiens à plus de 8 km de la ZIP.

2.8.2 - Installations classées pour la protection de l'environnement

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

Selon la base de données des installations classées, les ICPE les plus proches de l'aire d'étude immédiate, sur les communes voisines, sont les suivantes :

COMMUNE	ETABLISSEMENT	Distance par rapport à la Z.I.P.
Ailly-sur-Noye	COTTINET	1,7 km
Moreuil	UGEPA	2,6 km
	GAZ ENERGIE DISTRIBUTION	2,7 km
	PPG AC	2,8 km
	CEPL	2,9 km
	AMCOR	3 km
Thennes	PARC EOLIEN ALSTOM (THENNES)	2,6 km
Moreuil	EARL PICARD	3,3 km
Boves	SOUSSANA	3,4 km
Hangard	EARL DE LA BELLEVUE	3,6 km
Moreuil	PARC EOLIEN ALSTOM (MOREUIL)	3,9 km
Boves	NORIAP	4,1 km
Cottenchy	EARL LE VIEUX NOYER	4,1 km
Ailly-sur-Noye	VANHOOREBEKE	4,2 km
Boves	SECODE	4,6 km
Glisy	ALLOGA	5,4 km
	CIPELIA	5,9 km
	CLARINS	6,0 km
	FLOREAL	6,1 km
	GEANT CASINO	6,1 km

COMMUNE	ETABLISSEMENT	Distance par rapport à la Z.I.P.
Villers-Bretonneux	STDN	6,5 km
	MECACORP	6,6 km
Rouvrel	EARL FERME SENCE	6,6 km
Villers-Bretonneux	EROBES DU VAL DE SOMME	6,7 km
	SALAISONS DU TERROIR	6,7 km
	GOODMAN	6,8 km
	TRD VIDAM	6,8 km
Vacquemont	ROQUETTES FRERES	6,9 km
Mézières-en-Santerre	GEOMAERE ETIENNE	7,4 km
Sains-en-Amiénois	EARL DUBAN	7,6 km
Longueau	SNCF	7,9 km
Estrée-sur-Noye	COQUERELLE OLIVIER	8,2 km
Fouilloy	IPS	8,3 km
Aubigny	CENTRE R&D	8,7 km
Camon	PICARDIE CHROME	8,8 km
Aubigny	NESTLE	8,8 km
Camon	DSA	8,9 km
Ailly-sur-Noye	SALMON LEPAGE	9,1 km
Corbie	CAPSOM	9,2 km
Marcelcave	CAPSOM	9,2 km
	GDE	9,4 km
Corbie	DCDIS	9,5 km
	NORIAP	9,7 km
Ailly-sur-Noye	TUBESCA	9,8 km

Les établissements en vert sont classés SEVESO « seuil bas »

Tableau 30 : Liste des installations classées dans un rayon de 10 km autour de la zone d'implantation potentielle

Source : Base des Installations Classées

L'installation classée pour la protection de l'environnement la plus proche de la ZIP est l'établissement Cottinet situé à environ 1,7 km au sud-ouest de la zone d'implantation potentielle.

2.8.2.1. Parcs éoliens

Le tableau suivant présente les parcs éoliens en fonctionnement, dont le permis est autorisé et en instruction dans le périmètre éloigné :

Commune(s)	Parc Eolien	Etat
Thennes et Moreuil (80)	Parc du Chêne Courteau	Autorisé
Moreuil (80)	Parc des Terres de l'Abbaye	Autorisé
Mézières-en-Santerre (80)	Non nommé	Autorisé
Le Plessier-Rozainvillers et Hangest-en-Santerre (80)	Non nommé	Autorisé
Le Quesnel (80)	La Demie Lieue	Autorisé
Dommartin, Hailles, Morisel et Rouvrel (80)	Ferme éolienne de l'Arguillère	Autorisé
Contoire et Davenescourt (80)	Non nommé	En instruction
Hangest-en-Santerre (80)	Parc du Champ perdu	En fonctionnement
Chirmont, Thory, Louvrechy et Sourdon (80)	Non nommé	En fonctionnement
Hargicourt (80)	Non nommé	En fonctionnement
Caix (80)	Non nommé	En fonctionnement
Oresmaux (80)	Non nommé	En fonctionnement

Tableau 31 : Parcs éoliens dans l'aire d'étude éloignée (16 km)

Source : DREAL Picardie

Le parc éolien en fonctionnement le plus proche est celui du Val de Noye I situé à environ 11,2 km au sud. Le projet de parc éolien le plus proche est celui du Chêne Courteau, situé à 3,6 km au Sud-Est des Eoliennes du Trèfle.

2.8.2.2. Plan de Prévention des Risques Technologiques

Les plans de prévention des risques technologiques (PPRT) ont été institués suite à la catastrophe de l'usine AZF de Toulouse de 2001 par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

Ils ont pour objectifs de résoudre les situations difficiles en matière d'urbanisme héritées du passé et de mieux encadrer l'urbanisation future.

D'après les données de la DREAL de la région Picardie, les communes de Thézy-Glimont et Berteaucourt-lès-Thennes ne sont pas concernées par un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).



2.8.3 - Le transport de matières et de marchandises dangereuses

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

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

D'après les renseignements du Dossier Départemental sur les Risques Majeurs de la Somme, Berteaucourt-lès-Thennes et Thézy-Glimont ne sont pas soumises au risque de transport de marchandises dangereuses.

2.8.4 - Risque nucléaire

Le site nucléaire le plus proche est le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (C.N.P.E) de Penly à environ 84 km de la zone d'implantation potentielle.

La distance géographique d'une centrale nucléaire n'est pas un indicateur pertinent de l'exposition au risque. En effet, cette dernière dépend de nombreux autres facteurs comme la topographie, l'orientation des vents dominants, les précipitations, etc. Ainsi, une ville située à 80 km d'un site nucléaire mais dans le sens du vent, est plus exposée qu'une autre située à 30 km de la même installation mais abritée par le relief ou les vents dominants.

Il est donc très difficile de déterminer le niveau de risque nucléaire d'une zone géographique.

Le risque nucléaire sur les communes d'implantation est très faible mais ne peut être exclu.

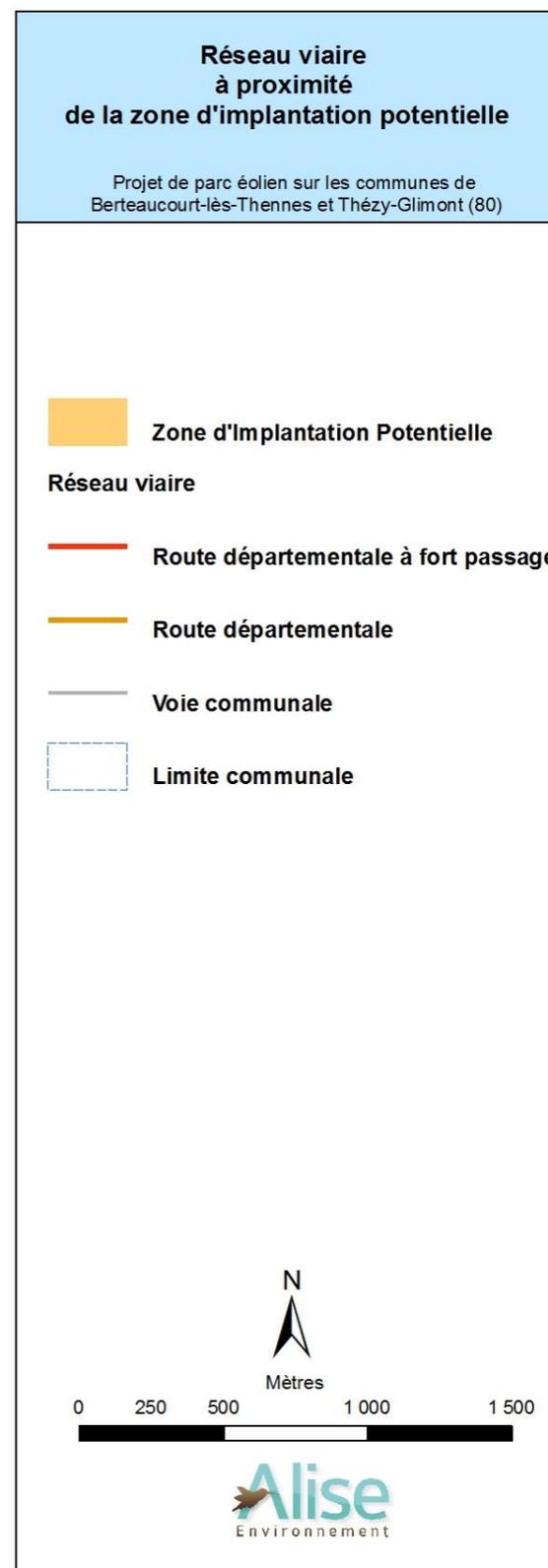
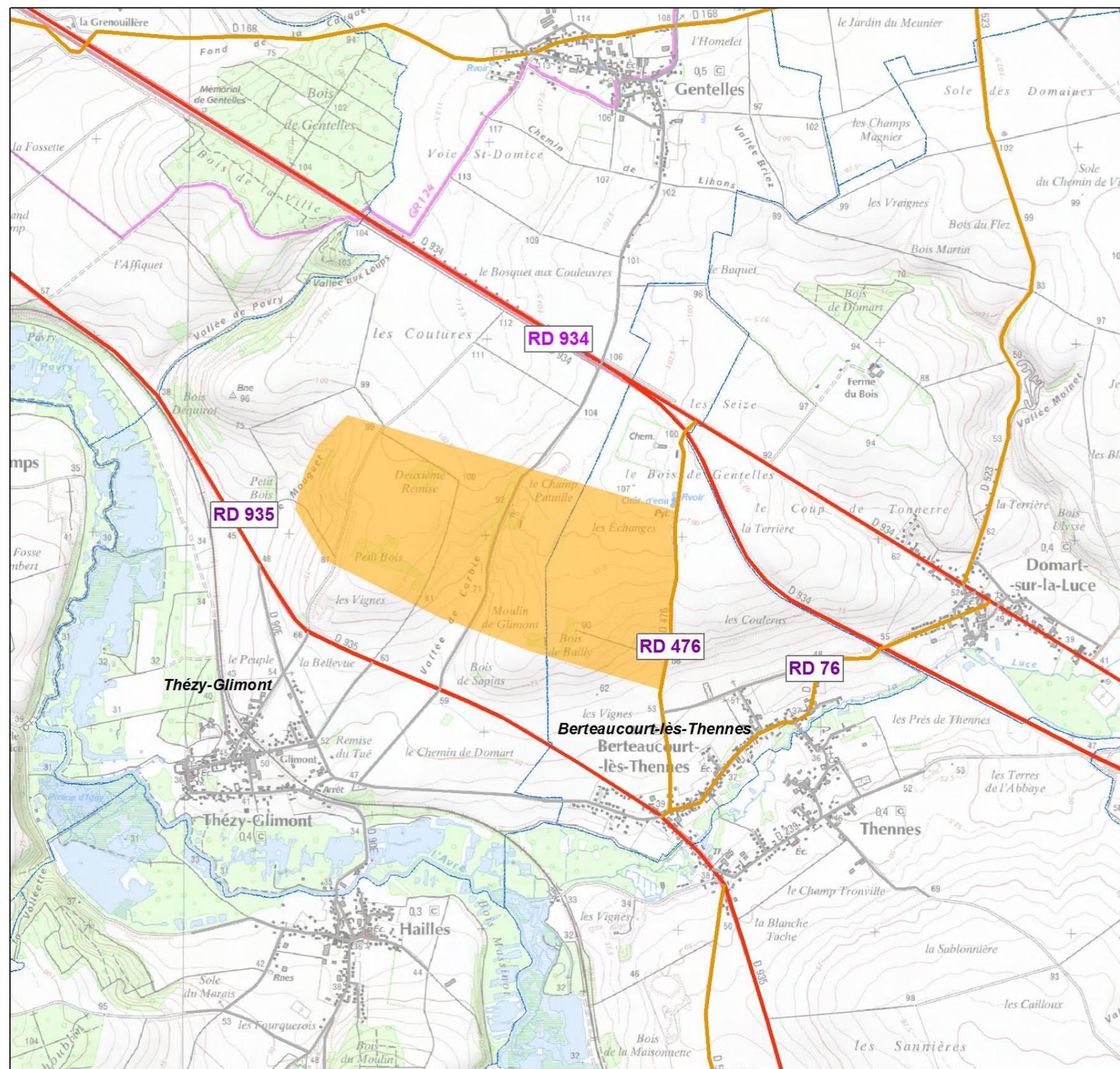


Figure 19 : Réseau viaire

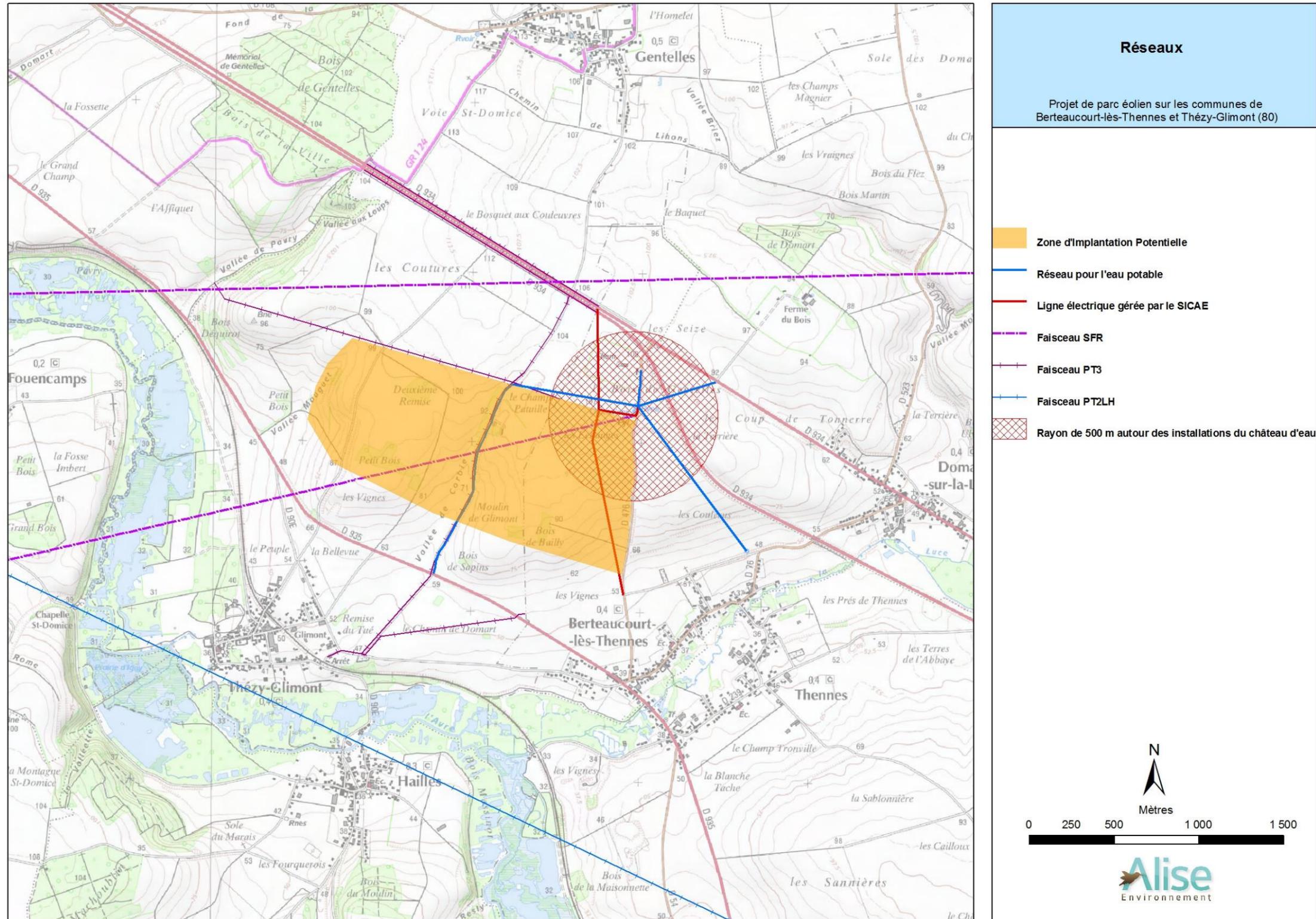


Figure 20 : Réseaux

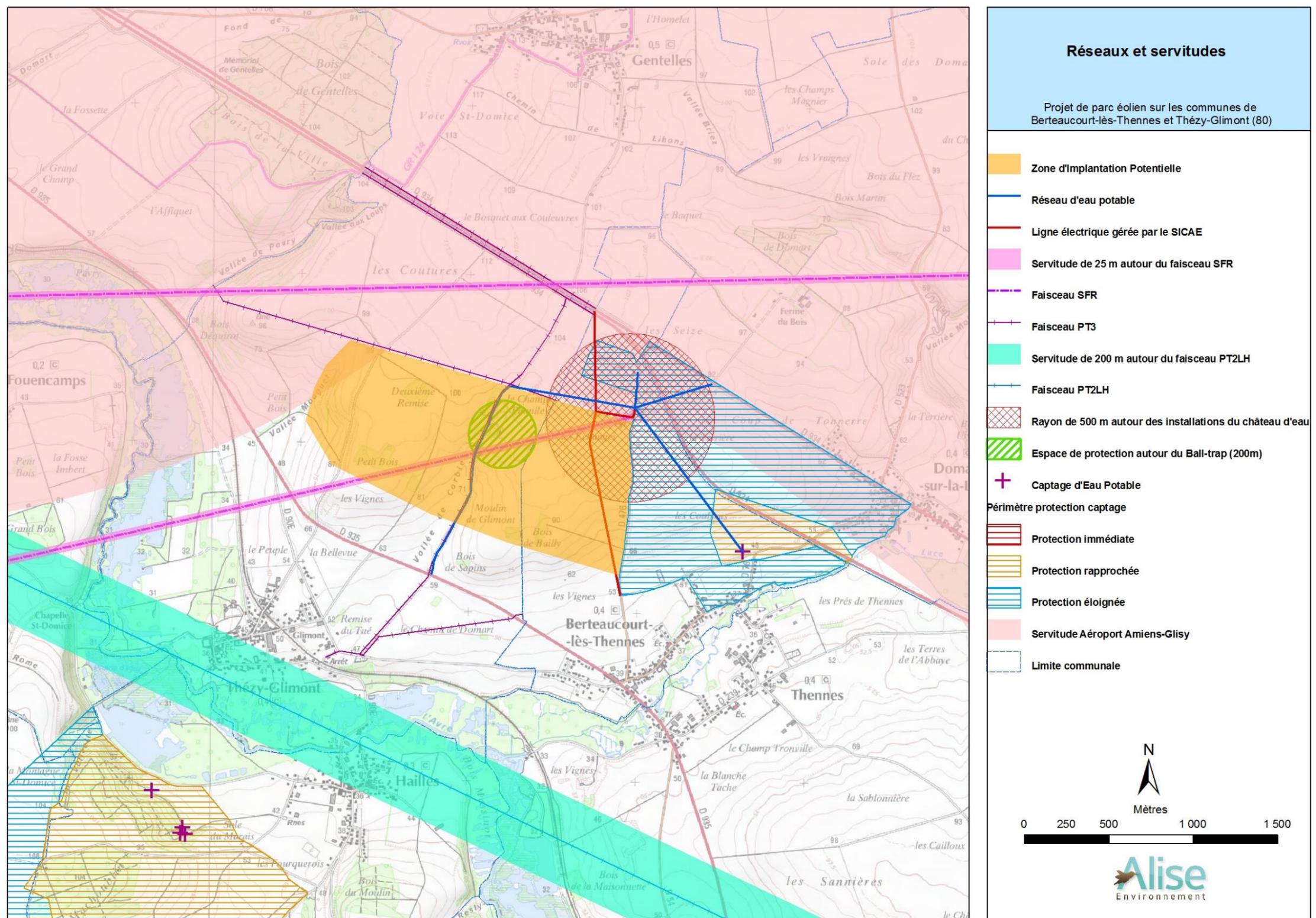


Figure 21 : Réseaux et servitudes



Département: Somme (80)
Commune: Thézy-Glimont

Eoliennes du Trèfles
Contexte éolien au
21/12/16

20Km autour du projet

Contexte éolien

- Eoliennes construites
- Eoliennes accordées
- Eoliennes en instruction avec AE
- Eoliennes en instruction

Données: SRE Picardie
Application Cartelie
Consultée le : 21/12/16



0 2 4 6 km



H2air SAS info@h2air.fr
29 Rue des Trois Cailloux 80000 Amiens
tél: +33(0)3 2280 01 64
fax: +33 (0)3 22 72 61 84
www.h2air.fr

22/12/16

Figure 22 : Contexte éolien sur un périmètre de 20 km



3 - CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

3.1 - NOMBRE D'ÉQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES, CAS GÉNÉRAUX

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

Le Tableau 32 ci-après présente le nombre de personnes permanentes ou équivalent-personnes permanentes présentes dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes :

Secteur ou infrastructure	Type	Nombre d'équivalent personnes permanentes	Eoliennes concernées (aire d'étude de 500 m)
RD 934	Voie de circulation structurante (> 2 000 véhicules/jour)	0,4 personne par km exposé par tranche de 100 véhicules / jour	Néant
RD 935	Voie de circulation structurante (> 2 000 véhicules/jour)	0,4 personne par km exposé par tranche de 100 véhicules / jour	Néant
RD 476	Voie de circulation structurante (> 2 000 véhicules/jour)	0,4 personne par km exposé par tranche de 100 véhicules / jour	Néant
Voies communales	Voie de circulation automobile non structurante (<2 000 véhicules/jour) → Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne / 10 hectares	E2, E3, E4 et E5
Chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1 personne / 10 hectares	Toutes les éoliennes
Champs, prairies, Boisements	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1 personne / 100 hectares	Toutes les éoliennes
Ball-trap	Etablissement Recevant du Public	Cf. ci-après	E2, E3, E4 et E5
SCEA Ferme de Thézy	Zone d'activité	Cf. ci-après	E3

Tableau 32 : Nombre d'équivalent-personnes permanentes dans l'aire d'étude

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur/infrastructure est présentée en annexe 1A. Elle se base sur la fiche

n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologique applicables aux études de dangers.

3.2 - NOMBRE D'ÉQUIVALENT PERSONNES PERMANENTES, CAS PARTICULIERS

Deux cas particuliers sont recensés au sein du périmètre de la présente étude de dangers : le ball-trap et la SCEA Ferme de Thézy.

❖ Nombre de personnes fréquentant le ball-trap

Le ball-trap de Thézy-Glimont (association loi 1901) a été créé par M. Finaz en 2006 et compte 90 licenciés. Il est ouvert 1 ou plusieurs jours par semaine selon la période de l'année (cf. calendriers en Annexe 7). Le nombre de personnes présentes sur le site du ball-trap dépend donc de la période de l'année et des activités : compétition ou entraînement.

Hors saison (de septembre à février – mars), on estime que 30 personnes maximum peuvent être présentes sur le site lors des entraînements (15 tireurs licenciés et 15 accompagnants).

En haute saison, ce nombre passe à **100 personnes maximum** lors des entraînements (50 tireurs licenciés et 50 accompagnants).

Le ball-trap organise un championnat de la ligue de Picardie sur 1 à 2 jours au cours de laquelle jusqu'à 200 personnes peuvent être présentes (100 tireurs licenciés et 100 accompagnants).

Une compétition du championnat de sélection nationale est également organisée avec potentiellement **jusqu'à 400 personnes** sur le site (200 tireurs licenciés et 200 accompagnants). Elle dure 3 jours.

Ces compétitions ont lieu tous les 3 ans.

Les horaires d'ouverture du ball-trap sont théoriquement de 8h à 19h mais la plupart du temps, il est ouvert de 14h à 18h ou 19h, le samedi et/ou le dimanche.

❖ Nombre de personnes fréquentant l'exploitation SCEA Ferme de Thézy

D'après les renseignements du site www.societe.com, la SCEA Ferme de Thézy (au lieu-dit « Le Bois de Gentelles sur Thézy-Glimont) compte 1 à 2 salariés.

On considère la présence permanente de **10 personnes maximum** sur l'exploitation :

- l'exploitant agricole,
- 2 salariés,
- d'éventuels intervenants extérieurs (vétérinaires, etc.).

Cette hypothèse est maximisante.

❖ Méthode de comptage du nombre de personnes exposées pour le ball-trap et la SCEA Ferme de Thézy

La méthode de comptage des enjeux humains pour ces deux infrastructures est présentée en annexe 1B du présent document. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Le ball-trap étant un bâtiment de loisir, il est considéré comme un Etablissement Recevant du Public. Conformément à la partie « A.2. Etablissements Recevant du Public (ERP) », les chiffres de fréquentation du ball-trap sont issus du retour d'expérience (cités ci-avant).

Conformément à la partie « A.3. Zones d'activités », les chiffres de fréquentation de la SCEA Ferme de Thézy prennent en compte *a minima* le nombre de salariés (cités ci-avant).

Conformément à la partie « A.1. Zones d'effets et identification des ensembles homogènes », la surface de l'intersection entre la zone d'effet du risque étudié et l'emprise de l'infrastructure est calculée. Le nombre de personnes exposées est ensuite calculé au prorata de cette surface occupée par rapport à l'emprise totale de l'infrastructure. Le calcul suivant a été appliqué :

$$\text{Nombre de personnes exposées} = (S_{\text{int}} * F_{\text{max}}) / S_{\text{tot}}$$

S_{int} = Surface de l'intersection de la zone d'effet et de l'emprise de l'infrastructure étudiée

F_{max} = Chiffre de fréquentation maximum de l'infrastructure

S_{tot} = Surface de l'emprise totale de l'infrastructure étudiée

3.3 - CARTOGRAPHIE

La Figure 23, page 41 présente une synthèse de l'état initial du site du projet.

La Figure 24, page 42, permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude pour chacun des aérogénérateurs. Cette dernière a été réalisée à partir des données du Tableau 32.

De plus, les Figures 36 à 39 permettent d'illustrer les différentes surfaces calculées et prises en compte pour calculer le nombre de personnes exposées concernant ball-trap et la SCEA Ferme de Thézy.

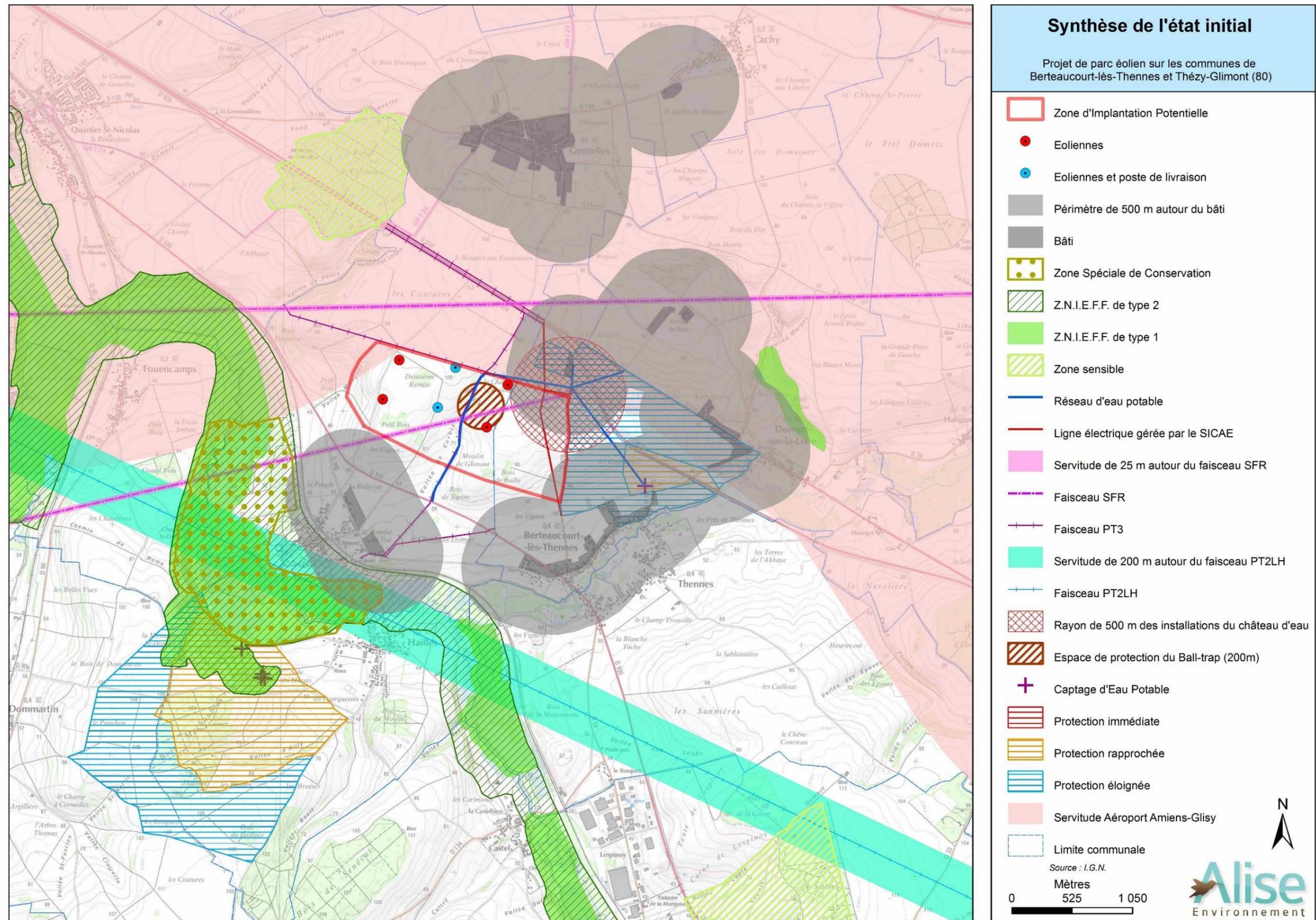


Figure 23 : Carte de synthèse de l'état initial

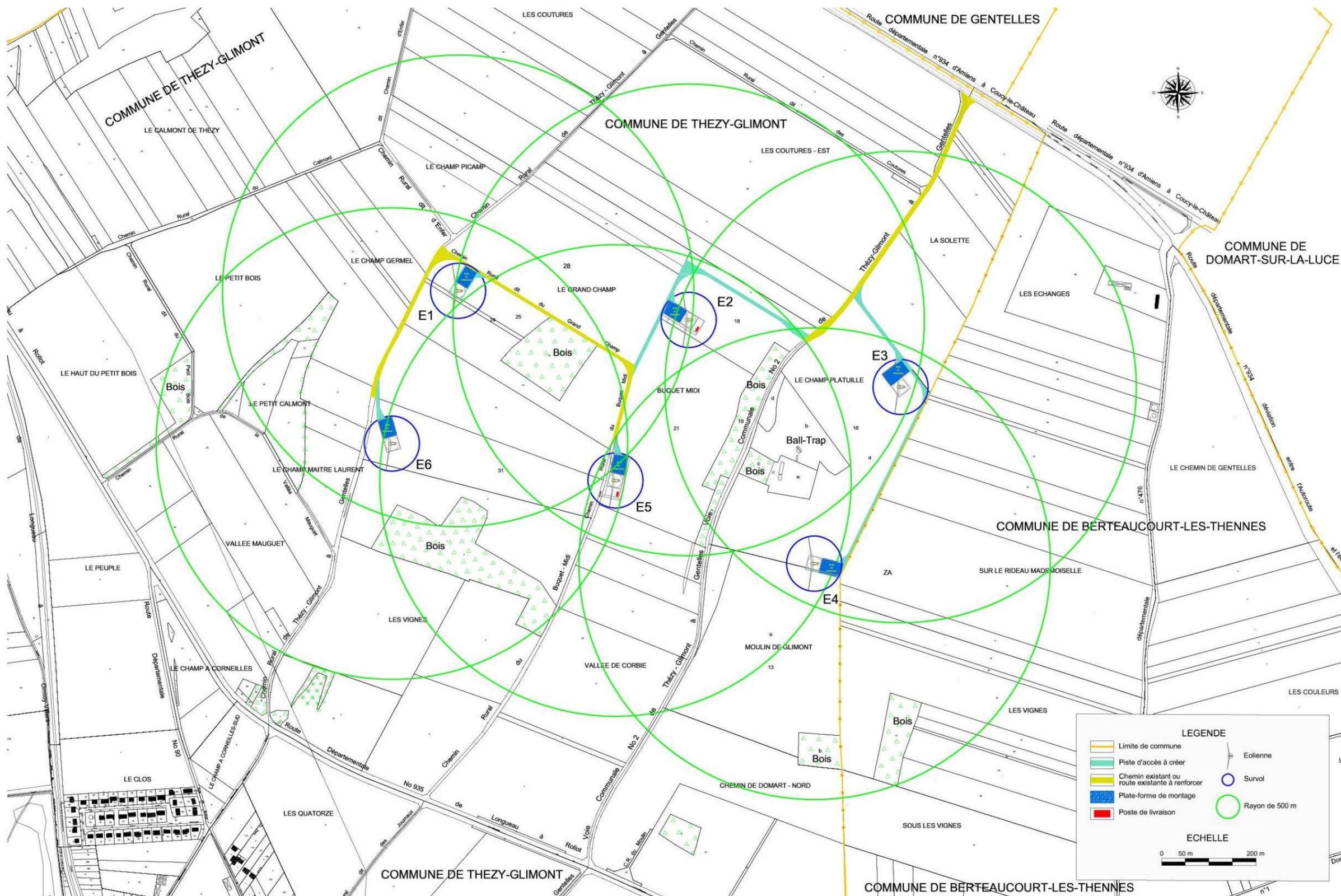


Figure 24 : Carte des enjeux dans un rayon de 500 m autour des éoliennes



Chapitre 4 – ACTIVITE 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.

La description complète du projet est présentée dans l'étude d'impact (chapitre 2 – Présentation générale du parc éolien). Une synthèse de cette partie est proposée ci-après.

1 - NATURE DES ACTIVITES

Le projet retenu consiste en l'implantation d'un parc éolien composé de 6 éoliennes d'une puissance nominale unitaire de 3,3 MW sur la commune de Thézy-Glimont, dans le département de la Somme. Les caractéristiques des éoliennes sont les suivantes :

- Mât : 91,5 m,
- Diamètre du rotor : 117 m,
- Hauteur totale (mât + pales) : 150 m ;

Plusieurs gammes de turbines répondent à ce critère. L'étude de dangers présente les résultats pour le type de turbine ayant les caractéristiques suivantes :

- ⇒ Hauteur du mât au moyeu : 91,5 m,
- ⇒ Longueur des pales : 58,5 m,
- ⇒ Largeur maximum du mât (à la base) : 4,3 m,
- ⇒ Largeur maximale des pales (corde) : 4,0 m.

2 - CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

2.1 - CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

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 :

- ⇒ plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- ⇒ un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- ⇒ un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le

réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;

- ⇒ un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- ⇒ un réseau de chemins d'accès ;
- ⇒ éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

2.2 - ELEMENTS 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 se composent de trois principaux éléments :

- ⇒ Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- ⇒ Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- ⇒ La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - le système de freinage mécanique ;
 - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
 - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

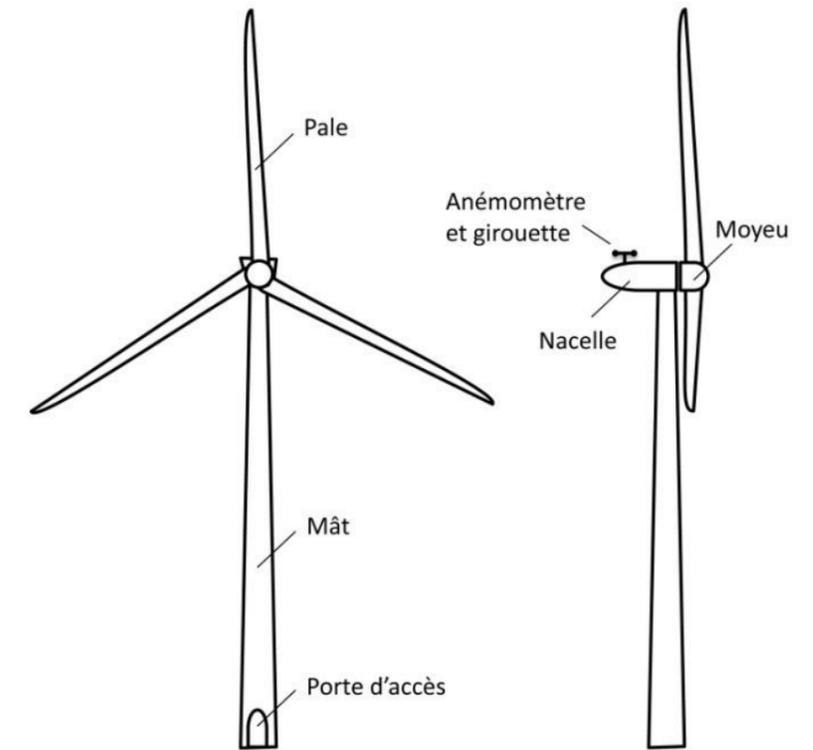


Figure 25 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

2.2.1 - Emprise au sol

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

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

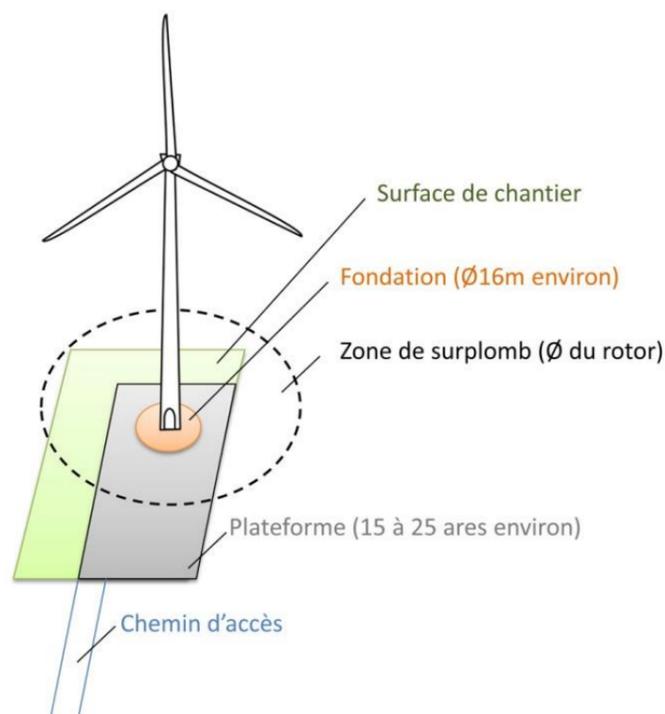


Figure 26 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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

2.2.2 - Chemins d'accès

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

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

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

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

2.3 - ACTIVITE DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien « Eoliennes du Trèfle » sera la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec des éoliennes ayant les caractéristiques suivantes :

Eolienne	Type	Hauteur du mât	Hauteur totale (mât + pales)
E1	VESTAS V117-3.3MW	91,5 m	150 m
E2	VESTAS V117-3.3MW	91,5 m	150 m
E3	VESTAS V117-3.3MW	91,5 m	150 m
E4	VESTAS V117-3.3MW	91,5 m	150 m
E5	VESTAS V117-3.3MW	91,5 m	150 m
E6	VESTAS V117-3.3MW	91,5 m	150 m

Tableau 33 : Caractéristiques des éoliennes

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

2.4 - COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc « Eoliennes du Trèfle » sera composé de 6 aérogénérateurs et de 2 postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur totale en bout de pales de 150 m (turbine Vestas V117).

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs :

Eoliennes	Coordonnées						Altitude (en m NGF)	
	Lambert 93		Lambert II étendu		WGS 84		Pied de l'éolienne	Bout de pale
	X	Y	X	Y	X	Y		
E1	659723	6969998	607502	2536780	2°26'26,30"	49°49'39,10"	100 m	250 m
E2	660211	6969936	607992	2536722	2°26'50,71"	49°49'37,21"	105 m	255 m
E3	660661	6969794	608443	2536584	2°27'13,26"	49°49'32,72"	103 m	253 m
E4	660478	6969420	608262	2536207	2°27'04,24"	49°49'20,58"	97 m	247 m
E5	660056	6969596	607840	2536381	2°26'43,10"	49°49'26,17"	90 m	240 m
E6	659582	6969674	607365	2536455	2°26'19,36"	49°49'28,59"	90 m	240 m
PDL1	660235	6969928	608016	2536714	2°26'51,92"	49°49'36,95"	105 m	-
PDL2	660061	6969568	607845	2536353	2°26'43,34"	49°49'25,27"	90 m	-

Tableau 34 : Coordonnées des éoliennes

Le balisage mis en place répondra aux dispositions de l'arrêté du 13 novembre 2009. Les postes de livraison seront situés au pied des éoliennes E2 et E5.

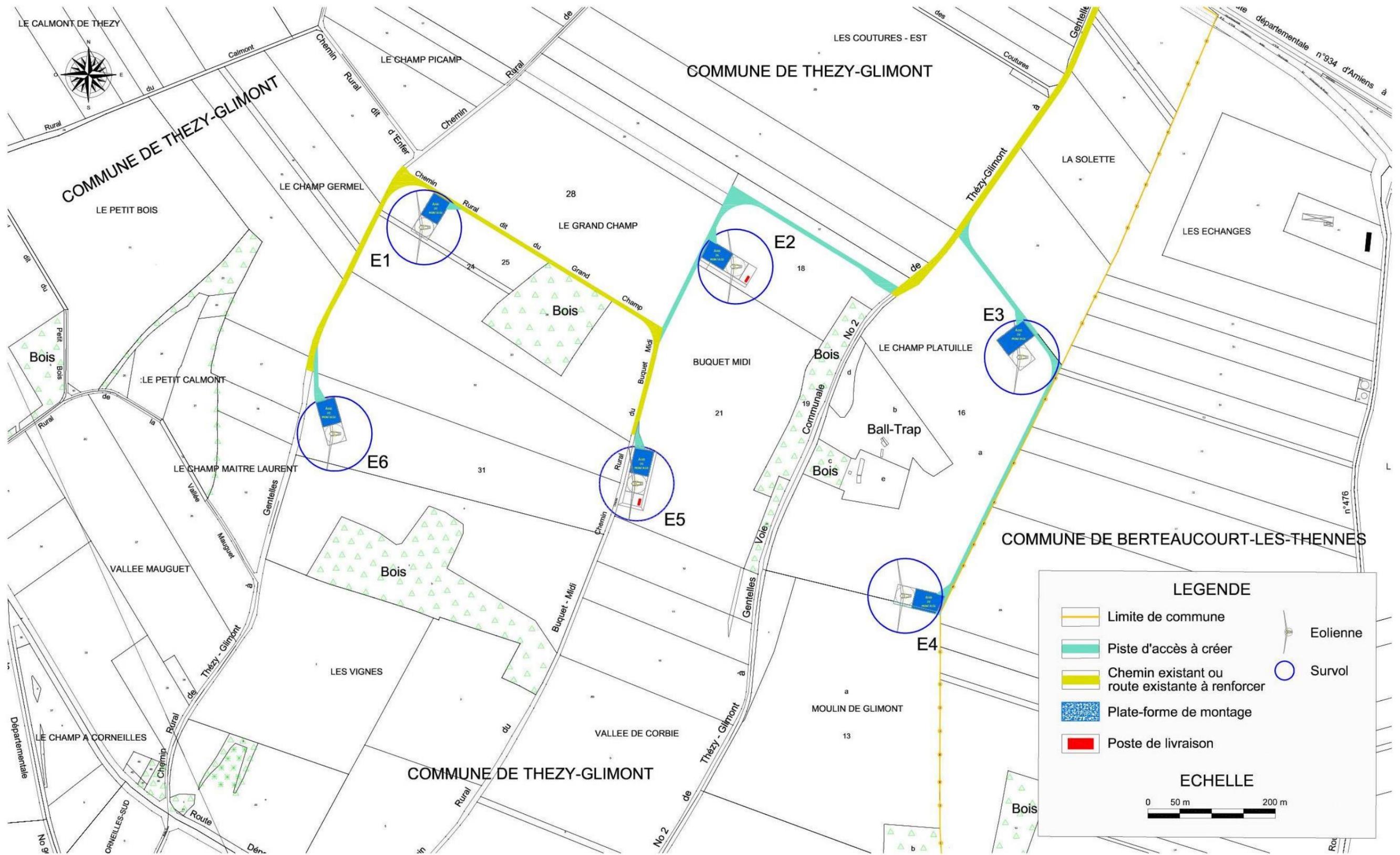


Figure 27 : Plan détaillé de l'installation



3 - FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

3.1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par **la girouette** qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 2,0 MW par exemple, la production électrique atteint 2 000 kWh 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.

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	→ Environ 300 m ²
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	→ Hauteur maxi des parties fixe et mobile : 150 m → Hauteur maxi de l'axe du moyeu : 91,5 m → Diamètre de la base de la tour : 4,3 m
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	→ Générateur asynchrone à courant biphasé → Système de réglage indépendant de chaque pale : 3 unités indépendantes avec système d'alimentation électrique de secours
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	→ Nombre de pales : 3 → Diamètre du rotor : 117 m → Vitesse maximale du rotor : 17,66 tr/min
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	→ Transformateur intégré au mât de l'éolienne
Postes de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	→ Surface : 26 m ²

Tableau 35 : Caractéristiques de fonctionnement

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

Description	Données techniques
Fondations	Environ 700 m ²
Plate-forme type	Environ 1 200,00 m ²
Postes de livraison	Longueur : 9,50m x largeur : 2,70 m, Hauteur : 2,70 m
Chemin d'accès permanent	Largeur exempte d'obstacle : 5,50m
Poids par essieu	12 tonnes

Tableau 36 : Caractéristiques techniques des éléments constituant du parc éolien



3.2 - SECURITE DES INSTALLATIONS

3.2.1 - Réglementation en matière de sécurité des éoliennes

Concernant la réglementation européenne relative à la sécurité, les exigences essentielles sont fixées par la directive « Machines » n°2006/42/CE du 17 mai 2006.

Selon la réglementation européenne, une éolienne mise sur le marché est soumise à une quadruple obligation :

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

Plus particulièrement, les exigences essentielles de sécurité de la réglementation européenne couvrent les risques d'effondrement et d'éjections d'objets susceptibles d'affecter le public et les biens des tiers.

De plus, une éolienne doit également satisfaire aux exigences en matière de sécurité de la directive 73/23/CEE du 19 février 1973 relative aux équipements électriques ainsi que de la directive 89/336/CEE du 3 mai 1989 relative à la compatibilité électromagnétique.

En ce qui concerne la normalisation internationale, une norme relative aux aérogénérateurs a été établie par la CEI (Commission Electrotechnique Internationale – IEC en anglais). Ainsi, la solidité intrinsèque des éoliennes et leur adéquation aux conditions du site du projet sont assurées par la mise en place d'un référentiel de conception défini par la norme IEC 61400-1. Le porteur de projet s'assure que le constructeur fournisse des éoliennes dont toutes les parties sont conformes à cette norme et qu'il délivre un certificat de conformité à la norme IEC 61400-1 adapté aux conditions de vent du site et réalisé suivant les règles et procédures de l'IEC WT 01. La fourniture des certificats est une condition de la réception définitive de l'installation.

De la même façon, au niveau européen, une norme a été établie en tant que norme « harmonisée » afin de satisfaire aux exigences essentielles de sécurité de la réglementation « Machines ». Il s'agit de la norme EN 50308 (homologuée également en France sous la référence NFEN 50308), qui doit être prise en compte pour la conception, le fonctionnement et la maintenance des éoliennes.

La construction des fondations se base sur des études de sol précises réalisées par un bureau d'études géotechniques selon la norme NFP 94-500. D'autre part, le dimensionnement des fondations est effectué par un autre

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

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

Le porteur du projet s'engage à installer des éoliennes strictement conformes aux exigences énoncées plus haut. Dans le cas des éoliennes comme la VESTAS V117 – 3.3 MW, l'ensemble des certifications fournies par le constructeur garantit que chacun des composants de l'éolienne est conçu de manière à résister à des conditions bien plus extrêmes que celles qui sont observées sur le site d'implantation concerné par le présent projet.

3.2.2 - Principaux systèmes de sécurité

Toutes les éoliennes du gabarit de la VESTAS V117 – 3,3 MW sont équipées des dernières technologies en matière de sécurité.

3.2.2.1. Système de balisage

Conformément aux exigences de l'Aviation civile (DGAC) et de l'Armée de l'Air, notifiées dans l'arrêté ministériel du 13 novembre 2009 et dans l'arrêté ministériel du 26 août 2011, les éoliennes seront équipées de feux de signalisation diurne et nocturne :

- ⇒ Balisage diurne : 20 000 Cd blanc
- ⇒ Balisage nocturne : 2 000 Cd rouge

Ce type de balisage aéronautique présente moins d'impact visuel que de peindre en rouge le bout des pales, comme cela se fait dans d'autres pays européens.

Le balisage du parc éolien fera l'objet d'une concertation ultérieure avec les services aéronautiques.

Les feux à éclats seront synchronisés au sein d'un même parc afin de limiter l'effet de « clignotement ». Il est aussi possible de diriger le faisceau du flash vers le haut à l'aide d'un déflecteur fixé au-dessous du balisage lumineux et qui limite la diffusion du flash vers le sol.

3.2.2.2. Système de sécurité en cas de tempête

L'éolienne ne démarre pas si elle se trouve à l'arrêt ou en fonctionnement au ralenti lorsque la vitesse du vent dépasse la vitesse de vent de coupure. L'éolienne s'arrête également si l'angle maximum admis pour les pales est dépassé. Un anémomètre gelé ne constitue donc pas un risque pour la sécurité. Dans tous les cas, l'éolienne passe en fonctionnement au ralenti.

L'éolienne démarre automatiquement lorsque la vitesse du vent tombe en dessous de la vitesse de vent de coupure pendant 10 minutes consécutives.

L'éolienne est équipée d'un système permettant d'éviter un arrêt brutal si les vitesses du vent dépassent la vitesse maximale admissible, mais la puissance est progressivement réduite par le réglage de l'angle des pales du rotor.

3.2.2.3. Système de sécurité contre la foudre

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

Pour la protection parafoudre extérieure, la pointe de la pale est en aluminium moulé, le bord d'attaque et le bord de fuite de la pale du rotor sont équipés de profilés aluminium, reliés par un anneau en aluminium à la base de la pale. Un coup de foudre est absorbé en toute sécurité par ces profilés et le courant de foudre est dévié vers la terre entourant la base de l'éolienne.

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

De même, l'anémomètre est protégé et entouré d'un arceau.

L'éolienne retenue sera équipée d'une installation de protection anti-foudre conforme à la norme internationale IEC 61024-1 II.

3.2.2.4. Système de sécurité contre le gel

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

Ces dépôts sur les pales de l'éolienne modifient les caractéristiques aérodynamiques (et donc le rendement). Cependant, cette modification est identifiée par le système de contrôle de l'éolienne, qui dispose d'un système d'arrêt automatique en cas de dépôt de glace, givre ou neige sur les pales.



Tous les aérogénérateurs sont équipés en standard d'un système de déduction de glace capable de déduire la présence de givre sur les pales et de mettre la machine à l'arrêt. Il convient également de mettre en place des périmètres de sécurité (correspondant à la zone de survol des pales).

L'identification des dépôts de glace repose sur le principe suivant :

- ⇒ **Contrôle des anémomètres** : Le système de déduction de présence de glace proposé par le constructeur Vestas dans le cadre de ce projet est un système passif. Il est composé de deux anémomètres, l'un chauffé et l'autre non chauffé. Lorsque la mesure du vent diffère entre ces deux instruments (selon un seuil défini et modulable et pour une température inférieure à 5°C), cela signifie que l'anémomètre non chauffé a gelé. La présence de glace est donc déduite.

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

3.2.2.5. Système de sécurité contre les incendies

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

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

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

D'autre part, des extincteurs à CO₂ (préconisés pour les feux électriques) sont placés au niveau des points sensibles que sont la nacelle et le transformateur (situé dans le mât). Ils peuvent être utilisés par les agents de maintenance lorsque ceux-ci se trouvent dans l'éolienne.

L'éolienne retenue sera équipée de détecteurs permettant de mettre la machine à l'arrêt en cas d'incendie ainsi que d'extincteurs à CO₂ pour faire face à tout début d'incendie lors des visites de contrôle ou de maintenance par les techniciens.

3.2.2.6. Système de freinage

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

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

L'arrêt complet du rotor n'a lieu qu'à des fins de maintenance et en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence. Dans ce cas, un frein d'arrêt supplémentaire ne se déclenche que lorsque le rotor freine partiellement, les pales s'étant inclinées. Le dispositif de blocage du rotor ne peut être actionné que manuellement et en dernière sécurité, à des fins de maintenance.

3.2.2.7. Système d'arrêt d'urgence

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

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

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

Si nécessaire, l'éolienne peut être stoppée immédiatement, en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence (armoire de commande). Ce bouton déclenche un freinage d'urgence sur le rotor, avec une inclinaison rapide par l'intermédiaire des unités de réglage des pales et de freinage d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique est actionné simultanément. L'alimentation électrique de tous les composants reste assurée.

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

Si l'interrupteur principal de l'armoire de commande est mis en position d'arrêt, tous les composants de l'éolienne, à l'exception de l'éclairage du mât et de l'armoire électrique, ainsi que les différents interrupteurs

d'éclairage et les connecteurs mobiles, sont déconnectés. L'éolienne déclenche l'inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des dispositifs d'inclinaison d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique n'est pas activé lorsque l'interrupteur principal est actionné.

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

3.2.2.8. Certification de conformité aux normes européennes

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

3.2.2.9. Vérification de stabilité des ouvrages

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

3.2.2.10. Accessibilité

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

3.3 - OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Conformément à la directive 98/37/CE les machines feront l'objet de contrôles réguliers par des contrôleurs agréés. Le rythme de passage au moins annuel sera fixé et fera l'objet d'un engagement écrit auprès des autorités compétentes. Ce point est repris de manière plus développée et précise au paragraphe 7.1 - du chapitre 5, page 56.

3.4 - STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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



4 - FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

4.1 - RESEAUX ELECTRIQUES

4.1.1 - Réseau inter-éolien

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

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Une ligne enterrée relie chaque éolienne au poste électrique général de livraison. Les raccordements sont en totalité réalisés au moyen de câbles normalisés enfouis.

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

La société « Eoliennes du Trèfle » sollicite l'approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution de l'électricité conformément à l'article 24 du décret n°2011-1967 du 1^{er} décembre 2011 et à l'article L323-11 du Code de l'énergie.

L'ensemble des éléments techniques relatifs à cette demande incluant une description des liaisons électriques, du système de distribution, des conducteurs souterrains, des postes de livraison se situe en Annexe 8 du présent dossier.

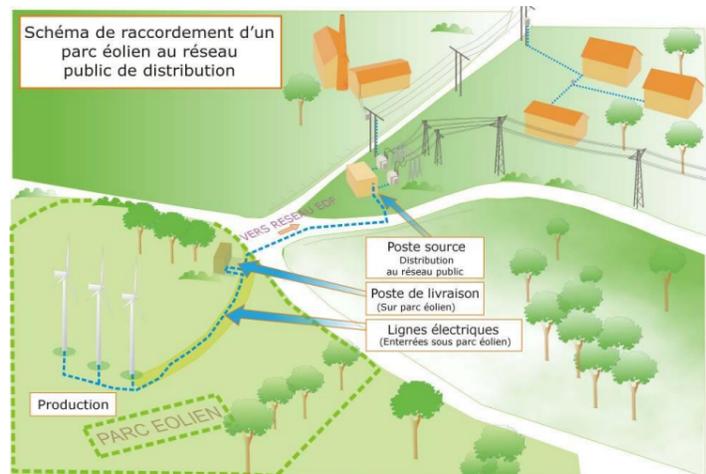


Figure 28 : Composants du parc éolien

Source : ADEME

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

4.1.2 - Poste de livraison

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

La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

Pour les 6 éoliennes du parc « Eoliennes du Trèfle », 2 postes de livraison sont nécessaires. Ils seront placés au pied des éoliennes E2 et E5 respectivement sur les parcelles ZB 18 et ZB 21 sur Thézy-Glimont. Il comprendra :

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

4.1.3 - Réseau électrique externe

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

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

Les conditions de raccordement depuis les postes de livraison vers le réseau électrique existant seront conformes au décret n°2008-386 du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'installations de production aux réseaux publics d'électricité, complété par deux arrêtés d'application de même date (publiés au Journal Officiel du 25 avril 2008).

Le projet « Eoliennes du Trèfle » sera raccordé au poste source de Quentois sur la commune de Glisy qui est situé à environ 7 km à vol d'oiseau.

Sauf dispositions électrotechniques spécifiques, les conditions de raccordement depuis le poste de livraison vers le réseau électrique existant seront conformes à l'arrêté du 3 juin 1998 relatif aux conditions de raccordement au réseau public HTA des installations de production autonome d'énergie électrique de puissance installée supérieure à 1 MW.

Cet arrêté a pour objectif d'éviter toute perturbation sensible sur le réseau ERDF local de type harmonique, flickers (pouvant entraîner des variations

rapides de tension chez les clients voisins) ou encore perturbation du signal 175 Hz (par exemple).

Les postes de livraison serviront à relier les 6 éoliennes de la zone d'implantation au poste source par un câble électrique souterrain qui pourra être installé le long des voies communales et des routes départementales.

4.2 - AUTRES RESEAUX

4.2.1 - Réseaux d'eau

D'après les renseignements obtenus auprès de la mairie de la commune d'implantation, il n'y a pas de canalisation d'eau, ni de canalisation d'assainissement dans le secteur du projet, c'est-à-dire dans un périmètre d'au moins 100 m autour des éoliennes.

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

4.2.2 - Réseaux d'hydrocarbures

Il n'y a pas de canalisation d'hydrocarbures sur la commune d'implantation.

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





Chapitre 5 – IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION





Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc.

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, seront traitées dans l'analyse de risques.

5 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien « Eoliennes du Trèfle » sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

- ⇒ produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage...), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux ;
- ⇒ produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, 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.

5.1 - INVENTAIRE DES PRODUITS

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont limités. Les seuls produits présents en phase d'exploitation sont :

- ⇒ l'huile hydraulique (circuit haute pression),
- ⇒ l'huile de lubrification du multiplicateur,
- ⇒ l'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement,
- ⇒ les graisses pour les roulements et systèmes d'entrainements,
- ⇒ l'hexafluorure de soufre (SF₆), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique.

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).

5.2 - DANGER DES PRODUITS

5.2.1 - Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. Dans les incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

Certains produits de maintenance peuvent être inflammables mais ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et sont repris en fin d'opération. Le SF₆ est pour sa part ininflammable.

5.2.2 - Toxicité pour l'homme

Ces divers produits ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs (à causticité marquée).

5.2.3 - Dangérosité pour l'environnement

Vis-à-vis de l'environnement, le SF₆ possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection).

Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

5.3 - CONCLUSION

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

6 - POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien « Eoliennes du Trèfle » sont de cinq types :

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

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

Tableau 37 : Dangers potentiels liés au fonctionnement de l'installation



7 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER A LA SOURCE

7.1 - 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.

7.1.1 - Choix de l'emplacement des installations

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

- ⇒ l'absence ou la très faible probabilité de risques naturels dans le secteur d'étude (inondation, mouvement de terrain, incendie de forêt, séisme,...) – cf. paragraphe 1.3 -, page 21,
- ⇒ un éloignement des aérogénérateurs par rapport aux habitations de plus de 500 m – cf. paragraphe 2 -, page 28,
- ⇒ des servitudes aéronautique ou radioélectrique qui ne compromettent pas l'implantation d'éoliennes puissantes.

7.1.2 - Réduction des potentiels de dangers liés aux produits

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

La réduction des dangers liés aux produits dépend donc essentiellement de la bonne maintenance des appareils et du respect des règles de sécurité. Une attention particulière devra également être portée au transport des lubrifiants sur le site lors des phases de renouvellement.

7.1.3 - Réduction des potentiels de dangers liés au fonctionnement

7.1.3.1. Conformité des éoliennes

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

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

Ainsi, les éoliennes :

- ⇒ satisfieront aux exigences essentielles de sécurité de cette directive ou les normes harmonisées traduisant ces exigences ;
- ⇒ seront revêtues du marquage "CE" ;

- ⇒ disposeront d'une déclaration de conformité délivrée par le fabricant au titre de l'article R. 233-73 du code du travail, attestant de la conformité de la machine aux prescriptions techniques la concernant.

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

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

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

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

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

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

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

7.1.3.2. Contrôle technique des éoliennes

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

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

7.1.3.3. Maintenance et entretien du matériel

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

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

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

7.1.3.4. Autres contrôles réglementaires périodiques

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

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

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

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



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

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

7.1.3.5. Maintenance curative

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

7.1.3.6. Formation du personnel

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

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

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

7.2 - 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.





Chapitre 6 – ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE





1 - INTRODUCTION

Dans cette partie de l'étude de dangers sont recensés et analysés les accidents survenus sur des installations similaires à l'installation concernée par l'étude de dangers.

Rappelons que l'objectif de l'analyse de l'accidentologie n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les accidents ou incidents survenus, ni d'en tirer des données statistiques. Il s'agit, avant tout, de rechercher les types de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets, ainsi que les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leurs conséquences.

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, littératures 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 7 -, page 82.

2 - INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

2.1 - BASES DE DONNEES CONSULTEES

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

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

- ⇒ La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire) qui recense et analyse les accidents et incidents, survenus en France ou à l'étranger, depuis le 1er janvier 1992 (date de création du BARPI). Les événements les plus graves qui ont pu se produire avant 1992 sont également répertoriés (6% des accidents français ou étrangers recensés dans ARIA sont antérieurs à 1988).

⇒ La note technique accidentologie du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) – France Energie Eolienne (FEE)² recense des incidents liés aux parcs éoliens en France, sur la base des informations suivantes :

- rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004),
- base de données ARIA,
- communiqués de presse du SER – FEE et/ou des exploitants éoliens,
- site Internet de l'association « Vent de Colère » (anti-éolien),
- site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable » (anti-éolien),
- articles de presse divers,
- données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

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

2.2 - INVENTAIRES DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

Dans l'état actuel, la base de données 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.

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

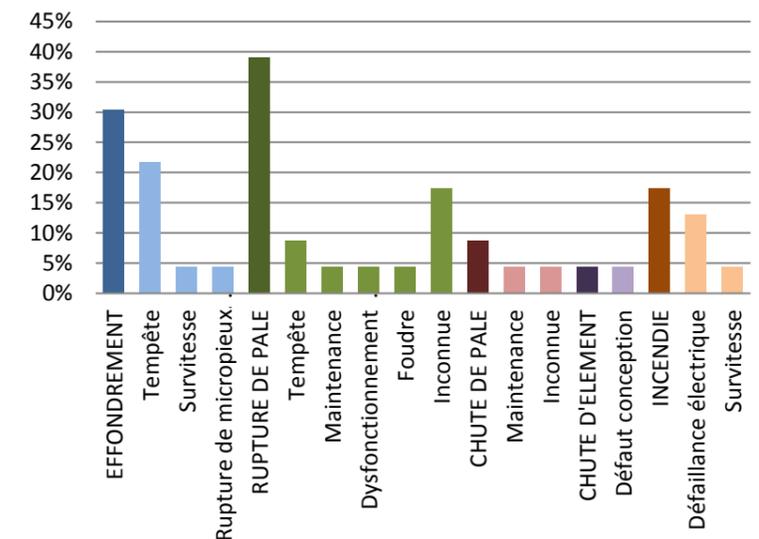


Figure 29 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011

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. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

Les recherches effectuées dans les bases citées précédemment ont porté sur les éoliennes. Les résultats obtenus sont reproduits dans le tableau des pages suivantes.

² Note technique accidentologie, SER – FEE, Groupe de Travail Etudes de Dangers, Avril 2011



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	VESTAS V39	0,5	1993	N	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle - Sigean	Aude	GAMESA G47	0,66	2000	O	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20 kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Non utilisable
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	GAMESA G52/850	0,85	2002	O	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100m .	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	LAGERWEY LW750-52	0,75	2002	N	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	WINDMASTER 300 kW	0,3	1996	N	Couchage du mât d'une des 5 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micro-pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m , mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m , mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	JEUMONT J48/750	0,75	2003	N	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture de pale	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, pb de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	ATTENTION : projection de pale + incendie !
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris de pale		Site Vent de Colère	
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2004	N	Chute d'une pale de 20m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	GAMESA G47	0,66	2001	O	Acte de malveillance : explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	LAGERWEY LW80-18	0,08	1993	N	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137 Km/h)	Article de presse (La Voix du Nord)	
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	GE 1.5sl	1,5	2005	O	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Non utilisable (incident pendant un chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Marne	VESTAS V47/660	0,66	2005	N	Rupture d'un morceau de pale de 4m et éjection à plus de 200m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED	Défaut de fabrication. Attention, les bouts de pales ne sont pas partis à plus de 80 m de la turbine
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	SIEMENS SWT 1.3	1,3	2007	N	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2002	N	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable d'un point de vue statistique (événement unique, sans répercussion sur les tiers)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	ENERCON E66/2000	2	2004	O	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessan-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Non utilisable
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse Française d'Eoliennes - Article de presse (L'Est Républicain 22/07/2008)	



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	GAMESA	2	2006	O	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale		Communiqué de presse Française d'Eoliennes Article de presse (L'Est Républicain)	
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	NEG-MICON NM92	2,75	2004	O	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Non utilisable
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	NORDEX N90	2,3	2009	O	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable pour les projections ou les chutes (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	GAMESA G80/2000	2	2006	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Site FED	
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	VESTAS V80/2000	2	2005	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	Problème sur armoire électrique
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	Bonus B23 / SIEMENS	0,3	1993	N	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Non utilisable
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	Vestas V25	0,2	1991	N	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tpm	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Coteaux	Loire Atlantique	ENERCON E70	2,3	2010	O	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER	Non utilisable
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Non utilisable
Rupture de pale	14/12/2011			NORDEX N80	2,5	2003	O	Pale endommagée par la foudre. Fragments de pales retrouvés par l'exploitant à une distance n'excédant pas 300 m	Foudre	Constructeur - Mainteneur	Distance évaluée par l'exploitant qui a collecté les fragments. A mesurer plus précisément sur site.



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	03/01/2012			NORDEX N90	2,3	2006	O	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : La porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a tenté d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Constructeur - Mainteneur	Le feu ne s'est pas propagé dans l'éolienne (les pneus introduits dans l'éolienne n'ont pas brûlé)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	JEUMONT J48/750	0,75	2000	N	Bris d'une pale, dont des fragments ont pu être projetés jusqu'à 200 m environ.	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo Dailymotion Interne exploitant	-
Rupture de pale	11/04/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Bris d'une pale, dont un fragment a été projeté à 20 m environ.	Impact de foudre	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	18/05/2012	Fresnay-L'Evêque	Eure-et-Loir	REPOWER MM92	2	2008	O	Chute de pale au pied de l'éolienne	Corrosion dans les trous d'alésages, qui proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement.	Base de données ARIA	-
Chute d'une éolienne	30/05/2012	Port la Nouvelle	Aude	-	0.2	1991	N	Chute d'une éolienne	Rafales de vent à 130 km/h	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	NORDEX N90	2.5	2011	O	Un élément de 400g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât	-	Base de données ARIA	-
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Un feu se déclare sur une éolienne. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante. Une pale chute.	Un feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur a entraîné la propagation de courants de court-circuit.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	6/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	GAMESA G58	0.85	2008	O	A la suite d'un défaut de vibration, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des trois pales qui s'est décroché avant de percuter le mât.	Défaut de vibration.	Base de données ARIA	-
Incendie	17/03/2013	Euvy	La Marne	GE Energy GE 100	2,5	2011	O	Un feu s'est déclaré dans la nacelle d'une éolienne. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols.	Au moment du départ du feu, le vent soufflait à 11m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique.	Base de données ARIA	-



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Pale et réseau électrique endommagé	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	ENERCON E44/900	0,9	2009		Un impact de foudre endommage une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	Impact de foudre (impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA)	Base de données ARIA	-
Projection d'un équipement	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	ENERCON E70	1,3	2006	O	Alors qu'il vient de faire l'appoint en gaz d'un cylindre sous pression faisant partie du dispositif d'arrêt d'urgence des pales d'une éolienne, un technicien de maintenance démonte l'embout d'alimentation vissable. L'ensemble démonté est projeté au visage de l'opérateur et lui brise le nez et plusieurs dents. Le jet de gaz affecte ses voies respiratoires.	Afin d'éviter de tels accidents, la visserie de la vanne présentait une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à la détente du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total.	Base de données ARIA	-
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	GAMESA G90/2000	2,0	2010	O	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	-	Base de données ARIA	-
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	NORDEX N100/2500	2,5	2013	O	Un feu se déclare au niveau de la partie moteur d'une éolienne.	Incident électrique ?	Base de données ARIA	-
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	GAMESA G47/660	0,66	2000	N	Chute d'une pale de 20 m au pied du mât d'une éolienne	Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s. Des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée « alu ring », située à la base de la pale.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	14/11/2014	St-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	SENVION MM8/2050	2,05	2011	O	Chute de pale au pied de l'éolienne lors d'un orage et de vents violent. Des débris sont projetés à 150 m	Lors de l'accident, des rafales de vent atteignaient les 130 km/h.	Base de données ARIA	-
Chute d'un morceau de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	NORDEX N60/1300	1,3	2006	O	Chute d'une partie de l'aérofrein à 80 m du mât de l'éolienne	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques en fibre de verre	Base de données ARIA	-
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	SIEMENS SWT-2-3-101/2300	2,3	2015	O	A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.	Base de données ARIA	-
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	ENERCON E82/2000	2,0	2011	O	Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.	-	Base de données ARIA	-



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	NORDEX N90/2300	2,3	2005	O	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur	Origine accidentelle	Base de données ARIA	-
Chute des pales et du rotor d'une éolienne	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	REPOWER MD 77	1,5	2007	O	Vers 22h30, les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé.	Défaillance de l'arbre lent qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice	Base de données ARIA	-
Chute de pale	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON E70-2300	9,2	2014	O	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérofrein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérofrein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu.	Base de données ARIA	
Chute de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	1,2	2002	N	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire	Tempête (vents de 160 km/h)	Base de données ARIA	

Tableau 38 : Analyse des accidents survenus en France

Mise à jour : Septembre 2016



3 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

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

Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

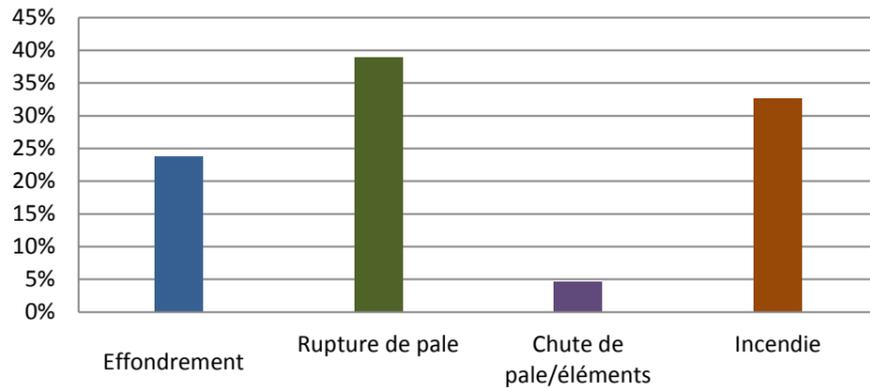


Figure 30 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011

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).

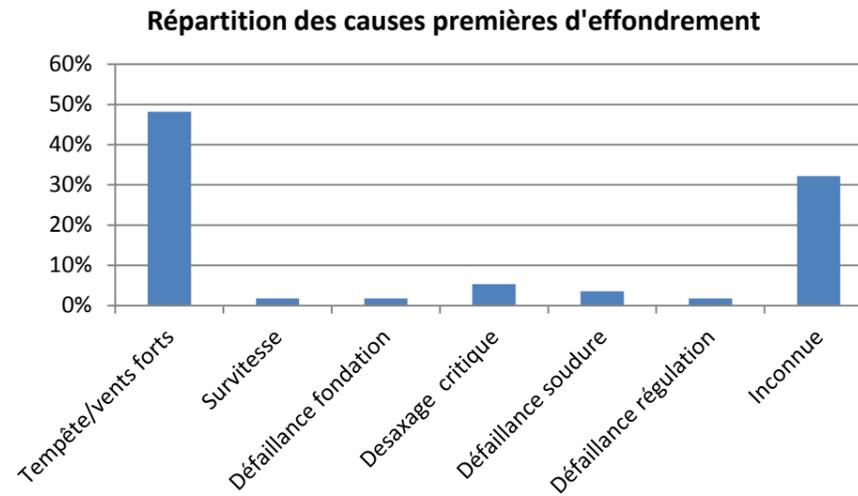


Figure 31 : Répartition des causes premières d'effondrement

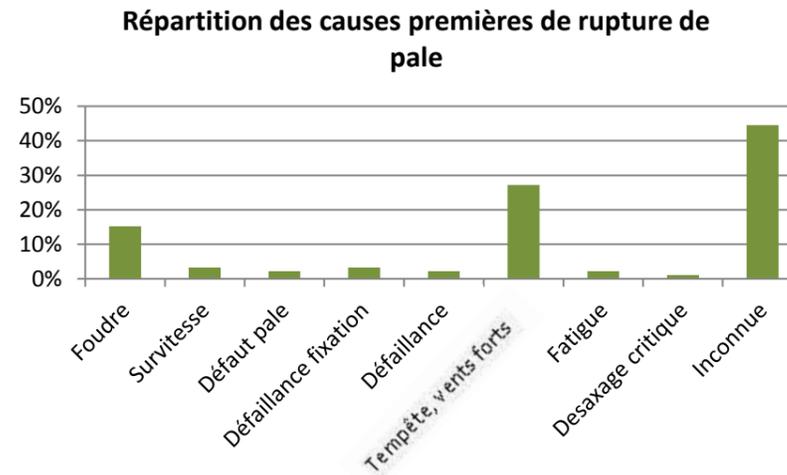


Figure 32 : Répartition des causes premières de rupture de pale

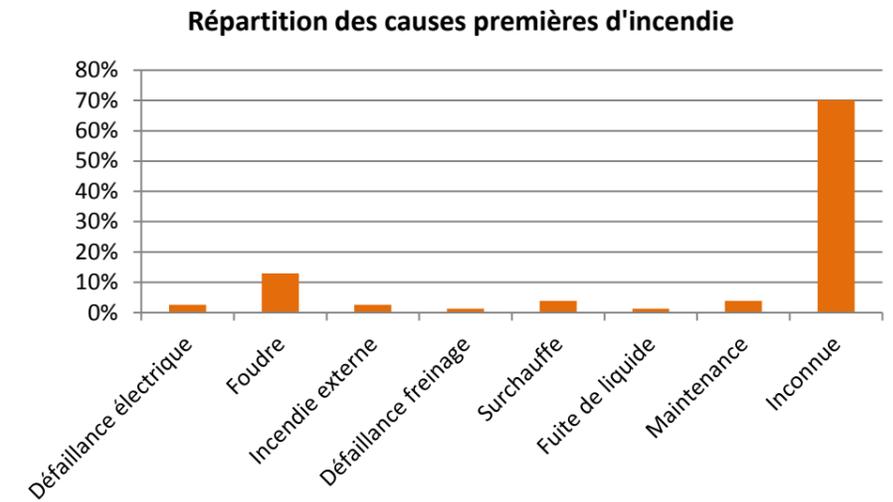


Figure 33 : Répartition des causes premières d'incendie

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.

4 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

La société « Eoliennes du Trèfle » n'exploite pas encore de parc éolien.

Parmi les parcs éoliens exploités par la société mère, H2air, aucun accident n'est à déplorer.



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

5.1 - 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 34 ci-contre 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.

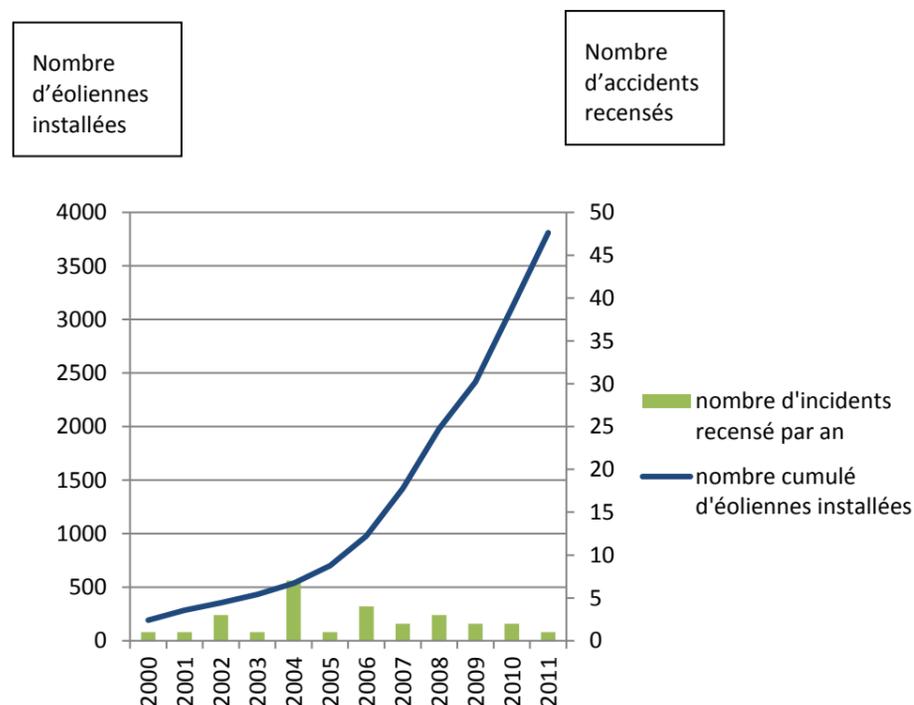


Figure 34 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

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

5.2 - ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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

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

5.3 - LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

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





Chapitre 7 – ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)





1 - OBJECTIFS DE L'APR

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.

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.

3 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

3.1 - AGRESSION EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

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

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes					
					E1	E2	E3	E4	E5	E6
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	353 m	374 m	416 m	416 m	353 m	353 m

Tableau 39 : Principales agressions extérieures potentielles

Remarque : Les autres aérogénérateurs situés dans le rayon de 500 m des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 et E6 sont les éoliennes du projet « Eoliennes du Trèfle ». Il n'y a pas d'éoliennes d'autres parcs situées dans les rayons de 500 m.



3.1.1 - Danger lié aux voies de circulation

Les voies de circulation les plus proches du site sont la route départementale D934 qui passe au nord, la route départementale D 935 qui passe au sud et la route départementale D 476 qui passe à l'est de la zone d'implantation.

Le tableau suivant présente les comptages routiers sur ces routes :

Route	Localisation	Nombre total de véhicules par jour (en MJATV)	Date des mesures
RD 934	Boves	15 602	2012
RD 935	Thézy-Glimont	3 324	2012
RD 76	Berteaucourt-lès-Thennes	3 170	2011
RD 476	Berteaucourt-lès-Thennes	3 516	2012

Tableau 40 : Comptages routiers

Source : Conseil Départemental de la Somme

Le tableau suivant indique les plus courtes distances entre les routes du secteur et les éoliennes :

Eolienne	Voie structurante ⁽¹⁾			Voie non structurante ⁽²⁾	
	RD 934	RD 935	RD 476	RD 90E	VC n°2
E1	916 m	849 m	1503 m	900 m	685 m
E2	714 m	1146 m	1016 m	1266 m	215 m
E3	614 m	1195 m	543 m	1638 m	200 m
E4	975 m	863 m	1644 m	1387 m	229 m
E5	1086 m	772 m	1122 m	1010 m	220 m
E6	1265 m	563 m	716 m	587 m	450 m

(1) Voie structurante : trafic supérieur à 2 000 véhicules par jour

(2) Voie non structurante : trafic inférieur à 2 000 véhicules par jour

Tableau 41 : Distance entre les éoliennes et les routes du secteur

Compte-tenu de ces distances, les risques d'un accident sur ces routes pour le parc éolien sont exclus.

3.1.2 - Danger lié aux aérodromes

L'aéroport le plus proche est celui d'Amiens - Glisy situé sur la commune de Glisy à environ 5,7 km au nord-ouest de la zone d'implantation.

3.1.3 - Danger lié à la ligne électrique

Il n'y a pas de ligne électrique à haute tension au niveau de la zone d'implantation.

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

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

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

Pour les lignes électriques aériennes telles que celles gérées par ERDF, la distance nécessaire pour observer un phénomène d'arc électrique est de quelques cm ou quelques dizaines de cm tout au plus. A plus de 2 m de distance, il n'y a aucun risque.

En effet, selon les recommandations de ERDF, en cas de travail à proximité d'une ligne électrique, la distance à respecter est de 3 mètres en HTA et de 5 mètres en HTB pour les lignes aériennes. Cette distance entre la ligne électrique et la personne, l'engin ou l'outil garantie la sécurité en écartant le risque d'arc électrique (source : www.sousleslignes-prudence.com).

Dans le cas des éoliennes du parc « Eoliennes du Trèfle », compte-tenu des distances (plus de 200 m) et en raison du pouvoir isolant de l'air, les risques de formation d'un arc électrique entre la ligne et l'extrémité d'une pale des éoliennes sont totalement exclus que ce soit en situation normale ou en situation dégradée.

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

Vis-à-vis des éoliennes du projet, même en situation dégradée, la distance entre la ligne électrique et l'extrémité des pales resterait largement supérieure à plusieurs centaines de mètres, ce qui écarte tout risque de formation d'arc électrique.

A titre d'information, les services d'ERDF préconisent une distance d'éloignement de 2 m concernant le mât et éventuels haubanages, et une distance minimale de 3 m concernant les pales et la nacelle par rapport au gabarit cinématique.

En considérant un gabarit de turbine de type Vestas V117, la distance d'éloignement par rapport à la ligne électrique aérienne existante est fixée à 59,3 m. Cette distance a été calculée sur la base de :

$$D = (R^2 + M^2)^{1/2}$$

Où R est la longueur d'une pale et M la longueur totale de la nacelle.

Afin d'optimiser la sécurité, il a été retenu que $R = 50$ m et $M = 10$ m, soit $D = (50^2 + 10^2)^{1/2}$.

Le schéma ci-après présente les distances d'éloignement préconisées par ERDF.

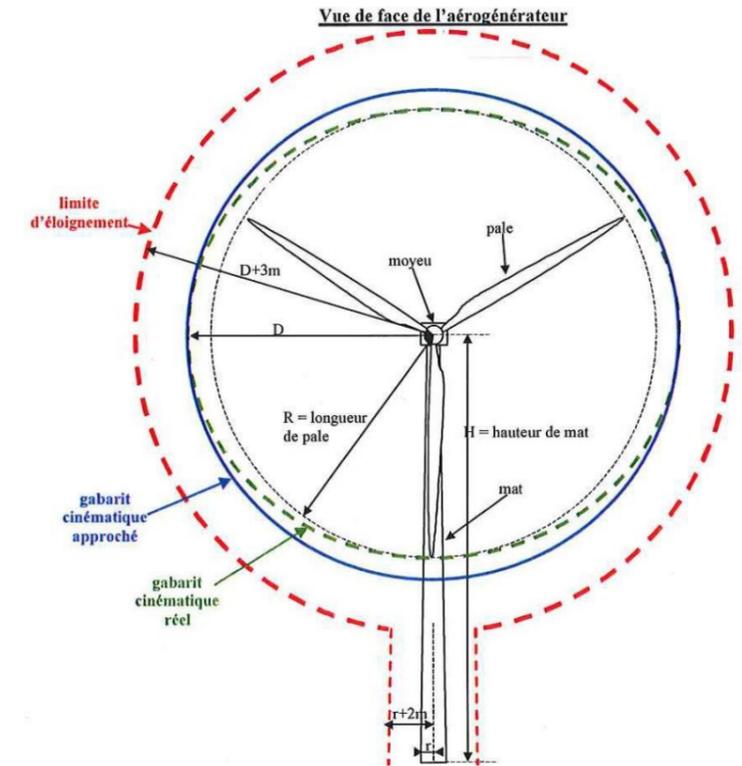


Figure 35 : Distance d'éloignement par rapport aux lignes HTA

Source : ErDF

3.1.4 - Danger lié aux autres aérogénérateurs

Il n'y a pas de parc éolien sur Thézy-Glimont ou Berteaucourt-lès-Thennes ou les communes voisines.

Le parc éolien édifié le plus proche est celui de Chirmont, Thory, Louvrechy et Sourdon situé à environ 10,5 km au sud.

Compte-tenu de ces distances importantes, il n'y a pas de danger potentiel lié à d'autres aérogénérateurs.



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	Les communes d'implantation ne sont pas soumises au risque de tempête. Secteur du projet en dehors des zones affectées par des cyclones tropicaux.
Foudre	Faible densité d'arc sur la zone d'étude (inférieure à la moyenne nationale) Les éoliennes respectent la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010)
Glissement de sols/ affaissement miniers	Pas de document attestant la présence de cavité souterraine sur la zone d'implantation

Tableau 42 : Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

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

4 - SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Le tableau ci-dessous présente l'analyse 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 de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail précédemment cité :

- ⇒ « G » pour les scénarios concernant la glace,
- ⇒ « I » pour ceux concernant l'incendie,
- ⇒ « F » pour ceux concernant les fuites,
- ⇒ « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne,
- ⇒ « P » pour ceux concernant les risques de projection,
- ⇒ « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).



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
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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
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



N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes 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 mâât	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 mâât	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 mâât	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 mâât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction –	Projection/chute fragments et chute mâât	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				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)		
E09	Fatigue	Défaillance mâât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mâât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mâât	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 mâât	2

Tableau 43 : Analyse des risques

Dans la colonne « Fonction de sécurité », le numéro entre parenthèse renvoie au Tableau 44, pages suivantes.

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.



5 - EFFETS DOMINOS

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses. Ce phénomène est appelé « effet domino ».

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

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.

6 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc éolien « Eoliennes du Trèfle ». 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.
- **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 »).
- **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.
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.
- **Test (fréquence)** : 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.

Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.



Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité : 1A
Mesures de sécurité	Système de dédution de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	
Description	Système passif à détection redondante du givre permettant, en cas de déduction de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Il s'agit d'un système passif composé de deux anémomètres, l'un chauffé et l'autre non chauffé. Lorsque la mesure du vent diffère entre ces deux instruments (selon un seuil défini et modulable et pour une température inférieure à 5°C), cela signifie que l'anémomètre non chauffé a gelé. La présence de glace est donc déduite. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.	
Indépendance	Non	
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 la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité : 1B
Mesures de sécurité	Système de détection de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	
Description	Système actif de détection de glace (dont un document explicatif du constructeur est consultable en annexe 11). Chaque pale est équipée d'un accéléromètre, et l'ensemble communique via un automate qui lui-même est directement relié au système de contrôle de l'éolienne. Ce système d'analyse vibratoire permet de mesurer de manière très précise les variations de la fréquence propre de chaque pale, c'est-à-dire la fréquence de fonctionnement normale. Ces variations sont liées à une modification du poids de la pale. En couplant cette information à un seuil de température, la présence de glace peut être détectée avec certitude. Le système est actif à partir de 5°C et en cas de défaillance de celui-ci, les éoliennes seront automatiquement arrêtées. Il reste actif lorsque les éoliennes sont arrêtées pour que la disparition de la présence de glace puisse être détectée et que l'éolienne puisse redémarrer en toute sécurité pour les personnes présentes dans le périmètre de projection de glace.	
Indépendance	Non Ce système s'appuie par exemple sur la sonde de température.	
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	Selon l'état.	

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	En cas de température anormalement haute, une alarme est émise au centre de contrôle. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et ne peut être relancée qu'après intervention d'un technicien en nacelle, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Pas de test. Cependant si le capteur est défectueux, il est systématiquement remis en cause et changé.	
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	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>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.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>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.</p>	
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	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	NA	
Maintenance	<p>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.</p>	

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité : 10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance	
Description	<p>Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	<p>Opérations de maintenance divisées en quatre types :</p> <p>Inspection visuelle : une fois par an Graissage d'entretien : une fois par an Maintenance électrique : une fois par an Maintenance mécanique : une fois par an Chaque opération de maintenance dispose de procédures spécifiques.</p>	
Maintenance	NA	



7 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE 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 :

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

Fonction de sécurité	Prévenir les 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	Quelques secondes (<2 min)	
Efficacité	100 %	
Tests	/	
Maintenance	Contrôle et entretien des équipements de repli cyclonique	

Tableau 44 : Fonction de sécurité

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.

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 (cf. référence [9] en Annexe 6) 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 jamais inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont jamais inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Le projet se situe en dehors de tout périmètre de protection de captage d'eau potable. 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.

Tableau 45 : Scénarios exclus

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.

Les expertises réalisées dans le cadre du guide de l'INERIS ont montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter. Ces derniers ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.



Chapitre 8 – ETUDE DETAILLEE DES RISQUES (EDR)





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

1 - RAPPEL DES DEFINITIONS

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

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et 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 national relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

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

1.1 - CINÉTIQUE

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 (référence [13] en annexe 6), la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la

suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

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

1.2 - INTENSITE

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir indice [13] en Annexe 6).

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 (indice [13] en Annexe 6) 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 %

Tableau 46 : Degré d'exposition

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

1.3 - GRAVITE

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



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

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

Tableau 47 : Echelle de gravité des conséquences sur l'homme

1.4 - PROBABILITE

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
B	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 48 : Echelle de gravité des conséquences sur l'environnement

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.



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

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Orange	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert clair	Vert clair	Orange	Orange	Rouge
Modéré	Vert clair	Vert clair	Vert clair	Vert clair	Orange

Légende de la matrice :

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

2 - CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

2.1 - EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

2.1.1 - Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 150 m dans le cas des éoliennes Vestas V117 du parc « Eoliennes du Trèfle ».

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

2.1.2 - Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne type Vestas V117 dans le cas du parc éolien Eoliennes du Trèfle, avec :

- ⇒ R est la longueur de pale (R = 58,5 m),
- ⇒ H la hauteur du mât (H = 91,5 m),
- ⇒ L la largeur maximale du mât (L = 4,3 m),
- ⇒ LB la largeur maximale de la pale (LB = 4,0 m)

Effondrement de l'éolienne – Eolienne Vestas V117 (dans un rayon ≤ à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$ZI = (H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$ $= 91,5 \times 4,3 + 3 \times 58,5 \times 4,0 / 2$ La zone d'impact est de 744 m ²	$ZE = \pi \times (H+R)^2$ La zone d'effet est de 70 686 m ²	$d = (Zi / Ze) \times 100$ $d = 1,05$ (1% < X < 5%)	Exposition forte

Tableau 49 : Intensité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

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

Pour les éoliennes type Vestas V117, la zone d'impact est de 744 m² et la zone d'effet du phénomène étudié est de 70 686 m².

2.1.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -, page 85.), 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 »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans la zone d'effet étudiée se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (cf. Annexe 1A et 1B).

Dans le cas présent, l'occupation du sol dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne » et la méthode de comptage des enjeux humains d'après la circulaire du 10 mai 2010 sont les suivantes :

Occupation du sol	Eoliennes concernées	Méthode de comptage des enjeux humains
Zone agricole	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 100 ha (cf. Annexe 1A)
Chemin rural et voie communale	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 10 hectares (cf. Annexe 1A)
Ball-trap : Etablissements Recevant du Public (ERP)	Eolienne E4	Capacité d'accueil au prorata de la surface incluse dans la zone d'effet (cf. Annexe 1B + Chapitre 3 – 3.2)

Tableau 50 : Type d'occupation des sols dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne »



La surface totale du ball-trap est de 29 400 m². Le tableau suivant indique la surface du ball-trap incluse dans la zone d'effet du risque « Effondrement de l'éolienne » pour l'éolienne E4 (cf. Figure 38) :

Eolienne	Surface du ball-trap incluse dans la zone d'effet	Pourcentage par rapport à l'emprise totale de l'infrastructure
E4	198 m ²	0,7 %

Tableau 51 : Surface du ball-trap incluse dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne »

En haute saison, on considère la présence maximum de 400 personnes dans le ball-trap durant les compétitions. Or, comme indiqué dans la partie 2.4.5 ci-dessous, par mesure de prévention (relatif au risque de projection de pale ou de morceaux de pale), les éoliennes E2, E3, E4 et E5 seront arrêtées lors des compétitions, c'est-à-dire lors des jours de forte affluence au niveau du ball-trap.

Pour le risque « Effondrement de l'éolienne », les périodes durant lesquelles le ball-trap serait ouvert et les éoliennes en fonctionnement correspondrait donc aux périodes d'entraînement. En haute saison, on considère la présence maximum de 100 personnes dans le ball-trap durant les entraînements. (cf. Chapitre 3 – 3.2)

Le nombre d'équivalent personnes-permanentes du ball-trap dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne » pour l'éolienne E4 est indiqué dans le tableau suivant :

Eolienne	Nombre de personne maximum sur l'ensemble du ball-trap	Nombre d'équivalent personnes-permanentes maximum
E4	100	0,7

Tableau 52 : Nombre de personnes du ball-trap dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Effondrement de l'éolienne » pour chaque éolienne :

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*
E1	Zone agricole + chemin rural	7 ha	$7 \times 1/10 = 0,7$
E2	Zone agricole	7 ha	$7 \times 1/100 = 0,07$
E3	Zone agricole	7 ha	$7 \times 1/100 = 0,07$
E4	Zone agricole + ball-trap	7 ha	$7 \times 1/100 + 0,7 = 0,77$
E5	Zone agricole + chemin rural	7 ha	$7 \times 1/10 = 0,7$
E6	Zone agricole + chemin rural	7 ha	$7 \times 1/10 = 0,7$

Tableau 53 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Effondrement de l'éolienne »

Remarque : Afin de simplifier les calculs, lorsque des chemins ruraux et/ou des voies communales sont présentes dans la zone d'effet, le chiffre de 1 personne par tranche de 10 hectares est pris en compte sur l'ensemble de la zone d'effet, ce qui est une valeur maximisante.

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 \leq à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,7	Sérieux
E2	0,07	Sérieux
E3	0,07	Sérieux
E4	0,77	Sérieux
E5	0,7	Sérieux
E6	0,7	Sérieux

Tableau 54 : Gravité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

2.1.4 - 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 (référence [5] en annexe 6)	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances référence [6] en annexe 6	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 55 : Probabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

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'expérience³, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de sécurité sont notamment :

- ⇒ respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- ⇒ contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages,
- ⇒ système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- ⇒ système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique.

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

³ 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.



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.

Il est considéré que la **classe de probabilité de l'accident est « D »**, à savoir : « *S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité* ».

2.1.5 - Acceptabilité

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon ≤ à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

Tableau 56 : Acceptabilité du phénomène « Effondrement de l'éolienne »

Ainsi, pour le parc « Eoliennes du Trèfle », le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

2.2 - CHUTE DE GLACE

2.2.1 - Considérations générales

Les périodes de gel et l'humidité de l'air peuvent entraîner, dans des conditions de température et d'humidité de l'air bien particulières, une formation de givre ou de glace sur l'éolienne, ce qui induit des risques potentiels de chute de glace.

Selon l'étude WECO (référence [15] en Annexe 6), 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.

2.2.2 - Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc « Eoliennes du Trèfle », la zone d'effet est donc un disque de rayon de 58,5 m autour des éoliennes.

Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

2.2.3 - Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace pour l'éolienne type Vestas V117 dans le cas du parc « Eoliennes du Trèfle », avec :

- ⇒ Z_i est la zone d'impact,
- ⇒ Z_E est la zone d'effet,
- ⇒ R est la longueur de pale (R= 58,5 m),
- ⇒ SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²).

Chute de glace – Vestas V117 (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ $Z_i = 1 \text{ m}^2$	$Z_E = \pi \times R^2$ $Z_E = \pi \times 58,5^2$ $Z_E = 10\,751 \text{ m}^2$	$d = (Z_i/Z_E) \times 100$ $d = 0,01$ (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 57 : Intensité du phénomène « Chute de glace » - Eolienne Vestas V117

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

Pour l'éolienne Vestas V117, la zone d'impact est de 1 m² et la zone d'effet du phénomène étudié est de 10 751 m².

2.2.4 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- ⇒ Plus de 1 000 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 »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans la zone d'effet étudiée se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (cf. Annexe 1A).

Dans le cas présent, l'occupation du sol dans la zone d'effet « Chute de glace » et la méthode de comptage des enjeux humains d'après la circulaire du 10 mai 2010 sont les suivantes :

Occupation du sol	Eoliennes concernées	Méthode de comptage des enjeux humains
Zone agricole	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 100 ha
Chemin rural et voie communale	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 10 hectares

Tableau 58 : Type d'occupation des sols dans la zone d'effet « Chute de glace »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Chute de glace » pour chaque éolienne :

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*
E1	Zone agricole + chemin rural	1,1 ha	1,1 x 1/10 = 0,11
E2	Zone agricole	1,1 ha	1,1 x 1/100 = 0,011
E3	Zone agricole	1,1 ha	1,1 x 1/100 = 0,011
E4	Zone agricole	1,1 ha	1,1 x 1/100 = 0,011
E5	Zone agricole + chemin rural	1,1 ha	1,1 x 1/10 = 0,11
E6	Zone agricole + chemin rural	1,1 ha	1,1 x 1/10 = 0,11

Tableau 59 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute de glace »



*Remarque : Afin de simplifier les calculs, lorsque des chemins ruraux et/ou des voies communales sont présentes dans la zone d'effet, le chiffre de 1 personne par tranche de 10 hectares est pris en compte sur l'ensemble de la zone d'effet, ce qui est une valeur maximisante.

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 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,11	Modéré
E2	0,011	Modéré
E3	0,011	Modéré
E4	0,011	Modéré
E5	0,11	Modéré
E6	0,11	Modéré

Tableau 60 : Gravité du phénomène « Chute de glace »

2.2.5 - Probabilité

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

2.2.6 - Acceptabilité

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

Tableau 61 : Acceptabilité du phénomène « Chute de glace »

Ainsi, pour le parc « Eoliennes du Trèfle », 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.

2.3 - CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

2.3.1 - Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale. Il est retenu dans l'étude détaillée des risques pour représenter toutes les chutes d'éléments.

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor soit 58,5 m pour l'éolienne Vestas V117.

2.3.2 - Intensité

Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne type Vestas V117 dans le cas du parc « Eoliennes du Trèfle », avec :

- ⇒ d : le degré d'exposition,
- ⇒ Z_I : la zone d'impact,
- ⇒ Z_E : la zone d'effet,
- ⇒ R : la longueur de pale (R= 58,5 m),
- ⇒ LB : la largeur maximale de la pale (LB= 4,0 m).

Chute d'éléments de l'éolienne – Vestas V117 (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \cdot LB / 2$ $Z_I = 58,5 \times 4,0 / 2$ $Z_I = 117,0 m^2$	$Z_E = \pi \times R^2$ $Z_E = 10\,751 m^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$ $d = 1,09$ (1% < X < 5%)	Exposition forte

Tableau 62 : Intensité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » - Eolienne Vestas V117

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

Pour l'éolienne Vestas V117, la zone d'impact est de 117,0 m^2 et la zone d'effet du phénomène étudié est de 10 751 m^2 .

2.3.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 1.3 -, page 85), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne (le phénomène de chute d'élément engendrant une zone d'exposition modérée) :

- ⇒ Plus de 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 »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans la zone d'effet étudiée se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (cf. Annexe 1A).

Dans le cas présent, l'occupation du sol dans la zone d'effet « Chute d'éléments de l'éolienne » et la méthode de comptage des enjeux humains d'après la circulaire du 10 mai 2010 sont les suivantes :

Occupation du sol	Eoliennes concernées	Méthode de comptage des enjeux humains
Zone agricole	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 100 ha
Chemin rural et voie communale	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 10 hectares

Tableau 63 : Type d'occupation des sols dans la zone d'effet « Chute d'éléments de l'éolienne »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne » pour chaque éolienne :



Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*
E1	Zone agricole + chemin rural	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$
E2	Zone agricole	1,1 ha	$1,1 \times 1/100 = 0,011$
E3	Zone agricole	1,1 ha	$1,1 \times 1/100 = 0,011$
E4	Zone agricole	1,1 ha	$1,1 \times 1/100 = 0,011$
E5	Zone agricole + chemin rural	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$
E6	Zone agricole + chemin rural	1,1 ha	$1,1 \times 1/10 = 0,11$

Tableau 64 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Chute d'éléments de l'éolienne »

*Remarque : Afin de simplifier les calculs, lorsque des chemins ruraux et/ou des voies communales sont présentes dans la zone d'effet, le chiffre de 1 personne par tranche de 10 hectares est pris en compte sur l'ensemble de la zone d'effet, ce qui est une valeur maximisante.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne et la gravité associée :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,11	Sérieux
E2	0,011	Sérieux
E3	0,011	Sérieux
E4	0,011	Sérieux
E5	0,11	Sérieux
E6	0,11	Sérieux

Tableau 65 : Gravité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne »

2.3.4 - Probabilité

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47×10^{-4} événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type

d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

Une **probabilité de classe « C »** est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

2.3.5 - Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Eoliennes du Trèfle », 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 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

Tableau 66 : Acceptabilité du phénomène « Chute d'éléments de l'éolienne »

Ainsi, pour le parc « Eoliennes du Trèfle », le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

2.4 - PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

2.4.1 - Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe 2, 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 (indice [3] en Annexe 6).

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

2.4.2 - 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 chute d'éléments de l'éolienne Vestas V117 dans le cas du parc « Eoliennes du Trèfle » avec :

- ⇒ d : est le degré d'exposition,
- ⇒ Z_i : la zone d'impact,
- ⇒ ZE : la zone d'effet,
- ⇒ R : la longueur de pale (R = 58,5 m),
- ⇒ LB : la largeur maximale de la pale (LB = 4,0 m).

Projection de pale ou de fragment de pale – Vestas V117 (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \times LB/2$ $Z_i = 58,5 \times 4,0/2$ $Z_i = 117,0 m^2$	$Z_E = \pi \times 500^2$ 785 398 m^2	$d = (Z_i / Z_E) \times 100$ $d = 1,5 \cdot 10^{-2}$ (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 67 : Intensité du phénomène « Projection de pales ou de fragments de pales » - Eolienne Vestas V117

Pour l'éolienne Vestas V117, la zone d'impact est donc de 117,0 m^2 et la zone d'effet du phénomène étudié est de 785 398 m^2 .

2.4.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 1.3 -, page 85, 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 1 000 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 »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans la zone d'effet étudiée se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (cf. Annexe 1A et 1B).

Dans le cas présent, l'occupation du sol dans la zone d'effet « Projection de pales ou de morceaux de pales » et la méthode de comptage des enjeux humains d'après la circulaire du 10 mai 2010 sont les suivantes :

Occupation du sol	Eoliennes concernées	Méthode de comptage des enjeux humains
Zone agricole	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 100 ha (cf. Annexe 1A)
Chemin rural et voie communale	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 10 hectares (cf. Annexe 1A)
Ball-trap : Etablissements Recevant du Public (ERP)	Eoliennes E2, E3, E4, E5	Capacité d'accueil au prorata de la surface incluse dans la zone d'effet (cf. Annexe 1B + Chapitre 3 – 3.2)
Bâtiment agricole SCEA Ferme de Thézy Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public)	E3	Nombre de salariés (ou nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes) au prorata de la surface incluse dans la zone d'effet (cf. Annexe 1B + Chapitre 3 – 3.2)

Tableau 68 : Type d'occupation des sols dans la zone d'effet « Projection de pales ou de morceaux de pales »

L'intégralité de la surface du ball-trap se trouve inclus dans la zone d'effet du risque « Projection de pales ou de morceaux de pales » des éoliennes E2, E3, E4 et E5. De ce fait, c'est le nombre maximal de personnes pouvant être présentes sur le ball-trap qui est pris en compte. Ce nombre varie selon les périodes de l'année. De plus, le ball-trap n'est pas ouvert tous les jours

Le nombre de personnes pouvant être présentes au niveau du ball-trap est de :

- ⇒ hors saison (septembre à janvier) : jusqu'à 30 personnes,
- ⇒ en haute saison :
 - hors compétition : jusqu'à 100 personnes,
 - compétition : 200 à 400 personnes.

Les compétitions durent de 1 à 3 jours une fois dans l'année. La capacité d'accueil maximale du ball-trap est de 400 personnes. Les calendriers 2014 et 2016 du ball-trap sont consultables en annexe 7.

Une petite partie de la SCEA Ferme de Thézy se trouve dans la zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragments de pale de l'éolienne E3. D'après les renseignements du site www.societe.com, la SCEA Ferme de Thézy compte 1 à 2 salariés.

On considère la présence permanente de 10 personnes maximum dans le bâtiment de la ferme :

- l'exploitant agricole,
- 2 salariés,
- d'éventuels intervenants extérieurs (vétérinaires etc.).

Cette hypothèse est maximisante.

La surface totale de la SCEA Ferme de Thézy est de 71 949 m². Le tableau suivant indique les surfaces de cette dernière incluses dans la zone d'effet du risque « Projection de pales ou de morceau de pale » pour l'éolienne E3 (cf. Figure 37) :

Eolienne	Surface de la SCEA Ferme de Thézy incluse dans la zone d'effet	Pourcentage par rapport à l'emprise totale de l'infrastructure
E3	43 534 m ²	60%

Tableau 69 : Surface de la SCEA Ferme de Thézy incluse dans la zone d'effet « Projection de pale ou de morceau de pale »

Eolienne	Nombre de personne maximum sur l'ensemble de la SCEA Ferme de Thézy	Nombre d'équivalent personnes-permanentes maximum
E3	10	6

Tableau 70 : Nombre de personnes de la SCEA Ferme de Thézy dans la zone d'effet « Projection de pale ou de morceaux de pale »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pale » :

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*
E1	Zone agricole + chemin rural	79 ha	79 x 1/10 = 7,9
E2	Zone agricole + chemin rural + voie communale + ball-trap	79 ha	(79 x 1/10) + 400 = 407,9
E3	Zone agricole + voie communale + ball-trap + SCEA Ferme de Thézy	79 ha	(79 x 1/10) + 400 + 6 = 413,9

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*
E4	Zone agricole + chemin rural + voie communale + ball-trap	79 ha	(79 x 1/10) + 400 = 407,9
E5	Zone agricole + chemin rural + voie communale + ball-trap	79 ha	(79 x 1/10) + 400 = 407,9
E6	Zone agricole + chemin rural	79 ha	79 x 1/10 = 7,9

Tableau 71 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projections de pales ou de fragments de pale »

*Remarque : Afin de simplifier les calculs, lorsque des chemins ruraux et/ou des voies communales sont présentes dans la zone d'effet, le chiffre de 1 personne par tranche de 10 hectares est pris en compte sur l'ensemble de la zone d'effet, ce qui est une valeur maximisante.

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)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	7,9	Sérieux
E2	407,9	Catastrophique
E3	413,9	Catastrophique
E4	407,9	Catastrophique
E5	407,9	Catastrophique
E6	7,9	Sérieux

Tableau 72 : Gravité du phénomène « Projections de pales ou de fragments de pales »



2.4.4 - Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4] en Annexe 6	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5] en Annexe 6	1, 1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6] en Annexe 6	6,1 x 10 ⁻⁴	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Tableau 73 : Probabilité du phénomène « Projection de pales ou de fragments de pales »

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 x 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* ».

2.4.5 - Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Eoliennes du Trèfle », 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
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Catastrophique	Acceptable
E3	Catastrophique	Acceptable
E4	Catastrophique	Acceptable
E5	Catastrophique	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

Tableau 74 : Acceptabilité du phénomène « Projection de pale ou de fragment de pale »

Ainsi, pour le parc « Eoliennes du Trèfle », le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Le niveau de risque a été calculé pour le pire des cas où le nombre de personnes au niveau du ball-trap est de 400 personnes lors d'une compétition. Rappelons qu'il y a 1 à 2 compétitions par an sur 1 à 2 weekends. Les autres week-ends de l'année (hors compétition), il y a moins de 100 personnes potentiellement présentes au niveau du ball-trap.

Par mesure de prévention, les éoliennes E2, E3, E4 et E5 seront arrêtées lors des compétitions, c'est-à-dire lors des jours de forte affluence au niveau du ball-trap.

Ainsi, pour le parc « Eoliennes du Trèfle », le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

2.5 - PROJECTION DE GLACE

2.5.1 - Zone d'effet

L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais reste difficilement observable et n'a jamais occasionné de dommage sur les personnes ou les biens.

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15] en annexe 6 propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt en cas de givre ou de glace :

Distance d'effet = 1,5 x (hauteur de moyeu + diamètre de rotor)

Soit : 312,75 m pour l'éolienne Vestas V117 à 91,5 m de hauteur de nacelle

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir référence [17] en Annexe 6). A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

2.5.2 - Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 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 « Eoliennes du Trèfle » :

- ⇒ d : le degré d'exposition,
- ⇒ Z_i : la zone d'impact,
- ⇒ Z_e : la zone d'effet,
- ⇒ R : la longueur de pale (R = 58,5 m),
- ⇒ H : la hauteur au moyeu (H = 91,5 m),
- ⇒ SG : la surface majorante d'un morceau de glace.



Projection de morceaux de glace – Vestas V117 (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ $Z_I = 1$	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H+2R))^2$ $Z_E = 307\,287\,m^2$	$d = (Z_I / Z_E) \times 100$ $d = 3,3 \cdot 10^{-4}$ ($< 1\%$)	Exposition modérée

Tableau 75 : Intensité du phénomène « Projection de morceaux de glace » - Eolienne Vestas V117

Pour les éoliennes type Vestas V117, la zone d'impact est de $1\,m^2$ et la zone d'effet du phénomène étudié est de $307\,287\,m^2$.

2.5.3 - Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe 1.3 -, page 85, 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 »

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans la zone d'effet étudiée se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (cf. Annexe 1A et 1B).

Dans le cas présent, l'occupation du sol dans la zone d'effet « Projection de glace » et la méthode de comptage des enjeux humains d'après la circulaire du 10 mai 2010 sont les suivantes :

Occupation du sol	Eoliennes concernées	Méthode de comptage des enjeux humains
Zone agricole	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 100 ha (cf. Annexe 1A)
Chemin agricole, chemin rural et voie communale	Toutes les éoliennes	1 personne par tranche de 10 hectares (cf. Annexe 1A)
Ball-trap : Etablissements Receptif du Public (ERP)	Eoliennes E2, E3, E4, E5	Capacité d'accueil au prorata de la surface incluse dans la zone d'effet (cf. Annexe 1B + Chapitre 3 - 3.2)
Bâtiment agricole SCEA Ferme de Thézy Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public)	E3	Nombre de salariés (ou nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes) au prorata de la surface incluse dans la zone d'effet (cf. Annexe 1B + Chapitre 3 - 3.2)

Tableau 76 : Type d'occupation des sols dans la zone d'effet « Projection de glace »

La surface totale du ball-trap est de $29\,400\,m^2$. Le tableau suivant indique les surfaces du ball-trap incluses dans la zone d'effet du risque « Projection de glace » pour les éoliennes E2, E3, E4 et E5 (cf. Figures 36 à 39) :

Eolienne	Surface du ball-trap incluse dans la zone d'effet	Pourcentage par rapport à l'emprise totale de l'infrastructure
E2	$9\,504\,m^2$	32,3 %
E3	$22\,170\,m^2$	75,4 %
E4	$22\,707\,m^2$	77,2 %
E5	$2\,713\,m^2$	9,2 %

Tableau 77 : Surface du ball-trap incluse dans la zone d'effet « Projection de glace »

En haute saison, on considère la présence maximum de 400 personnes dans le ball-trap durant les compétitions. Or, comme indiqué dans la partie 2.4.5 ci-dessus, par mesure de prévention, les éoliennes E2, E3, E4 et E5 seront arrêtées lors des compétitions, c'est-à-dire lors des jours de forte affluence au niveau du ball-trap.

Pour le risque « Projection de glace », les périodes durant lesquelles le ball-trap serait ouvert et les éoliennes en fonctionnement correspondrait donc aux périodes d'entraînement. En haute saison, on considère la présence maximum de 100 personnes dans le ball-trap durant les entraînements. (cf. Chapitre 3 - 3.2)

Le nombre d'équivalent personnes-permanentes du ball-trap dans la zone d'effet « Projection de glace » pour chaque éolienne est indiqué dans le tableau suivant :

Eolienne	Nombre de personne maximum sur l'ensemble du ball-trap	Nombre d'équivalent personnes-permanentes maximum
E1	100	0
E2		32,3
E3		75,4
E4		77,2
E5		9,2
E6		0

Tableau 78 : Nombre de personnes du ball-trap dans la zone d'effet « Projection de glace »

Une petite partie de la SCEA Ferme de Thézy se trouve dans la zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragments de pale de l'éolienne E3. D'après les renseignements du site www.societe.com, la SCEA Ferme de Thézy compte 1 à 2 salariés.

On considère la présence permanente de 10 personnes maximum dans le bâtiment de la ferme :

- l'exploitant agricole,
- 2 salariés,
- d'éventuels intervenants extérieurs (vétérinaires etc.).

Cette hypothèse est maximisante.

La surface totale de la SCEA Ferme de Thézy est de $71\,949\,m^2$. Le tableau suivant indique les surfaces de cette dernière incluses dans la zone d'effet du risque « Projection de glace » pour l'éolienne E3 (cf. Figure 37) :

Eolienne	Surface de la SCEA Ferme de Thézy incluse dans la zone d'effet	Pourcentage par rapport à l'emprise totale de l'infrastructure
E3	$2\,518\,m^2$	3,5%

Tableau 79 : Surface de la SCEA Ferme de Thézy incluse dans la zone d'effet « Projection de glace »



Eolienne	Nombre de personne maximum sur l'ensemble de la SCEA Ferme de Thézy	Nombre d'équivalent personnes-permanentes maximum
E3	10	0,35

Tableau 80 : Nombre de personnes de la SCEA Ferme de Thézy dans la zone d'effet « Projection de glace »

Le tableau suivant indique le type d'occupation des sols et le nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet du phénomène « Projections de glace » :

Eolienne	Occupation du sol	Surface de la zone d'effet	Calcul du nombre d'équivalent personnes permanente*
E1	Zone agricole + chemin rural	31 ha	$31 \times 1/10 = 3,1$
E2	Zone agricole + chemin rural + voie communale + ball-trap	31 ha	$(31 \times 1/10) + 32,3 = 35,4$
E3	Zone agricole + voie communale + ball-trap + SCEA Ferme de Thézy	31 ha	$(31 \times 1/10) + 75,4 + 0,35 = 78,85$
E4	Zone agricole + voie communale + ball-trap	31 ha	$(31 \times 1/10) + 77,2 = 80,3$
E5	Zone agricole + chemin rural + voie communale + ball-trap	31 ha	$(31 \times 1/10) + 9,2 = 12,3$
E6	Zone agricole + chemin rural	31 ha	$31 \times 1/10 = 3,1$

Tableau 81 : Calcul du nombre d'équivalent personnes permanentes dans la zone d'effet « Projections de glace »

Remarque : Afin de simplifier les calculs, lorsque des chemins ruraux et/ou des voies communales sont présentes dans la zone d'effet, le chiffre de 1 personne par tranche de 10 hectares est pris en compte sur l'ensemble de la zone d'effet, ce qui est une valeur maximisante.

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)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	3,1	Sérieux
E2	35,4	Important
E3	78,85	Important
E4	80,3	Important
E5	12,3	Important
E6	3,1	Sérieux

Tableau 82 : Gravité du phénomène « Projections de morceaux de glace »

2.5.4 - Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des éléments suivants :

- ⇒ les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- ⇒ le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

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

Selon la circulaire du 10 mai 2010, une **fonction de sécurité** est une fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Les systèmes de déduction et de détection de glace sont des systèmes de prévention « visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux » (cf. tableaux de fonction de sécurité 1A et 1B, page 79).

Ainsi, ajouter une fonction de sécurité réduit la probabilité d'occurrence d'un événement.

De ce fait, en ajoutant le système de détection de glace au système de déduction de glace pour les éoliennes dont la gravité est « importante », soit E2, E3, E4 et E5, la probabilité passe de B à C.

2.5.5 - Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux », avec une probabilité B. Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est également évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « important », avec une probabilité C. Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes comprise entre 10 et 100 dans la zone d'effet.

Les tableaux suivants rappellent, pour chaque aérogénérateur du parc « Eoliennes du Trèfle », 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)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de déduction de glace et procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Sérieux	Oui	Acceptable
E6	Sérieux	Oui	Acceptable

Tableau 83 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace », pour les éoliennes E1 et E6 (probabilité B)

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ET de déduction de glace et procédure de redémarrage	Niveau de risque
E2	Important	Oui	Acceptable
E3	Important	Oui	Acceptable
E4	Important	Oui	Acceptable
E5	Important	Oui	Acceptable

Tableau 84 : Acceptabilité du phénomène « Projection de morceaux de glace » pour les éoliennes E2, E3, E4 et E5 (probabilité C)

Ainsi, pour le parc « Eoliennes du Trèfle », le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes, considérant la mise en place d'un système de déduction de glace pour les éoliennes E1 et E6, auquel est ajouté un système de détection de glace pour les éoliennes E2, E3, E4 et E5.



Remarque :

Le phénomène « Projection de glace » n'est susceptible de se produire qu'en période hivernale et exceptionnellement en automne et au début du printemps (cf. chapitre 3 – Environnement de l'installation, partie 1.1.3 - Gel), c'est-à-dire en dehors de la haute saison d'activité sur le ball-trap, lorsque la fréquentation atteint 30 personnes au maximum.

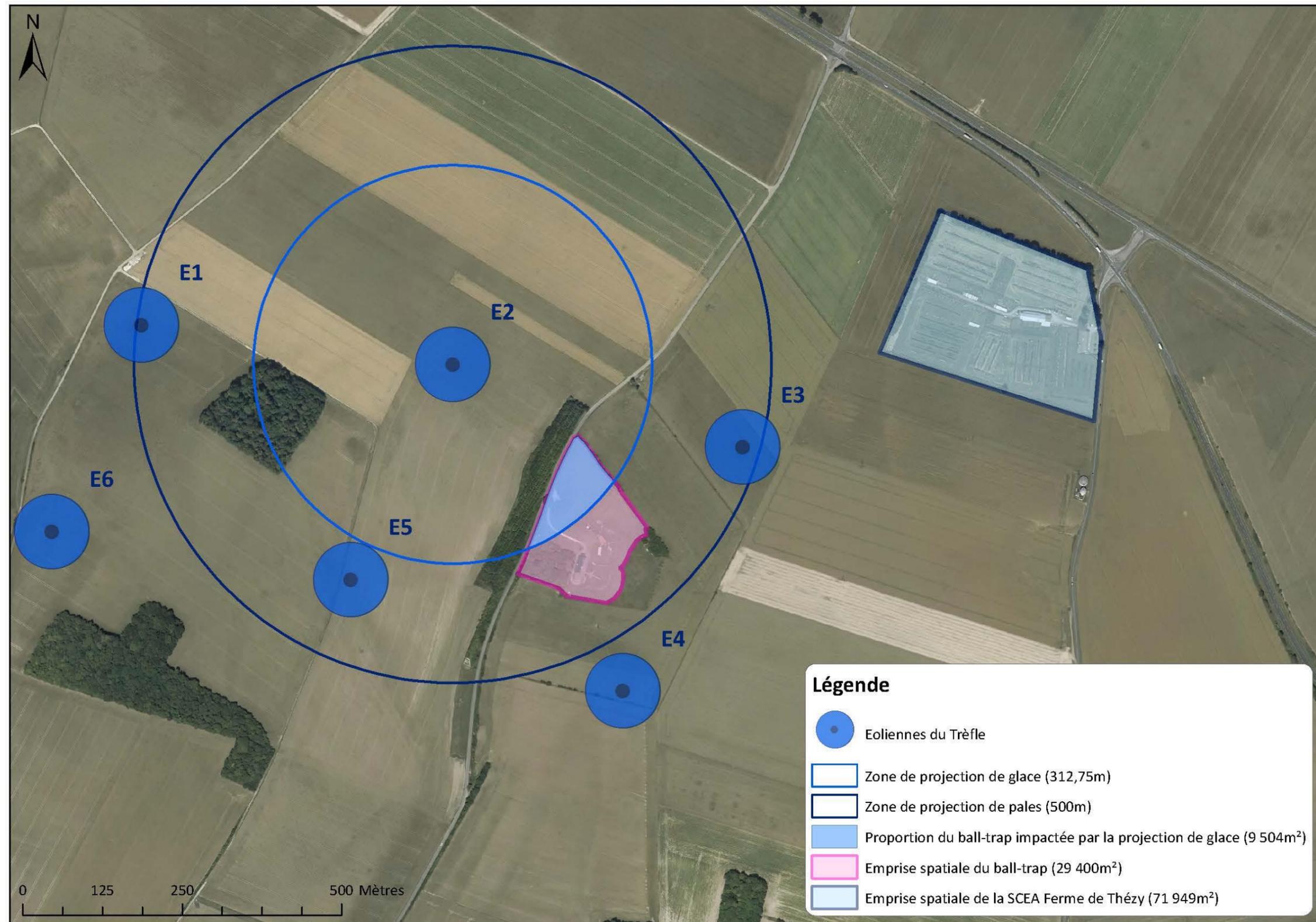


Figure 36 : Carte représentant les zones d'effets impactant le ball-trap - Eolienne E2



Figure 37 : Carte représentant les zones d'effets impactant le ball-trap - Eolienne E3



Figure 38 : Carte représentant les zones d'effets impactant le ball-trap - Eolienne E4



Figure 39 : Carte représentant les zones d'effets impactant le ball-trap - Eolienne E5



2.6 - ETUDE BALISTIQUE

Une étude balistique (cf. Annexe 10) a été réalisée dans le cadre du présent projet afin d'étudier la problématique relative à l'implantation des éoliennes E3 et E4 à proximité du ball-trap. Deux aspects du problème ont été envisagés : la protection des personnels devant intervenir sur les installations et les risques d'impacts de projectiles tirés depuis le stand de tir sur les éoliennes.

Concernant la protection des personnels, la réglementation applicable est l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 qui impose une distance minimale de 250 m des routes et des habitations, en l'absence d'écran protecteur, dans la direction normale du tir. Cette disposition, plus que la protection de ces infrastructures, vise à la sécurité des personnes et, sans doute, à leur tranquillité.

Il a été tenu compte également des préconisations de la Fédération Française de Tir (FFT) qui, outre la distance de 250 m, définit un secteur de tir de 130 à 140 degrés (cf. document en Annexe 9).

Cette étude théorique est fondée sur des calculs basés sur les lois de la balistique. Les méthodes de calculs utilisées ont été validées en les comparant à des résultats expérimentaux obtenus par le Général JOURNEE (projectiles de même nature mais différents par leurs dimensions de ceux utilisés au ball-trap). De plus, les résultats obtenus pour les projectiles de ball-trap sont corrélés par l'expérience des spécialistes de cette discipline.

L'étude est réalisée pour des plombs n° 7,5 exclusivement utilisés, dans la pratique, pour le tir aux plateaux. En effet, étant les plus lourds parmi ceux autorisés dans la pratique du tir aux plateaux, ils atteignent la distance la plus importante et permettent ainsi de déterminer une enveloppe de sécurité pour l'ensemble des munitions susceptibles d'être utilisées dans cette discipline.

Les conclusions de l'étude sont les suivantes.

- Eolienne E3

L'emplacement de l'éolienne E3, située au Nord et à 260 m du poste de tir le plus proche ne pose aucun problème tant sur le plan légal, selon l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990, que balistique. (cf. carte page suivante)

- Eolienne E4

L'emplacement de l'éolienne E4, située à 196 mètres du poste de tir le plus proche (PT4, le poste de tir le plus au Sud), était susceptible de poser un problème. La présente étude propose, en ce qui concerne la protection des personnels, une solution qui consiste en une concertation entre la société d'exploitation des éoliennes et le stand de tir de Thézy-Glimont afin de synchroniser les calendriers d'interventions cette éolienne et ceux des séances de tir. (cf. carte page suivante)

- Chemin d'accès aux éoliennes E3 et E4

Il est nécessaire de tenir compte des chemins d'accès aux éoliennes E3 et E4. En effet, si ces derniers devaient conduire du personnel à pénétrer dans la zone de sécurité, aucun tir ne devrait avoir lieu. En conséquence, il est nécessaire qu'une concertation soit engagée entre la société d'exploitation des éoliennes et les dirigeants du stand de tir de Thézy-Glimont afin de synchroniser les calendriers d'interventions sur les appareils et ceux des séances de tir. (cf. carte page suivante)

❖ La protection du personnel

Si l'on se réfère à l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 et aux préconisations de la Fédération Française de Tir concernant les dimensions des stands de tir aux plateaux, l'emplacement de l'éolienne E4 était susceptible de poser un problème sur le plan de la sécurité des personnels. En effet, elle est située à 196 m du poste de tir le plus proche (mesures réalisées par la Sté. H2Air) et il n'existe pas d'écran protecteur.

❖ Résultats de calculs rassurants

Les résultats des calculs, en accord avec l'expérience des tireurs, montrent que la portée maximum des plombs les plus rapides est de l'ordre de 125 m. L'apogée de la trajectoire est situé à environ 90 m de distance. Au-delà de cette distance les plombs retombent avec une vitesse limite de chute de l'ordre de 23 m/s (83 km/h), soit une énergie cinétique correspondante de 0,016 Joule.

Ainsi, si du personnel se trouvait à une distance de 120 m du poste de tir, il recevrait une « pluie » de grenaille de plombs chutant à 23 m/s environ et animée, pour les plombs les plus véloce ayant atteint l'altitude la plus élevée, d'une énergie cinétique de 0,016 Joule. Ce niveau d'énergie cinétique n'est pas de nature à provoquer des blessures graves (hormis en cas d'atteinte oculaire).

❖ Principe de précaution étayé par la législation en vigueur

Bien que cette « pluie » de plombs ne soit pas de nature à provoquer des blessures graves, ce faible niveau d'énergie cinétique ne peut en aucun cas justifier la pénétration de personnel à l'intérieur de la zone de sécurité en même temps que des tirs ont lieu. Le principe de précaution préside à la mise en place des règles de sécurité et l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 en est l'émanation. Ainsi, nous conseillons, en ce qui concerne la sécurité des personnes chargées d'intervenir sur l'éolienne E4, de prendre pour référence, l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 et d'interdire l'entrée de personnels dans les zones de sécurité de 250 m durant des tirs, soit pendant les entraînements et les compétitions.

❖ Protection des personnels : concertation avec le stand de tir de Thézy-Glimont

Afin de régler le problème de la sécurité des personnels de maintenance des éoliennes, il est nécessaire qu'une concertation soit engagée entre la société d'exploitation des éoliennes et les dirigeants du stand de tir de Thézy-Glimont afin de synchroniser les calendriers d'interventions sur les appareils et ceux des séances de tir, de telle manière qu'il ne puisse y avoir une présence de personnels dans les zones de sécurité telles que définies dans l'article précité en même temps que des séances de tir sur le poste PT4.

❖ Protection de la population : mise en place d'une barrière sécurisée et de panneaux d'information

Une barrière sécurisée sera installée à l'entrée du chemin d'accès privé (à créer) aux éoliennes E3 et E4 (par la voie communale n°2), afin d'en empêcher l'accès. Il est à noter que ce chemin se termine en cul-de-sac. Aucun autre chemin ne permet de pénétrer sur ce dernier, du côté de l'éolienne E4. A cette barrière sécurisée s'ajoutera un panneau d'information. Il précisera l'interdiction de pénétrer sur ce chemin d'accès privé et précisera le risque que représente le ball-trap.

❖ Butte anti-bruit pour le ball-trap

Il est à noter qu'une butte au Nord-Est du ball-trap est en cours de construction. Il est prévu qu'elle atteigne 20 mètres de haut. La butte initialement prévue au Sud de ce dernier ne sera finalement pas construite.

❖ La sécurité du matériel

Concernant les risques courus par l'éolienne E4 d'être atteinte par des impacts, la distance de l'emplacement de cette dernière vis à vis du poste de tir PT4 la met hors de portée des tirs.

Enfin, il peut être nécessaire de vérifier si l'angle du secteur du poste de tir n'est pas inférieur à celui préconisé par la FFT et par là même placer l'éolienne E4 en dehors de la zone de sécurité.

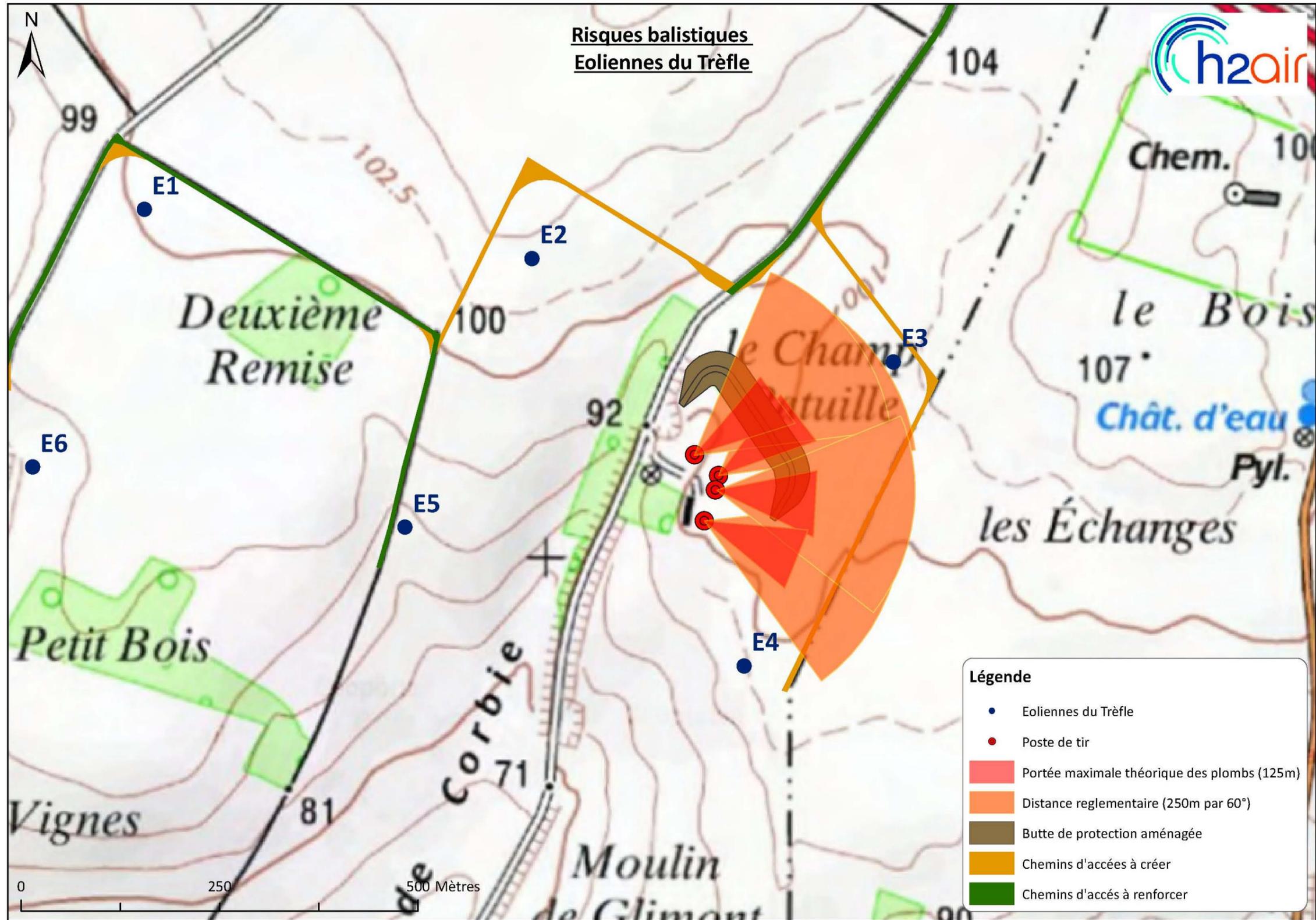


Figure 40 : Carte synthétisant les risques balistiques

Source : H2air, 2016



3 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

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 regroupent les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieux pour toutes les éoliennes	Acceptable pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Exposition modérée	A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C	Modéré pour toutes les éoliennes	Acceptable pour toutes les éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Exposition forte	C	Sérieux pour toutes les éoliennes	Acceptable pour toutes les éoliennes
Projection de pales ou fragments de pales	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieux pour les éoliennes E1 et E6 Catastrophique pour les éoliennes E2, E3, E4 et E5 (arrêt des machines lors des compétitions de ball-trap)	Acceptable pour E1 et E6 Acceptable pour E2, E3, E4 et E5
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B avec mise en place d'un système de déduction de glace C avec la mise en place d'un système de déduction et d'un système de détection de glace	Sérieux pour E1 et E6 Important pour E2, E3, E4 et E5	Acceptable pour E1 et E6 avec système de déduction de glace Acceptable pour E2, E3, E4 et E5 avec un système de déduction et un système de détection de glace

Tableau 85 : Synthèse des scénarios étudiés

3.2 - SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

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

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

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique		PrP (E2, E3, E4, E5)			
Important			PrG (E2, E3, E4, E5)		
Sérieux		Eff PrP (E1, E6)	ChE	PrG (E1, E6)	
Modéré					ChG

Légende de la matrice :

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

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

En considérant la mise en place d'un système de déduction de glace pour les éoliennes E1 et E6, auquel est ajouté un système de détection pour les éoliennes E2, E3, E4 et E5, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges. Par mesure de prévention, les éoliennes E2, E3, E4 et E5 seront arrêtées lors des compétitions générant de fortes affluences. Tous les accidents figurent en case verte ou jaune, c'est-à-dire qu'ils présentent un niveau de risque acceptable.

Chaque année, le porteur de projet éolien demandera le calendrier d'ouverture du ball-trap au gérant du site afin de connaître le plus en amont possible d'une part les dates durant lesquelles une surveillance accrue des conditions météo devra être réalisées et d'autre part, les dates des compétitions générant de fortes affluences. En cas d'ouverture exceptionnelle, le gérant du ball-trap devra en informer le porteur de projet éolien le plus rapidement possible.

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

- ⇒ Effondrement de l'éolienne ;
- ⇒ Chute de glace ;
- ⇒ Chute d'élément de l'éolienne ;
- ⇒ Projection de pales ou fragments de pales ;
- ⇒ Projection de glace.

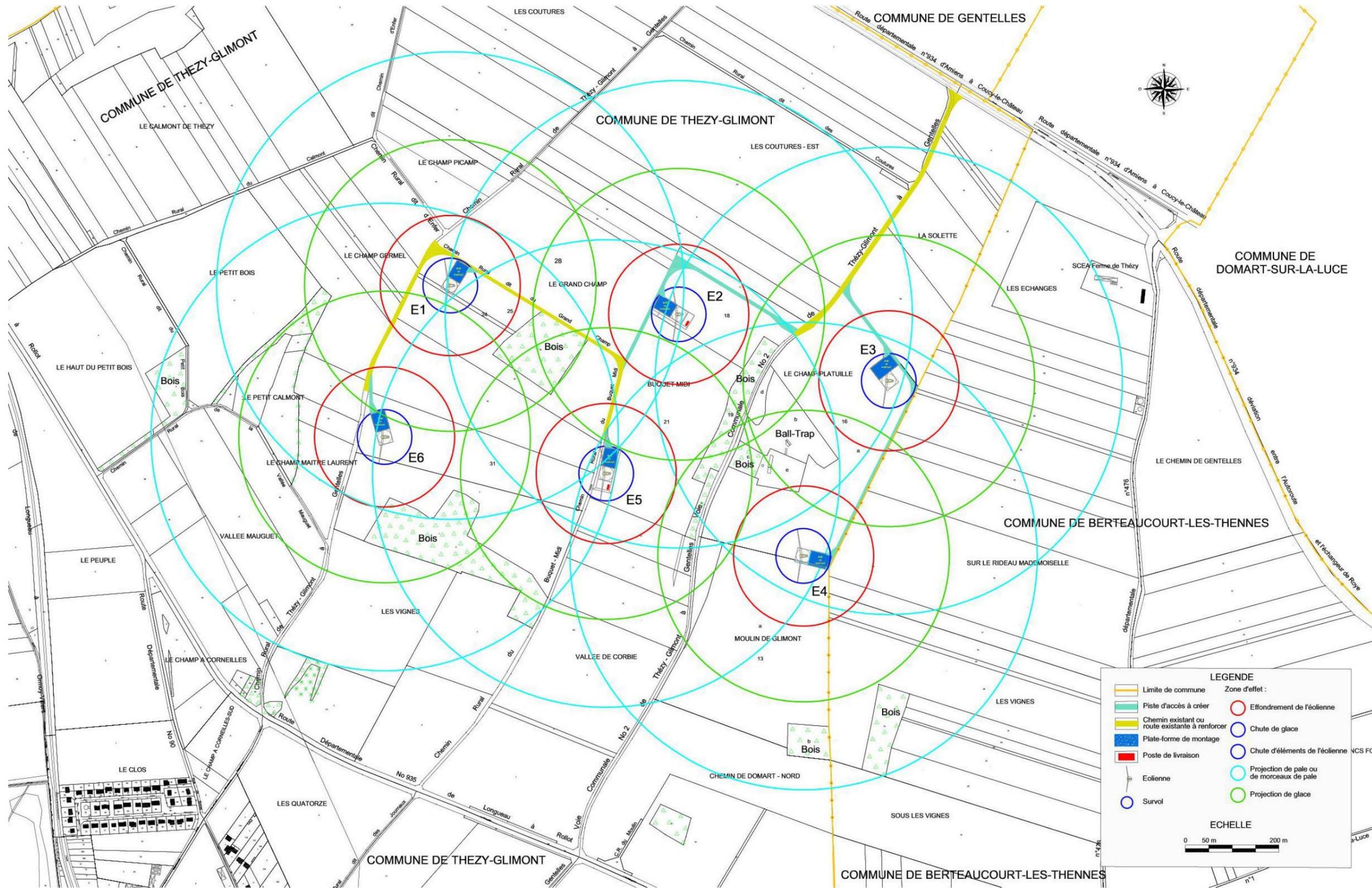


Figure 41 : Carte de synthèse



Chapitre 9 - MOYENS D'INTERVENTIONS ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES DES DANGERS





1 - MOYENS INTERNES

1.1 - ORGANISATION EN CAS DE DYSFONCTIONNEMENT

La surveillance du bon fonctionnement de l'installation est assurée par l'intermédiaire du système de contrôle avec transmission à distance des informations. Les informations issues des capteurs peuvent conduire à une alarme sur les écrans de surveillance mais également, dans certains cas, à la mise à l'arrêt de la turbine. Les unités de surveillance sont opérationnelles 24h/24. Pour la Somme, il s'agit de l'unité située à Bapaume (62).

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

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

Les détecteurs incendie sont placés au voisinage des principaux composants électriques (transformateur, convertisseur, génératrice) et permettent, en cas de détection :

- ⇒ d'arrêter l'éolienne,
- ⇒ d'émettre une alarme sonore afin d'informer les éventuelles équipes de maintenance en cours d'intervention dans l'éolienne,
- ⇒ d'émettre une alarme informant immédiatement de la survenance de l'incendie, ce qui peut lui permettre d'informer les services de secours.

En cas de déclenchement de la détection d'incendie, le responsable régional est informé (hors heures ouvrables, il est informé sur son téléphone mobile) afin de se rendre sur place et de coordonner l'action des équipes d'intervention.

La détection des accidents peut également être faite par des personnels externes (détection visuelle d'un incendie ou de la chute d'une partie de pale par des personnes du public par exemple), le constructeur de l'éolienne (Vestas dans le cas présent) en est informé par l'intermédiaire le plus souvent du propriétaire du parc. En complément d'une équipe de techniciens en charge d'assurer les interventions, la société dépêche sur site une équipe technique chargée d'analyser les causes de l'accident et éventuellement en première urgence d'assister les secours externes.

Les enseignements retirés des anomalies ou des accidents constatés sont pris en compte pour éviter le renouvellement de ces dysfonctionnements.

1.2 - MOYENS MATERIELS

L'accident principal nécessitant une action rapide et immédiate est avant tout l'incendie en nacelle ou en pied de mât.

Vis-à-vis de ce risque, l'installation est équipée de détecteurs d'incendie, de type détecteur de fumée (un dans la tour et un dans la nacelle) qui, lors de leur déclenchement, conduisent à la mise en arrêt de la machine. Des détecteurs de température disposés dans la nacelle conduisent à des actions similaires.

L'éolienne est équipée d'extincteurs (2 dans la nacelle et 1 en pied de tour) qui peuvent être utilisés par le personnel d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de vent).

Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabriquant du matériel ou un organisme extérieur agréé.

1.3 - MOYENS HUMAINS

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

2 - MOYENS EXTERNES

En cas d'incendie sur le parc éolien, le personnel d'astreinte de l'unité de surveillance est en mesure de transmettre l'alerte au service de secours le plus proche 24h sur 24, 7 jours sur 7.

Le temps de réponse pour l'enclenchement de l'alarme suite à la détection d'un incendie est < 1 minute. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique. En cas d'incendie, en 1^{er} appel, le Centre d'Incendie et de Secours intervenant est celui d'Amiens qui se trouve à environ 13 km du site du projet par les routes départementales D934 et D935.

Ce centre de secours dispose des moyens d'assurer les missions d'incendie et de secours d'urgence aux personnes (notamment de fourgons pompe tonne, de véhicules échelle, de dévidoirs auto-mobile). Ils peuvent être renforcés en 2^{ème} appel par d'autres Centres d'Incendie et de Secours (Doullens, Hesdin, Abbeville,...).

En cas d'alerte, la *procédure d'intervention sur Installation Classée pour la Protection de l'Environnement* serait lancée.

Les coordonnées des services de secours les plus proches sont indiquées dans le tableau suivant :

SERVICE	ADRESSE	TELEPHONE
Gendarmerie Nationale	8 Bis r Card Mercier 80110 MOREUIL	17 03 22 22 51 17
Pompiers	Centre de Secours Principal 26 rue Jean Catelas 80000 AMIENS	18 03 22 71 34 34
Ambulances	Boves Ambulances 14 avenue du Général Leclerc 80440 BOVES	03 22 09 22 62
Centre hospitalier régional	Centre Hospitalier Universitaire d'Amiens (CHU) Hôpital Nord Place Victor Pauchet 80054 AMIENS CEDEX 1	03 22 66 80 00
Médecin	20 rue Commandant Jan 80440 BOVES	03 22 09 30 45
DREAL de Picardie	56, rue Jules Barni 80040 AMIENS CEDEX 1	03 22 82 25 00
DREAL de Picardie Unité Territoriale de la Somme	Subdivisions de GLISY Pôle Jules Verne 12 rue du Maître du Monde 80440 GLISY	03 22 38 32 00
DIRECCTE de Picardie Inspection du Travail	40, rue de la Vallée 80042 AMIENS CEDEX 1	03 22 22 42 42
DIRECCTE de Picardie Unité Territoriale de la Somme	40, rue de la Vallée 80042 AMIENS CEDEX 1	03 22 22 41 41

Tableau 86 : Coordonnées des services de sécurités et de secours publics ou privés





Chapitre 10 - CONCLUSION





La présente étude de dangers a été réalisée dans le cadre du projet de parc éolien « Eoliennes du Trèfle » situé sur la commune de Thézy-Glimont dans le département de la Somme.

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

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

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

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

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

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

Le tableau suivant présente la matrice de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique		PrP (E2, E3, E4, E5)			
Important			PrG (E2, E3, E4, E5)		
Sérieux		Eff PrP (E1, E6)	ChE	PrG (E1, E6)	
Modéré					ChG

Tableau 87 : Hiérarchisation des phénomènes dangereux

Légende de la matrice :

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

Le tableau suivant présente le niveau d'acceptabilité des risques potentiels du projet de parc « Eoliennes du Trèfle » :

Scénario	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Acceptable
Chute de glace	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Acceptable
Projection de pales ou fragments de pales	Acceptable pour E1 et E6
	Acceptable pour E2, E3, E4 et E5
Projection de glace	Acceptable

Tableau 88 : Niveau d'acceptabilité des risques

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

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

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

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

Le modèle d'éolienne retenu sera équipé d'un dispositif permettant de déduire la présence de glace sur les pales et d'arrêter la machine ou d'éviter sa mise en fonctionnement après une période d'arrêt. De plus, un système de détection de glace sera installé sur les éoliennes E2, E3, E4 et E5. Des panneaux type "Attention, chute de glace" seront mis en place au pied de chaque éolienne pour prévenir du danger.





Chapitre 11 – ANNEXES A L'ETUDE DE DANGERS





Annexes à l'étude de dangers :

- ⇒ Annexe 1A : Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne
- ⇒ Annexe 1B : Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles applicables aux études de dangers - Fiche 1 : Eléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers
- ⇒ Annexe 2 : Tableau de l'accidentologie française
- ⇒ Annexe 3 : Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques
- ⇒ Annexe 4 : Probabilité d'atteinte et risque individuel
- ⇒ Annexe 5 : Glossaire
- ⇒ Annexe 6 : Bibliographie et références utilisées
- ⇒ Annexe 7 : Calendrier du ball-trap de Thézy-Glimont
- ⇒ Annexe 8 : Note de présentation - article 24 du décret n°2011-1697 du 1^{er} décembre 2011 consolidé et article L. 323-11 du Code de l'énergie
- ⇒ Annexe 9 : Règlement techniques et règles de sécurité pour le ball-trap de la Fédération Française de ball-trap
- ⇒ Annexe 10 : Etude balistique
- ⇒ Annexe 11 : General Specification Vestas Ice Detection (VID)



1 - ANNEXE 1A : 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).

1.1 - TERRAINS NON BATIS

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

1.2 - 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.

1.2.1 - 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	

1.2.2 - 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.

1.2.3 - Voies navigables

Compter 0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.

1.2.4 - 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.

1.3 - LOGEMENTS

Pour les logements : compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

1.4 - 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.

1.5 - ZONES D'ACTIVITES

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.

2 - ANNEXE 1B : CIRCULAIRE DU 10 MAI 2010 RECAPITULANT LES REGLES APPLICABLES AUX ETUDES DE DANGERS - FICHE 1 : ELEMENTS POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE DANS LES ETUDES DE DANGERS

Évaluation des risques, étude de dangers

Règles générales

Fiche 1 : Éléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers

Remarque

Il convient d'éviter de compter plusieurs fois une personne selon qu'elle se trouve, par exemple, sur son lieu de travail ou dans son logement.

Pour chaque accident envisagé, elle doit alors être comptée uniquement dans la zone où elle est soumise à l'intensité la plus élevée. En première approche toutefois, cette précision peut être omise.

A.1. Zones d'effets et identification des ensembles homogènes

Déterminer la surface des zones d'effets sortant du site pour chaque type d'effet.

Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse de risque, identifier les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) et en déterminer la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur (pour les voies de circulation).

A.2. 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. point A.5).

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, coiffeur)
- compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes, 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.

A.3. Zones d'activités

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.



3 - ANNEXE 2 : TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANCAISE

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 l'étude de dangers.

Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	VESTAS V39	0,5	1993	N	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle - Sigean	Aude	GAMESA G47	0,66	2000	O	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20 kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Non utilisable
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	GAMESA G52/850	0,85	2002	O	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	WINDMASTER WM43/750	0,75	1998	N	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100m .	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	LAGERWEY LW750-52	0,75	2002	N	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	WINDMASTER 300 kW	0,3	1996	N	Couchage du mât d'une des 5 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micro-pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m , mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2001	N	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Nota : cet incident s'est produit 2 fois à 15 jours d'intervalle)
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	JEUMONT J48/750	0,75	2003	N	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	
Rupture de pale	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, pb de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	ATTENTION : projection de pale + incendie !
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	TURBOWINDS T400-34	0,4	1997	N	Bris de pale		Site Vent de Colère	
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2004	N	Chute d'une pale de 20m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	GAMESA G47	0,66	2001	O	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	LAGERWEY LW80-18	0,08	1993	N	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137 Km/h)	Article de presse (La Voix du Nord)	
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	GE 1.5sl	1,5	2005	O	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Non utilisable (incident pendant un chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Marne	VESTAS V47/660	0,66	2005	N	Rupture d'un morceau de pale de 4m et éjection à plus de 200m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED	Défaut de fabrication. Attention, les bouts de pales ne sont pas partis à plus de 80 m de la turbine
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	SIEMENS SWT 1.3	1,3	2007	N	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	0,3	2002	N	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable d'un point de vue statistique (événement unique, sans répercussion sur les tiers)



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	ENERCON E66/2000	2	2004	O	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessan-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Non utilisable
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse Française d'Eoliennes - Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	GAMESA	2	2006	O	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	GAMESA G90	2	2007	O	Chute de pale		Communiqué de presse Française d'Eoliennes Article de presse (l'Est Républicain)	
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	NEG-MICON NM92	2,75	2004	O	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Non utilisable
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	NORDEX N90	2,3	2009	O	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable pour les projections ou les chutes (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	GAMESA G80/2000	2	2006	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Site FED	
Incendie	30/10/2009	Freysenet	Ardèche	VESTAS V80/2000	2	2005	O	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	Problème sur armoire électrique
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	Bonus B23 / SIEMENS	0,3	1993	N	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Non utilisable
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	Vestas V25	0,2	1991	N	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	JEUMONT J48/750	0,75	2004	N	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tpm	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Coteaux	Loire Atlantique	ENERCON E70	2,3	2010	O	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER	Non utilisable



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Non utilisable
Rupture de pale	14/12/2011			NORDEX N80	2,5	2003	O	Pale endommagée par la foudre. Fragments de pales retrouvés par l'exploitant à une distance n'excédant pas 300 m	Foudre	Constructeur - Mainteneur	Distance évaluée par l'exploitant qui a collecté les fragments. A mesurer plus précisément sur site.
Incendie	03/01/2012			NORDEX N90	2,3	2006	O	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : La porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a tenté d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Constructeur - Mainteneur	Le feu ne s'est pas propagé dans l'éolienne (les pneus introduits dans l'éolienne n'ont pas brûlé)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	JEUMONT J48/750	0,75	2000	N	Bris d'une pale, dont des fragments ont pu être projetés jusqu'à 200 m environ.	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo Dailymotion Interne exploitant	-
Rupture de pale	11/04/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Bris d'une pale, dont un fragment a été projeté à 20 m environ.	Impact de foudre	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	18/05/2012	Fresnay-L'Evêque	Eure-et-Loir	REPOWER MM92	2	2008	O	Chute de pale au pied de l'éolienne	Corrosion dans les trous d'alésages, qui proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement.	Base de données ARIA	-
Chute d'une éolienne	30/05/2012	Port la Nouvelle	Aude	-	0.2	1991	N	Chute d'une éolienne	Rafales de vent à 130 km/h	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	NORDEX N90	2.5	2011	O	Un élément de 400g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât	-	Base de données ARIA	-
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	VESTAS V47	0.66	1991	N	Un feu se déclare sur une éolienne. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante. Une pale chute.	Un feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur a entraîné la propagation de courants de court-circuit.	Base de données ARIA	-
Rupture de pale	6/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	GAMESA G58	0.85	2008	O	A la suite d'un défaut de vibration, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des trois pales qui s'est décroché avant de percuter le mât.	Défaut de vibration.	Base de données ARIA	-



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	17/03/2013	Euvy	La Marne	GE Energy GE 100	2,5	2011	O	Un feu s'est déclaré dans la nacelle d'une éolienne. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols.	Au moment du départ du feu, le vent soufflait à 11m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique.	Base de données ARIA	-
Pale et réseau électrique endommagé	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	ENERCON E44/900	0,9	2009		Un impact de foudre endommage une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	Impact de foudre (impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA)	Base de données ARIA	-
Projection d'un équipement	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	ENERCON E70	1,3	2006	O	Alors qu'il vient de faire l'appoint en gaz d'un cylindre sous pression faisant partie du dispositif d'arrêt d'urgence des pales d'une éolienne, un technicien de maintenance démonte l'embout d'alimentation vissable. L'ensemble démonté est projeté au visage de l'opérateur et lui brise le nez et plusieurs dents. Le jet de gaz affecte ses voies respiratoires.	Afin d'éviter de tels accidents, la visserie de la vanne présentait une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à la détente du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total.	Base de données ARIA	-
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	GAMESA G90/2000	2,0	2010	O	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique.	-	Base de données ARIA	-
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	NORDEX N100/2500	2,5	2013	O	Un feu se déclare au niveau de la partie moteur d'une éolienne.	Incident électrique ?	Base de données ARIA	-
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	GAMESA G47/660	0,66	2000	N	Chute d'une pale de 20 m au pied du mât d'une éolienne	Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s. Des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée « alu ring », située à la base de la pale.	Base de données ARIA	-
Chute de pale	14/11/2014	St-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	SENVION MM8/2050	2,05	2011	O	Chute de pale au pied de l'éolienne lors d'un orage et de vents violent. Des débris sont projetés à 150 m	Lors de l'accident, des rafales de vent atteignaient les 130 km/h.	Base de données ARIA	-
Chute d'un morceau de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	NORDEX N60/1300	1,3	2006	O	Chute d'une partie de l'aérofrein à 80 m du mât de l'éolienne	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques en fibre de verre	Base de données ARIA	-
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	SIEMENS SWT-2-3-101/2300	2,3	2015	O	A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.	Base de données ARIA	-



Type d'accident	Date	Parc	Département	Type d'éolienne	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente ?	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s)	Commentaire sur l'utilisation du REX pour les calculs de probabilités de départ
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	ENERCON E82/2000	2,0	2011	O	Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.	-	Base de données ARIA	-
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	NORDEX N90/2300	2,3	2005	O	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur	Origine accidentelle	Base de données ARIA	-
Chute des pales et du rotor d'une éolienne	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	REPOWER MD 77	1,5	2007	O	Vers 22h30, les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé.	Défaillance de l'arbre lent qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice	Base de données ARIA	-
Chute de pale	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	ENERCON E70-2300	9,2	2014	O	L'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol.	Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérofrein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérofrein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu.	Base de données ARIA	
Chute de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	WINDMASTER WM28/300	1,2	2002	N	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne : une pale chute au sol, une autre se déchire	Tempête (vents de 160 km/h)	Base de données ARIA	

Mise à jour : Septembre 2016



4 - 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).

4.1 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES LIES A LA GLACE (G01 ET G02)

4.1.1 - 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.

4.1.2 - 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.

4.2 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE (I01 A I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas ou plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques seulement quelques exemples vous sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être regardé :

- ⇒ Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;
- ⇒ Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'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 dangers une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

4.3 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE FUITES (F01 A F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de 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,...).



4.3.1 - 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.

4.3.2 - 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.

4.4 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE CHUTE D'ELEMENTS (C01 A C03)

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

4.5 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES DE PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES (P01 A P06)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- ⇒ Défaut de conception et de fabrication
- ⇒ Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance
- ⇒ Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre...

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

4.5.1 - 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.

4.5.2 - 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

4.5.3 - 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.

4.6 - SCENARIOS RELATIFS AUX RISQUES D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES (E01 A E10)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- ⇒ Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant

- ⇒ Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...



5 - 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-après 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.



6 - 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 : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

Evénement redouté central : Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Gravité : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité) : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- ⇒ les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- ⇒ les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- ⇒ les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

Phénomène dangereux : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) 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



7 - 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 Güttsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteutrois 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



8 - ANNEXE 7 : CALENDRIER DU BALL-TRAP DE THÉZY-GLIMONT

CALENDRIER DES JOURS ET HORAIRES D'OUVERTURE DU STAND DE THEZY GLIMONT SAISON 2014										
Equipe 1 : Dany, Didier, Vincent, Franck					Equipe 2 : Amandine, Guy, Pascal, Eric					
Janvier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	Samedi 1 14h-19h Dimanche 2 14h-19h	Samedi 5 14h-19h Samedi 12 14h-19h Dimanche 13 14h-19h	1er MAI Grand prix du BT des 3 Vallées 100 FU 100 DTL Samedi 3 14h-19h Dimanche 4 14h-19h	Dimanche 1 14h-19h Samedi 7 14h-19h Dimanche 8 14h-19h	Samedi 5 14h-19h Dimanche 6 Ball-trap Comité des fêtes de Rubescourt	Samedi 2 14h-19h Dimanche 3 14h-19h Samedi 9 14h-19h	Samedi 6 14h-19h Dimanche 7 14h-19h	Samedi 4 14h-18h	Samedi 8 14h-18h	Samedi 6 14h-18h
Février	Samedi 15 14h-19h Dimanche 16 14h-19h	Samedi 19 14h-19h Dimanche 20 14h-19h	Jeudi 8 Ball Trap TERRES-ENLIX	Samedi 14 14h-19h Dimanche 15 Ligue DTL BT 3 Vallées	Samedi 12 14h-19h Dimanche 13 14h-19h Samedi 19 14h-19h	Samedi 18 14h-19h Dimanche 17 14h-19h	Samedi 13 14h-19h	Samedi 11 14h-18h		
	Samedi 22 14h-19h	Samedi 26 14h-19h Dimanche 27 Ball-Trap Société de chasse de Morlancourt	Samedi 10 14h-19h Samedi 17 14h-19h Dimanche 18 Stand fermé Ligue FU à St Lambert Samedi 24 14h-19h Dimanche 25 14h-19h	Samedi 21 Dimanche 22 Ball Trap ACC Corbie	Samedi 19 14h-19h Samedi 26 14h-18h Dimanche 27 Ball trap des chasseurs de gibiers d'eau de Corbie Samedi 28 14h-19h Dimanche 29 14h-19h	Samedi 16 14h-19h Dimanche 17 14h-19h Samedi 23 14h-19h Samedi 30 14h-19h Dimanche 31 14h-19h	Samedi 20 14h-19h	Samedi 18 14h-18h	Samedi 8 14h-18h Samedi 24 14h-18h	 Samedi 20 AG Ball trap de Noël + Repos



CALENDRIER DES JOURS ET HORAIRES D'OUVERTURE DU STAND DE THEZY GLIMONT SAISON 2016										
Janvier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	Samedi 5 14h-19h Dimanche 6 14h-19h	Samedi 2 14h-19h Dimanche 3 14h-19h	GRAND PRIX 100 pt FU 100 pt DTL jeudi 5	Samedi 4 14h-19h Dimanche 5 14h-19h	Samedi 2 14h-19h Dimanche 3 Ball-trap Comité des fêtes de Rubescourt	Samedi 6 14h-19h Dimanche 7 14h-19h	Samedi 3 14h-19h Dimanche 4 14h-19h	Samedi 1 14h-17h30		Samedi 3 14h-17h
	Samedi 30 14h-17h30	Samedi 12 14h-19h Dimanche 13 14h-19h	Samedi 9 14h-19h	Samedi 7 14h-19h	Samedi 11 14h-19h Dimanche 12 14h-19h	Samedi 9 14h-19h Dimanche 10 14h-19h	Samedi 13 14h-19h	Samedi 10 14h-19h Dimanche 11 14h-19h	Samedi 8 14h-17h30	Samedi 5 14h-17h
Février		Samedi 16 14h-19h	Samedi 14 14h-19h Dimanche 15 14h-19h	Samedi 18 Dimanche 19 Ball Trap ACC Corbie	Samedi 16 14h-19h Dimanche 17 14h-19h	Samedi 20 14h-19h Dimanche 21 14h-19h	Samedi 17 14h-19h	Samedi 15 14h-17h30		Samedi 10 14h-17h
	Samedi 6 14h-18h	Samedi 19 14h-19h Dimanche 20 14h-19h	Samedi 23 14h-19h Dimanche 24 14h-19h	Samedi 21 14h-19h Dimanche 22 14h-19h	Samedi 23 14h-19h	Samedi 23 14h-19h	Samedi 20 14h-19h Dimanche 21 14h-19h	Samedi 17 14h-19h	Samedi 15 14h-17h30	Samedi 26 14h-17h
	Samedi 20 14h-18h		Samedi 21 14h-19h Dimanche 22 14h-19h	Samedi 25 14h-19h	Samedi 25 14h-19h	Dimanche 24 Ball trap des chasseurs de gibiers d'eau de Corbie	Samedi 27 14h-19h	Samedi 17 14h-19h	Samedi 15 14h-17h30	Samedi 17 AG Ball trap de Noël + Repas
	Samedi 27 14h-18h	Samedi 30 14h-19h	Samedi 28 14h-19h	Dimanche 26 Ligue DTL CREPY 02 Stand fermé	Dimanche 26 Ligue DTL CREPY 02 Stand fermé	Dimanche 24 Ball trap des chasseurs de gibiers d'eau de Corbie	Samedi 27 14h-19h	Samedi 24 14h-19h	Samedi 22 14h-17h30	
		Samedi 26 14h-19h Dimanche 27 14h-19h	Dimanche 29 LIGUE FU BT 3 Vallées		Bourse aux appelants		Samedi 24 14h-19h	Samedi 22 14h-17h30		



9 - ANNEXE 8 : NOTE DE PRESENTATION - ARTICLE 24 DU DECRET N°2011-1697 DU 1ER DECEMBRE 2011 CONSOLIDE ET ARTICLE L. 323-11 DU CODE DE L'ÉNERGIE

❖ Cadre réglementaire

L'article 6-II du décret n° 2014-450 du 2 mai 2014 relatif à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'ICPE prévoit que « lorsque le projet nécessite une approbation au titre de l'article L.323-11 du Code de l'Energie, l'étude de dangers comporte les éléments justifiant de la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur ». Le projet « Eolien du Trèfle » nécessitant une approbation au titre de l'article L.323-11 du Code de l'Energie, la présente note vise à présenter les éléments justifiant de la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur.



Conformément à l'Article 24 du Décret N°2011-1697 du 1^{er} Décembre 2011¹ consolidé et à l'article L. 323-11 du Code de l'Énergie

« ÉOLIENNES DU TRÈFLE », ÉOLIENNES E1 , E2 , E3 , E4 , E5 , E6 et PDL1 & PDL2

ETAT DES RENSEIGNEMENTS

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

Objet ou motif :	LIAISONS HTA SOUTERRAINES SITE ÉOLIEN
Département :	SOMME (80)
Communes (code INSEE):	THEZY-GLIMONT (80752)
Nature des canalisations :	SOUTERRAINES
Catégorie :	HTA
Tension de service :	20.000 V

SYSTÈME DE DISTRIBUTION

1. Définition du système de description générale de la distribution (nature, tension, nombre de fils, existence ou non de lignes de tension différentes de sous-station, poste de transformation, etc.)

HTA 20 KV SOUTERRAINE

CABLE NFC 33.226 2 x 240² AL.

CABLES NFC 33.226 4 x 150² AL.

2. Transformateurs, emplacements et puissance

Postes de livraison HTA (PDL1 et PDL2) en terrain privé - Transformateurs 50kVA 20kV/410V

¹ Décret N°2011-1697 du 1^{er} Décembre 2011 : relatif aux ouvrages des réseaux publics d'électricité et des autres réseaux d'électricité et au dispositif de surveillance et de contrôle des ondes électromagnétiques

RENSEIGNEMENTS SUR LA DISTRIBUTION (Voies empruntées) :

<u>Tronçon</u>	<u>Voies publiques</u>					<u>Domaines privés</u>				
	<u>Commune</u>	<u>Lg (m)</u>	<u>Sections</u>	<u>Voies</u>	<u>Coupe</u>	<u>Commune</u>	<u>Lg (m)</u>	<u>Sections</u>	<u>Parcelle</u>	<u>Coupe</u>
E1 – E6						Thézy-Glimont	17	95 ² AL	ZB 25	B-B/A-A
						Thézy-Glimont	8	95 ² AL	ZB 24	A-A
						Thézy-Glimont	100	95 ² AL	ZB23	A-A
						Thézy-Glimont	152	95 ² AL	ZB32	A-A
						Thézy-Glimont	88	95 ² AL	ZB 31	A-A/B-B
E6 –PDL2						Thézy-Glimont	458	150 ² AL	ZB31	B-B/A-A
	Thézy-Glimont	6	150 ² AL	Chemin rural du Bouquet Midi	A-A					
						Thézy-Glimont	80	150 ² AL	ZB 21	B-B
E5-PDL 2						Thézy-Glimont	70	150 ² AL	ZB 21	B-B
E4-E3						Thézy-Glimont	485	95 ² AL	ZB 16	B-B/A-A
E3-PDL1						Thézy-Glimont	231	150 ² AL	ZB 16	A-A
	Thézy-Glimont	10	150 ² AL	Voie Communale N°2 de Thézy-Glimont à Gentelles	A-A					
						Thézy-Glimont	228	150 ² AL	ZB 18	A-A/B-B
E2 – PDL1						Thézy-Glimont	30	150 ² AL	ZB 18	B-B

CONDUCTEURS SOUTERRAINS

1- Type de câble

HTA - NFC 33.226

2- Nature de l'âme des conducteurs

Aluminium

3- Nombre, disposition et section des conducteurs

4 x 150² - 2 x 95²

4- Nature des couches isolantes

PE

5- Caractéristiques du câble

Caractéristiques U.T.E.

6- Profondeur de pose du câble sous parcelle cultivée sous chemin communal (pose sous fourreau)

1,00 m de charge

7- Protection

**Grillage avertisseur 20 cm dessus câble
Emballage en géotextile**

8- Tranchée

Coupe type

POSTEE DE LIVRAISON

1- Type de poste

Postes HTA 20kV – 9,50 x 2,65 x 2,50 – Toit terrasse (cf. dossier de PC architecte OZAS)

2- Nature des matériaux

Béton

3- Alignement

En terrain privé

PDL 1 : Parcelle N° ZB 18

PDL 2 : Parcelle N° ZB 21

4- Protection contre l'incendie

Détecteur d'incendie, extincteurs

ANNEXES :

I DESCRIPTIF RÉSEAU

I.1 SCHÉMAS UNIFILAIRES « ÉOLIENNES DU TRÈFLE » - PDL1 & PDL2

II POSTE DE LIVRAISON

II.1 PLAN DU POSTE DE LIVRAISON – PLAN DE MASSE

III PLAN RÉSEAUX PARC ÉOLIEN DES ÉOLIENNES DU TRÈFLE

III.1 PLAN GÉNÉRAL DES RÉSEAUX DE H₂air DU SITE « PARC ÉOLIEN DES ÉOLIENNES DU TRÈFLE »

IV COUPES

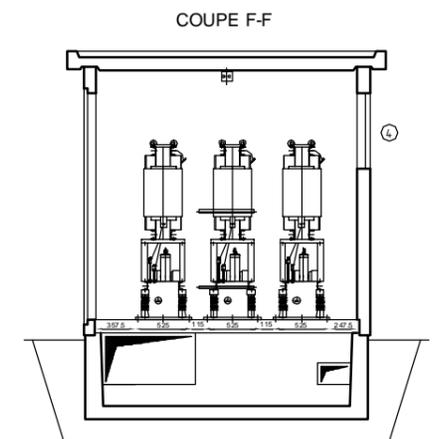
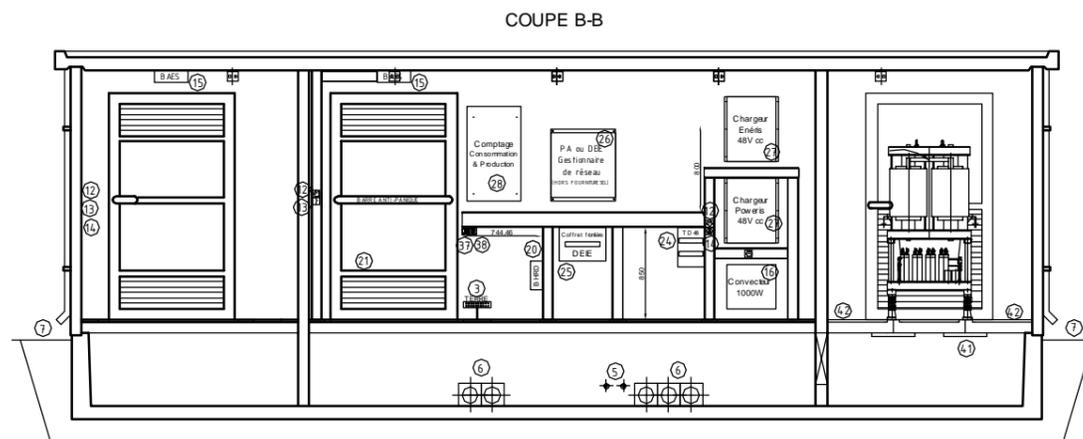
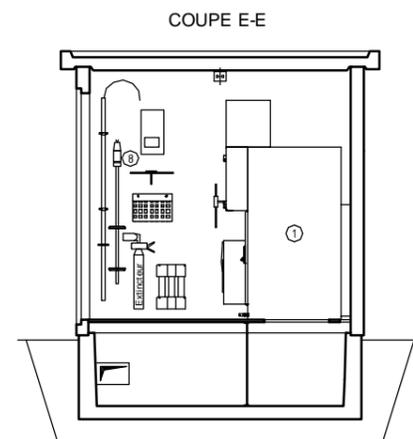
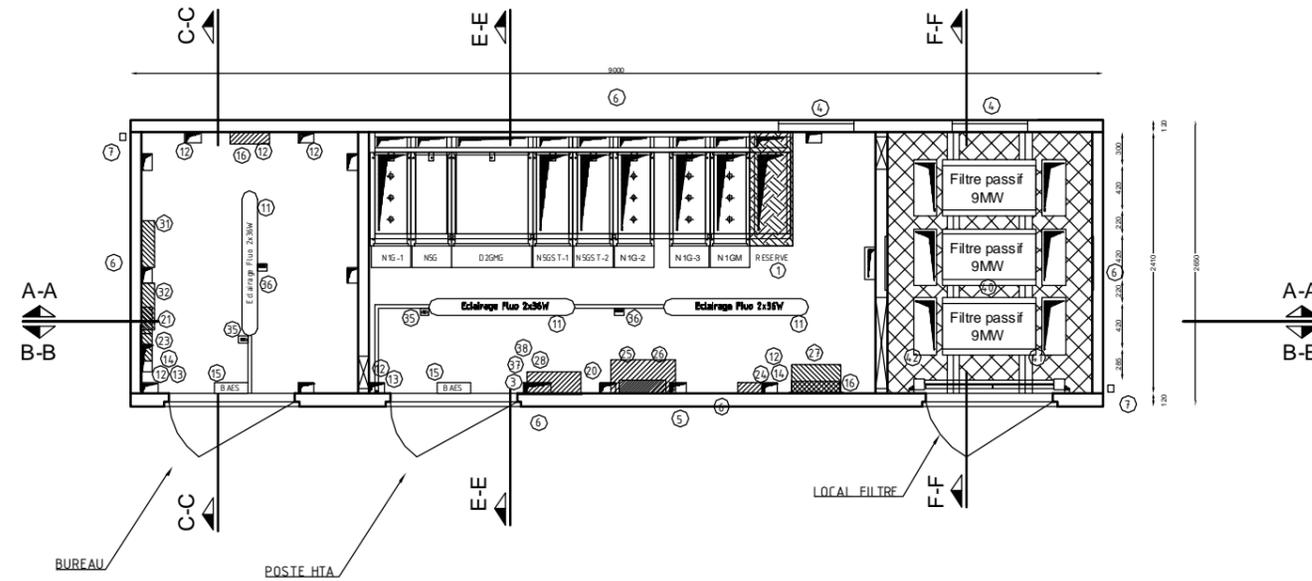
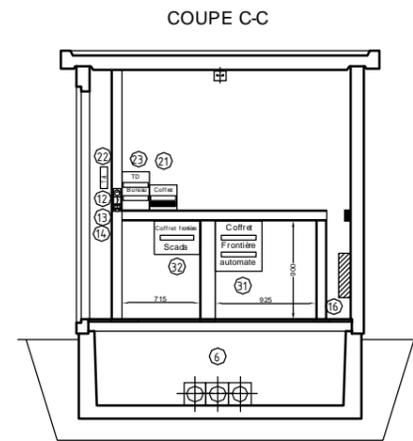
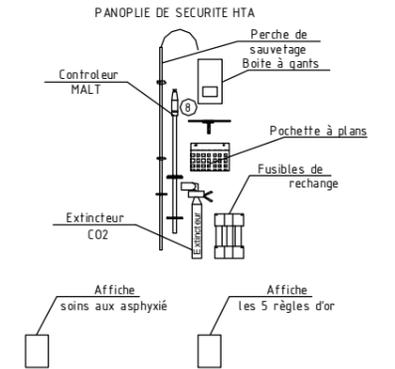
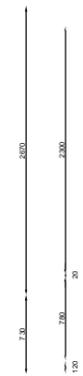
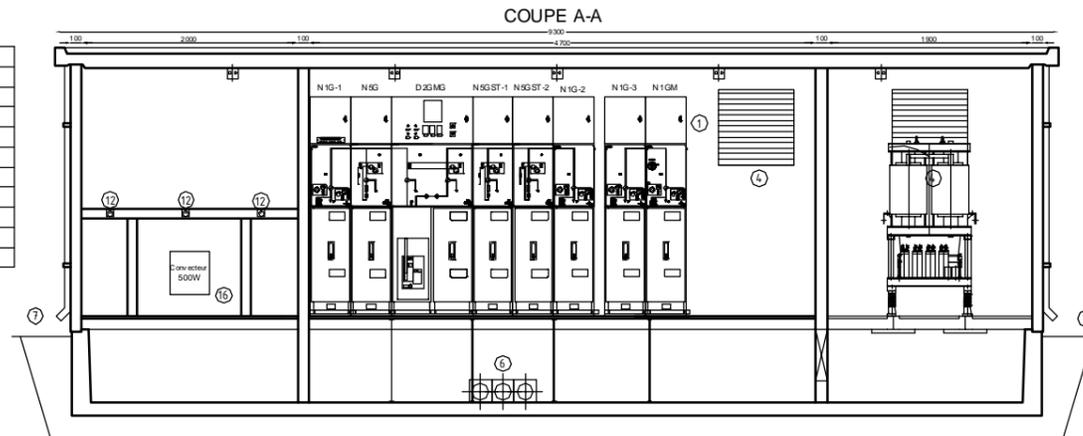
IV.1 COUPE A-A PARCELLE CULTIVÉE

IV.2 COUPE B-B – PARCELLE CULTIVÉE À COTÉ D'UNE PLATEFORME D'ÉOLIENNE AMÉNAGÉE

Informations techniques contenues dans ce document sont la propriété exclusive de SEL Groupe et ne peuvent être utilisées ou divulguées à des tiers quels qu'ils soient sans son accord écrit. Seuls nous engageons pour l'exécution les plans et schémas remis après enregistrement de la commande. Les appareils représentés sur ce schéma sont en position ouvert - désarmés - débrochés - toutes sources coupées.

REPERE	DESIGNATION
1	Cellules HTA
3	Barrette de terre
4	Aération local
5	Raccordement HEA-I-M12 pour mise à la terre (fond de fouille)
6	Passages de câbles étanche : UGA BKD 150
7	Gouttière d'évacuation des eaux de pluie
8	Panoplie de sécurité
11	Eclairage néon 2x36W
12	PC
13	Interrupteur éclairage
14	Prise téléphone gigogne
15	Bloc autonome d'éclairage de sécurité
16	Convecteur
20	Protection de ligne téléphonique BHRD
21	Coffret téléphone
22	Téléphone mural
23	TD bureau
24	TD distribution 48Vcc
25	Coffret frontière DEIE
26	Emplacement réservé pour le DEIE Scap

27	Coffret chargeur C13-100 48Vcc
28	Coffret comptage
31	Coffret frontière automatique
32	Coffret frontière Scada
35	Détecteur de présence
36	Détecteur d'incendie
37	Arrêt d'urgence
38	Commutateur présence personne
40	Filtre passif
41	Fer H 120
42	Caillebotis



BP 74 . 59270 BAILLEUL FRANCE
 Tel: +33/(0) 328 5000 15 / Fax: +33/(0) 328 5000 16
<http://www.sel-solutions.fr> / Email: info@sel-solutions.fr

Implantation béton

Plan:xxxxD

xx.xxx.xx

Action	Date	Nom
1er Etabli	05/01/12	C.Billiet
2nd Etabli		
Vérification	05/01/12	B.Markey
Approbation	05/01/12	B.Markey
Indice:	0	Folio: 08



EOLIENNES DU TREFLE

AFF.15-09
**CONSTRUCTION DU
 PARC EOLIEN:
 "EOLIENNES DU
 TREFLE"**
 COMMUNE DE THEZY-GLIMONT (80)

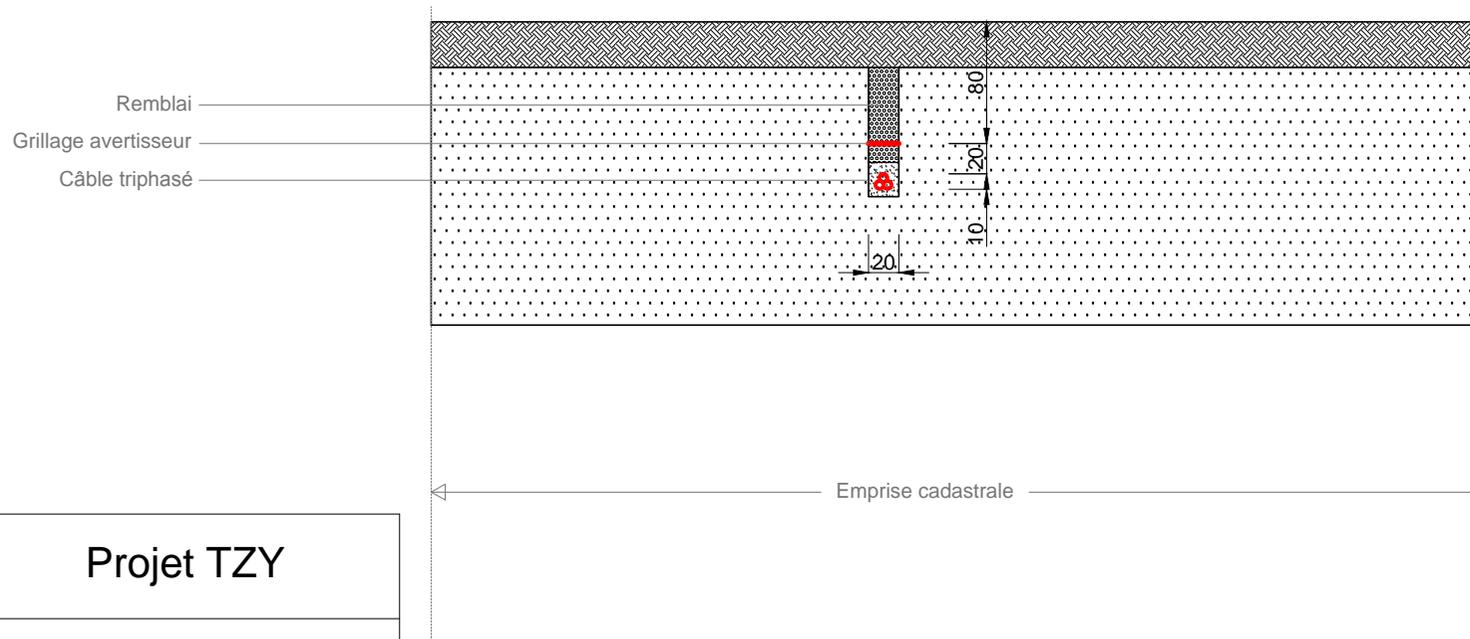
h2air
 Maître d'ouvrage
 H2air
 29 rue des Trois Cailloux - 80000 AMIENS
 Tél. : 03.22.80.01.64 / Fax: 03.22.72.61.84
 E-mail: info@h2air.fr

OZAS
 Architecte
 OZAS
 35 rue des Majets - 80000 AMIENS
 Tél. : 03 22 48 25 57
 E-mail : contact@ozas.fr

- Réseaux inter-éoliens —
- Parcelle d'implantation
- Emprise éolienne
- Poste de livraison
- Création de voirie
- Renforcement de voirie

PC
 NOVEMBRE 2015

Parcelle cultivée



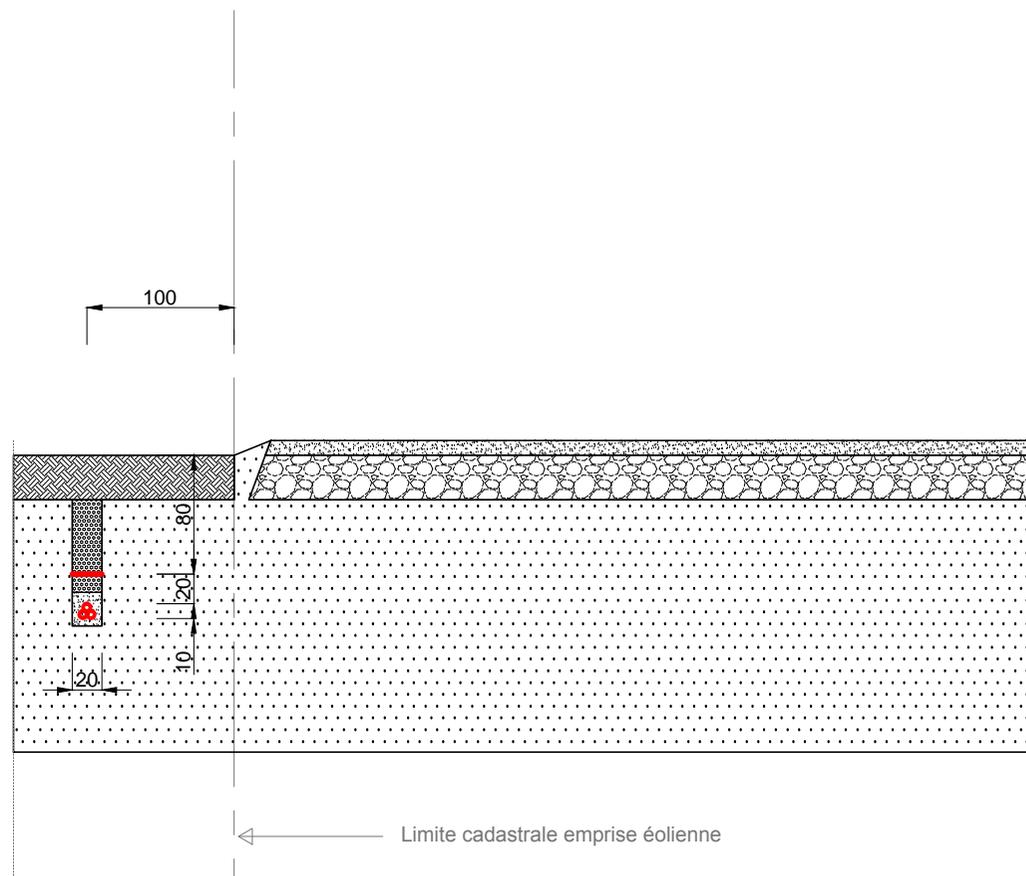
Projet TZY

Eoliennes du Trefle

Coupe tranchées A - A

A	21/09/2015	Création	S.GHAYLAN	S. RAMTKE
Ind.	DATE	DESCRIPTION	REVIEWER	DRAWER

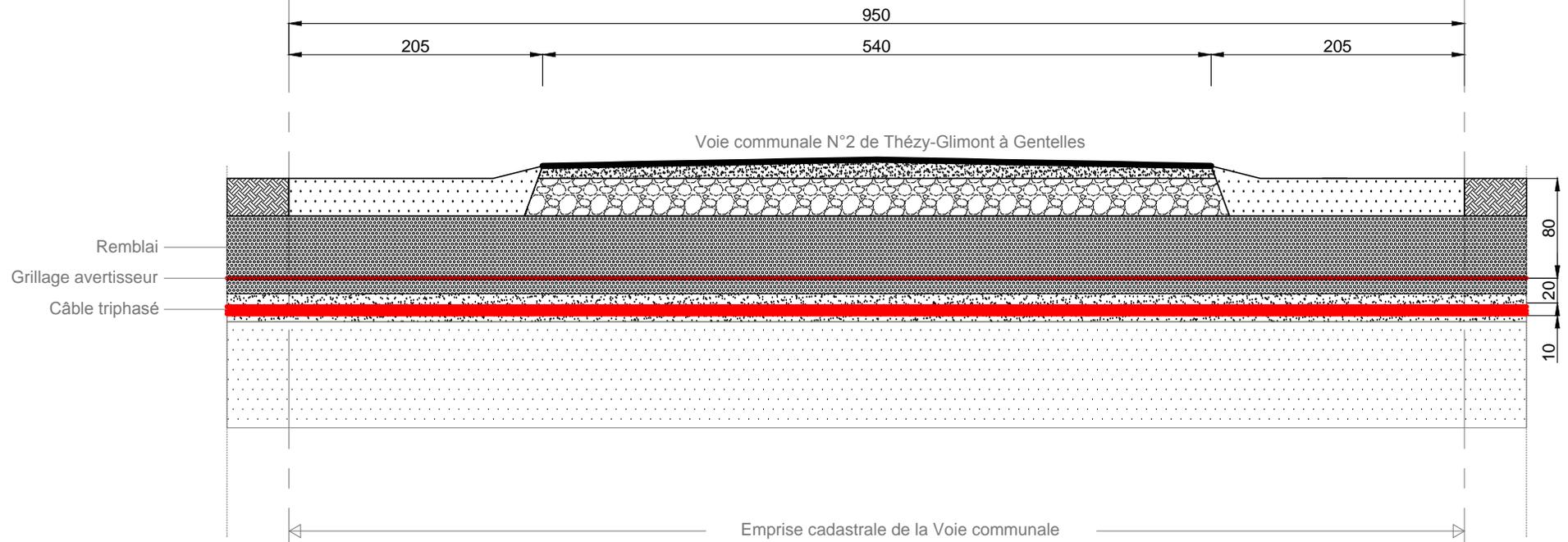
Parcelle cultivée à côté d'une plateforme d'éolienne aménagée



	Projet TZY			
	Eoliennes du Trefle			
	Coupe tranchées B - B			

Ind.	DATE	DESCRIPTION	REVIEWER	DRAWER
A	21/09/2015	Création	S.GHAYLAN	S. RAMTKE

Traversé voie communale





Projet TZY

Eoliennes du Trefle

Coupe tranchées C - C

A	18/05/2015	Création	D.VOJNITS	S. RAMTKE
Ind.	DATE	DESCRIPTION	REVIEWER	DRAWER



10 - ANNEXE 9 : REGLEMENT TECHNIQUES ET REGLES DE SECURITE POUR LE BALL-TRAP DE LA FEDERATION FRANÇAISE DE BALL-TRAP



FÉDÉRATION FRANÇAISE DE BALL-TRAP ET DE TIR A BALLE

14, rue Avaulée 92240 MALAKOFF - : 01 41 41 05 05 Fax : 01 41 41 02 00
E. Mail : FFBT.BALLTRAP@wanadoo.fr
Association régie par la loi de 1901 - J.O. du 31/07/85, Agréée par le Ministère de la Jeunesse et des Sports

REGLEMENTS TECHNIQUES et REGLES DE SECURITE

I - REGLEMENTS TECHNIQUES

Les présents règlements ont pour objet de préciser les domaines dans lesquels toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour garantir la sécurité des personnes et la protection des biens à l'extérieur et à l'intérieur des installations de ball-trap.

Ce sont des règlements d'application des textes en vigueur organisant les activités physiques et sportives et assurant la sécurité nécessaire, conformément au décret n° 89.685 du 21 septembre 1989, aux arrêtés des 17 et 19 juillet 1990 et au décret n° 91-582 du 19 juin 1991.

1.1 - L'ENVIRONNEMENT ET LE SITE

Le tir aux pigeons d'argile est un sport de plein air généralement pratiqué dans un cadre naturel.

Le choix d'un site approprié est primordial puisqu'il implique le respect de l'environnement dans son acception la plus large. L'intégration des installations dans la nature et le paysage, leur situation par rapport aux infrastructures et aux éléments urbains, l'atténuation des nuisances sont toujours à prendre en compte.

Les installations de tir proprement dites ont une superficie relativement faible. Mais l'emprise totale dans le site est importante puisqu'il faut prévoir les retombées des plateaux et des plombs, les risques de ricochets et une marge de sécurité.

1.2 - LE CHOIX DU TERRAIN

Le choix d'un terrain adapté à l'installation d'un tir aux pigeons d'argile doit s'effectuer en considérant

- la superficie : elle est fonction des besoins du programme et conditionne la capacité d'accueil de l'installation,
- la position par rapport aux zones urbanisées, l'éloignement est évidemment souhaitable, notamment à cause du bruit.
- Si aucun obstacle ne fait office d'écran protecteur, une distance de 250 mètres dans la direction normale du tir doit séparer l'installation de toutes les routes et habitations riveraines.
- l'orientation de préférence Nord légèrement Est quand elle est compatible avec l'environnement doit être retenue pour ne pas être éventuellement gênée par le soleil.

1.3 - LE STAND

Dans tous les cas, après avoir matérialisé les limites du terrain, des protections intérieures sont à prévoir autour des zones de danger. Il est aussi nécessaire de déterminer les emplacements dévolus aux spectateurs.

Pour les installations temporaires, une mesure réglementaire de sécurité consiste en une barrière (fil de fer visible, banderole ou cordage, à 7 ou 10 mètres derrière le poste de tir) qu'aucun spectateur ne doit franchir.

1.4 - LES POSTES DE TIR

Chaque poste de tir sera nettement matérialisé au sol, par un carré de 1 x 1 mètre ou par un cercle d'un mètre de diamètre.

Les postes de tir doivent être construits sur une surface plane. Ils doivent comporter deux petits blocs de bois, ou encore deux carrés de tapis caoutchouc sur lesquels les tireurs (droitiers ou gauchers) peuvent poser le canon de leur fusil.

1.5 - LES APPAREILS PROJECTEURS DE PLATEAUX

Le tir s'effectue sur des plateaux dont la trajectoire est définie à l'avance. Ces plateaux sont propulsés soit par un ou plusieurs appareils placés soit dans une fosse soit à la surface du sol.

Un bouclier formé par exemple d'une butte de terre ou de ballots de paille sera installé derrière les appareils afin que le responsable des appareils de lancement (le pulleur) ne soit pas visible pour un tireur sur le pas de tir et soit parfaitement protégé. Cette précaution est indispensable du point de vue de la sécurité car elle permet d'éviter que ce responsable ne vienne à être blessé par des tirs directs ou des ricochets.

1.6 - LES PLATEAUX D'ARGILE

Actuellement, il semble que les fabricants se soient concertés pour adopter un même profil :

- diamètre : 110 mm
- hauteur : de 25 à 26 mm
- poids : environ 105 gr.

Les plateaux peuvent être soit uniformément (noirs, blancs, rouges, jaunes, etc ...) soit fluorescents (roses, oranges, etc...) soit à poudre de conception alimentaire.

Pour le parcours de chasse, d'autres types sont également employés tels que rabbit - mini - bourdon - battue.

Il est souhaitable que la couleur des plateaux soit choisie de telle sorte qu'ils se détachent nettement sur le fond du paysage.

1.7 - LE FUSIL

Le fusil utilisé au ball-trap est une arme à canon(s) lisse(s) tirant de la grenaille. En général, les fusils de chasse ont deux canons. Toutefois, certains tireurs utilisent des fusils "mono canon" semi-automatiques ou à répétition. Ces derniers ne devront être chargés que de deux cartouches. Dans tous les cas leur calibre ne devra pas être supérieur au calibre 12 et la longueur des canons inférieure 66 centimètres.

1.8 - LA CARTOUCHE

La longueur d'une cartouche non tirée ne doit pas dépasser la norme standard de 70 mm. La charge de grenaille ne doit pas excéder 28 grammes. Les grains sont exclusivement de forme sphérique et leur diamètre doit être compris entre 2,5 et 2 mm, ce qui correspond respectivement aux numéros 7 à 9 de la série dite de "PARIS". Les cartouches à poudre noire, traceuses, incendiaires et toutes autres munitions d'emploi particulier sont prohibées.

L'emploi de disperseurs, de tous artifices de dispersion et toutes charges anormales de cartouches est interdit.

II - REGLES DE SECURITE

2.1 - SECURITE SUR LE STAND

En dehors du tir, les armes doivent être déposées au râtelier ou dans un endroit prévu à cet effet.

Toutes les armes de tir, même non chargées, doivent être maniées avec précaution. Aucune arme ne peut être manipulée sans autorisation de son propriétaire.

Lors des déplacements, les fusils doivent être portés "cassés" ou "culasse ouverte". Les munitions ne doivent pas être engagées.

Les fusils à répétition doivent avoir le canon dirigé vers le ciel.

2.2 - SECURITE SUR LE PAS DE TIR

Le tireur ne peut prendre place à son poste de tir que lorsque le tireur précédent l'a quitté. Il ne peut charger son fusil que sur le poste de tir, l'arme dirigée dans le sens de la zone de tir.

La manœuvre de fermeture de l'arme doit se faire en remontant la crosse, les canons restant dirigés vers la zone de tir.

En dehors de l'instant de tir, l'index doit rester allongé sur le pontet et ne doit jamais se trouver sur la queue de détente.

Le tireur ne peut "flamber" son arme que sur autorisation du responsable du tir et ne peut simuler la visée qu'en direction de la zone de tir.

Le tireur ne peut fermer ou armer son fusil que lorsque le concurrent précédent a tiré.

Au moment du tir, il adopte la position debout, les deux pieds à l'intérieur de la limite du poste de tir et tient son fusil à deux mains avant d'épauler en direction du tir.

Le tireur ne peut tirer qu'à son tour et seulement sur un plateau qu'il a personnellement commandé. Il ne peut donc viser ou tirer sur les plateaux des autres tireurs et gêner ces derniers.

Le tireur ne doit pas viser ou tirer à dessein sur des animaux vivants.

Un concurrent ne doit pas se retourner ou se déplacer sur le poste de tir sans avoir préalablement ouvert et assuré son fusil.

Dans le cas d'une interruption du tir pour une raison quelconque, le tireur doit aussitôt ouvrir son arme et en retirer les cartouches.

Le fusil ne doit être rechargé et refermé qu'à la reprise du tir signalée par l'organisateur.

En cas de mauvais fonctionnement de l'arme ou d'une munition, le tireur doit rester à son poste et élever son fusil dans la direction du tir sans l'ouvrir ni toucher au cran de sûreté, afin de permettre au responsable du tir d'exercer son contrôle.

Afin qu'aucun tireur ne puisse ignorer les règles essentielles de sécurité, le texte suivant (page 4 de ce document) qui les résume devra être affiché dans le club-house et à proximité des pas de tir en des lieux visibles de tous.

Afin qu'aucun tireur ne puisse ignorer les règles essentielles de sécurité, le texte ci-dessous qui les résume devra être affiché dans le club-house et à proximité des pas de tir en des lieux visibles de tous.

REGLES DE SECURITE

Pour l'exécution des tirs et au cours des épreuves ou des tirs d'entraînements, les pratiquants, sous la responsabilité de l'organisateur de la manifestation, observent les règles de sécurité suivantes :

- **être porteurs d'une attestation d'assurance responsabilité civile individuelle conforme aux dispositions du décret n° 91-582 du 9 juin 1991 ou être licencié de la Fédération Française de Ball-Trap,**
- **retirer les bretelles des fusils,**
- **ne faire des essais d'épaulement de fusil fermé, même vide, que sur le poste de tir et uniquement dans la direction normale du tir,**
- **ne charger l'arme qu'à son tour et uniquement sur le poste de tir,**
- **garder, en attendant son tour, l'arme basculée ou la culasse ouverte,**
- **ne se retourner en aucun cas vers le public, que l'arme soit ou non chargée,**
- **en cas d'interruption du tir, basculer ou ouvrir les fusils sur le pas de tir et retirer les cartouches.**



11 - ANNEXE 10 : ETUDE BALISTIQUE

**EVALUATION DES RISQUES BALISTIQUES
DANS LE CADRE DE L'IMPLANTATION DE DEUX D'ÉOLIENNES
A PROXIMITÉ D'UN STAND DE TIR AUX PLATEAUX (Balltrap)**

Jean-Jacques DÖRRZAPF

Expert près la Cour Pénale Internationale

I. ORIGINE ET NATURE DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de l'implantation de deux éoliennes à proximité d'un stand de tir aux plateaux (balltrap), la société H2Air a souhaité connaître les risques balistiques inhérents à ce projet.

Dans cette optique, la société H2Air nous a contacté afin que nous mettions à sa disposition notre expertise dans le domaine de la balistique et de la balistique lésionnelle.

II. LA PROBLÉMATIQUE

Deux éoliennes, dénommées dans cette étude E3 et E4 situées respectivement au Nord et au Sud, doivent être implantées à proximité d'un stand de tir aux plateaux. Ce stand est doté de deux postes de tir, dénommés dans cette étude PT3 et PT4, chacun pouvant avoir une des éoliennes dans son secteur de tir. E3 est concernée par PT3 et E4 par PT4.

Selon les relevés topographiques réalisés par la société H2Air, l'éolienne E3 est située à 260 m du poste de tir PT3 et E4 se trouve à 196 m du poste de tir PT4.

Cette disposition des éoliennes pose deux questions de sécurité. La première question est relative à la sécurité du personnel de maintenance des ouvrages, la deuxième est relative aux risques d'atteinte des appareils par des projectiles.

Dans la suite de cette étude, nous aborderons ces deux problèmes de sécurité en commençant par celui relatif au personnel.

Auparavant, nous présenterons ci-dessous le schéma type de la configuration et de la zone de sécurité d'un stand de tir aux plateaux tel que préconisé par la Fédération Française de Tir (Ref : Installations de tir sportif -FFT - mai 2000) (Fig. 1) ainsi que son aire d'occupation au sol concernant les deux postes de tir qui nous concernent sur une photo aérienne (Fig. 2).

Nous présenterons et discuterons également de la législation réglementant l'implantation des stands de tir aux plateaux.

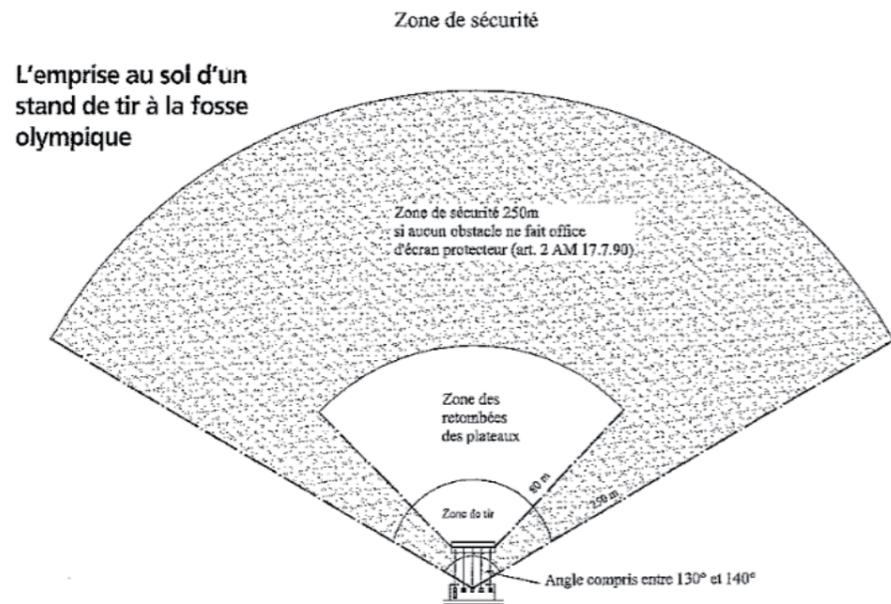


Fig.1 : Schéma de l'emprise au sol d'un stand de tir aux plateaux (document FFT)

Il est à noter que la zone de sécurité est définie par deux paramètres, le secteur angulaire et la distance, qui appellent quelques commentaires :

1. Le secteur angulaire

Il définit la zone dans lequel les tirs peuvent être effectués. Il s'agit d'une caractéristique destinée à qualifier la capacité d'un stand à organiser des compétitions au plus haut niveau. Rien n'est censé interdire, à priori, à une association de tir, aux ambitions de compétition plus modestes, de définir un secteur angulaire de tir plus étroit.

2. La distance de sécurité

La distance de sécurité est de 250 mètres. Elle a été établie par le législateur et figure dans l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 dont on trouvera une copie ci-dessous :

Art. 2. - La déclaration instituée à l'article 4 du décret no 89-665 comporte, outre ce qui est prévu à l'article 2 de l'arrêté du 4 octobre 1989 susvisé, la désignation de l'emplacement retenu, les dates d'utilisation et un croquis indiquant la situation des appareils de lancement, l'orientation des tirs, les voies d'accès, les protections prévues et l'emplacement réservé au public.

Si aucun obstacle ne fait office d'écran protecteur, une distance minimale de 250 mètres dans la direction normale du tir doit séparer tout établissement d'activités physiques et sportives où sont pratiquées des activités de tir aux armes de chasse des routes et habitations riveraines.

Cette distance de sécurité qui prend pour repères des routes et des habitations, plus que de protéger ces infrastructures, vise à la protection des personnes et ne peut en aucun cas être réduite sous peine d'enfreindre la loi basée sur le principe de précaution.

Application des zones de sécurité au stand de tir de THEZY GLIMONT

Les zones de sécurité, telles qu'établies selon les préconisations de la FFT et l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990, ont été appliquées sur une photographie aérienne du stand de tir de Thezy Glimont dont on trouvera une représentation ci-dessous (Fig. 2) :



Fig. 2 : Zones de sécurité (en rouge) définies pour les deux postes de tir

La problématique ayant été posée, nous aborderons les deux sujets propres à la sécurité des personnels et du matériel en commençant par celui relatif au personnel.

III. LA SECURITE DU PERSONNEL

La figure 2 permet les constatations suivantes concernant l'emplacement des deux éoliennes :

1. L'implantation de l'éolienne E3 est située à 260 m du poste de tir PT3 (selon les mesures effectuées par la société H2Air). Elle ne pose aucun problème législatif. Du personnel peut intervenir sur cet appareil durant des séances de tir. Cependant, il est nécessaire de tenir compte des chemins d'accès à l'éolienne. En effet, si ces derniers devaient conduire du personnel à pénétrer dans la zone de sécurité, aucun tir ne devrait avoir lieu. En conséquence, il est nécessaire qu'une concertation soit engagée entre la société d'exploitation des éoliennes et les dirigeants du stand de tir de Thezy Glimont afin de synchroniser les calendriers d'interventions sur les appareils et ceux des séances de tir ;
2. Selon la législation, l'implantation de l'éolienne E4 pose problème sur le plan de la sécurité du personnel. En effet, elle est située à 196 m du poste de tir PT4 (d'après les mesures effectuées par la société H2Air) et, si le secteur angulaire est maintenu à un angle de 130 à 140 degrés, il ne pourra en aucun cas y avoir, en même temps, une intervention humaine sur l'éolienne E4 et des tirs sur le pas de tir PT4 puisque cette dernière se trouve à l'intérieur de la zone de sécurité.

Nous ne pensons pas que l'on puisse invoquer, même si c'est à juste titre sur le plan de la balistique lésionnelle, la perte rapide de dangerosité des petits projectiles utilisés dans les activités de tirs aux plateaux en fonction de la distance (un graphique de la perte d'énergie cinétique des plombs n° 7,5 est donné plus bas) pour justifier que des tirs puissent être effectués quand du personnel se trouve à l'intérieur de la zone de sécurité.

IV. LA SECURITE DES MATERIELS

La sécurité des éoliennes vis à vis du risque d'impacts de projectiles du fait de leur proximité des postes de tir, ne peut s'appuyer sur aucun texte législatif, la loi étant silencieuse à ce sujet.

Seule une étude balistique permet de prévoir les risques éventuels d'impacts dus à l'emploi de munitions spécifiquement destinées aux tirs aux plateaux.

Nous avons réalisé une étude balistique théorique permettant de définir une enveloppe de sécurité définie à partir du comportement des plombs des munitions les plus performantes réglementairement utilisées pour le tir aux plateaux.

Les résultats de cette étude théorique sont corrélés avec ceux, expérimentaux, du Général JOURNEE et l'expérience de spécialistes de tirs aux plateaux. Ils sont détaillés dans la suite du document.

V. ETUDE BALISTIQUE THEORIQUE

V.1. Caractéristiques physiques des munitions utilisées pour le tir aux plateaux

L'arme utilisée pour le tir aux plateaux est le fusil de calibre 12 (diamètre du tube = 18,3 mm selon les normes CIP). Les munitions réglementairement destinées pour le tir aux plateaux sont des cartouches contenant une multitude de petits projectiles sphériques en plomb. D'après les renseignements recueillis auprès des spécialistes de cette discipline, deux charges de plomb, 24 g et 28 g, sont utilisées selon les spécialités. Pour les munitions de calibre 12 classiquement utilisées, une charge de plomb de 24 g contient environ 350 plombs et une charge de 28 g en contient environ 410. Les plombs sont définis par des numéros qui augmentent en même temps que leur poids diminue. On trouvera, ci-dessous (Fig. 3), un tableau général des munitions à plombs pour le calibre 12. Dans ce tableau figurent en bleu, surlignés en vert, les numéros de plombs utilisés pour le tir aux plateaux. Toujours selon les informations recueillies auprès des spécialistes, les plombs n° 7,5 sont exclusivement utilisés en pratique. Ces derniers étant les plus lourds, ils atteindront la distance la plus importante et permettront de définir la portée maximum des munitions de balltrap, donc une enveloppe de sécurité basée sur la distance maximum atteinte par les plombs n° 7,5 les plus véloces de la gerbe.

Plombs n° :	1	2	3	4	5	6	7	7,5	8	8,5	9	10	11	12
Diamètre en mm	4	3,75	3,5	3,25	3	2,75	2,5	2,37	2,25	2,12	2	1,75	1,5	1,25
Volume en mm ³	33,51	27,61	22,45	17,97	14,14	10,89	8,18	7,65	5,96	5,50	4,19	2,81	2,40	2,00
Masse (dens 11,22) en gr	0,38	0,31	0,20	0,16	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01
24 gr	63	77	95	119	152	196	263	351	363	416	521	774	905	1086
28 gr	74	90	111	139	177	229	307	410	424	485	608	903	1056	1267
32 gr	85	103	127	159	202	262	351	469	486	554	695	1032	1207	1448
33 gr	93	112	139	174	221	286	383	512	531	605	759	1127	1318	1581
34 gr	96	116	143	179	227	295	395	527	547	624	782	1161	1358	1629
35 gr	98	119	147	184	234	303	406	543	563	642	805	1195	1398	1677
36 gr	101	123	151	189	241	312	418	558	579	660	828	1229	1438	1677
40 gr	113	136	168	210	267	347	465	620	643	734	920	1366	1597	1916
50 gr	141	170	210	263	334	433	581	775	804	917	1050	1707	1997	2396
53 gr	149	181	223	279	354	459	616	822	852	972	1219	1810	2116	2539

En bleu les plombs les plus utilisés pour le ball – trap

Fig. 3 : Caractéristiques des plombs constituant les cartouches à grenaille de plombs

V.2 Caractéristiques balistiques des munitions utilisées pour le tir aux plateaux

La balistique des munitions à grenaille de plombs est assez particulière. A la sortie du tube les plombs sont solidaires et agissent balistiquement en synergie. La gerbe s'apparente à un projectile unique de masse équivalente à la charge de plombs. Rapidement (quelques mètres), les plombs se séparent, la gerbe s'élargit et chaque projectile est soumis individuellement aux lois de la balistique. Une étude précise de la gerbe au moment de son élargissement montre que la distribution des vitesses des projectiles n'est pas homogène. Elle s'apparente à une courbe gaussienne, les vitesses décroissant du centre de la gerbe vers ses bords. On trouvera, ci-dessous (Fig. 4 à 6), trois images montrant l'allure d'une gerbe de plombs n° 4 à 1, 3 et 4 m.



Fig. 4 : Allure d'une charge de plombs (n° 4) à 0,5 m de la bouche du canon

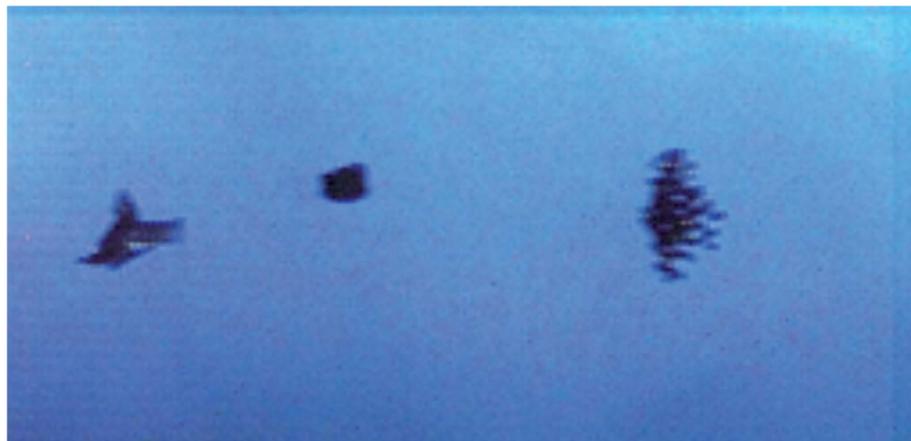


Fig. 5 : Allure d'une gerbe de plombs (n° 4) à 3 m de la bouche du canon

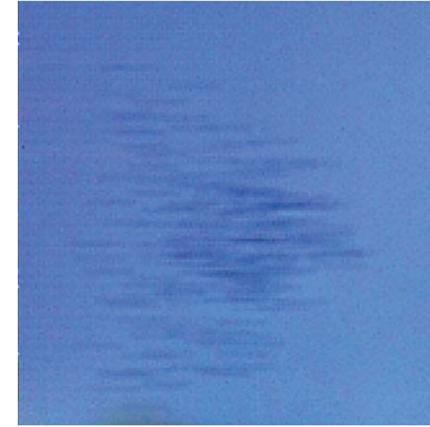


Fig. 6 : Allure d'une gerbe de plombs (n° 4) à 4 m de la bouche du canon

Les caractéristiques balistiques d'une gerbe de plombs montrent qu'il est impossible de prendre en compte toutes les vitesses des quelques centaines de projectiles qui la composent. Cependant, des solutions permettant de déterminer une enveloppe de sécurité pour une gerbe de plombs existent. Elles vont être présentées ci-dessous.

V.3. Définition d'une enveloppe de sécurité. Modèle choisi

Pour définir une enveloppe de sécurité, nous allons réaliser une étude balistique sur un projectile faisant partie des plus rapides. Ce dernier atteint la plus grande distance et, dans le cas d'une trajectoire courbe, également la hauteur la plus élevée (apogée de la trajectoire).

Dans le cas qui nous intéresse, nous allons étudier la trajectoire du plomb le plus lourd parmi ceux qui sont utilisés dans le tir aux plateaux, soit le plomb n° 7,5.

La vitesse initiale moyenne d'une gerbe de plomb n° 7,5 utilisée pour la balltrap est de 375/380 m/s. Cette vitesse initiale moyenne laisse supposer qu'il en existe de plus élevées. Nous choisirons donc pour notre étude une vitesse initiale de 400 m/s.

Nous avons ainsi les caractéristiques physiques et balistiques de notre projectile de référence :

- Forme : sphérique ;
- Masse : 0,06 g ;
- Diamètre : 2,37 mm ;
- Vitesse initiale : 400 m/s.

Des tables de tirs ont été établies pour les projectiles classiques dont les diamètres sont de l'ordre de quelques millimètres et les masses de l'ordre de quelques grammes. De nos jours, des logiciels spécialisés sont capables de définir avec une bonne précision les trajectoires de ces projectiles. Il n'en est pas de même pour le type de projectiles qui nous intéresse. Leur masse, de l'ordre du centième de gramme, et leur diamètre nettement inférieur à celui des projectiles classiques n'entrent pas dans le gabarit des logiciels de calculs dédiés à la

ballistique. Les raisons en sont simples : tous les plombs n'ont pas la même balistique, au bout d'un temps très court chacun suit sa propre trajectoire, leur portée est limitée.

Face à ce vide relatif dans la documentation et les moyens informatiques, nous allons réaliser les calculs nécessaires à la détermination de la portée maximum (distance atteinte par les projectiles les plus rapides) d'une gerbe de plombs n° 7,5.

V.4. Calculs de l'enveloppe de sécurité basée sur le plomb le plus rapide (n° 7,5)

Si la documentation sur la portée des munitions à grenaille de plombs est très peu abondante, elle n'est cependant pas inexistante. Nous tiendrons compte des expérimentations du Général JOURNEE, référence dans ce domaine, dont nous présentons, ci-dessous (Fig. 7) les résultats expérimentaux pour le plomb n° 4. Il est à noter que le plomb n°4 sur lequel les expérimentations du Général JOURNEE ont porté ne correspond pas au plomb n° 4 tel que nous le connaissons aujourd'hui. En effet, le graphique représentatif des caractéristiques physiques des plombs établies par le Général JOURNEE (Fig. 8) donne, pour ce numéro de plomb, une masse de 0,236 g et un diamètre de 3,43 mm. Dorénavant, afin d'éviter toute confusion, nous appellerons n° 4(J) le plomb n° 4 du Général JOURNEE.

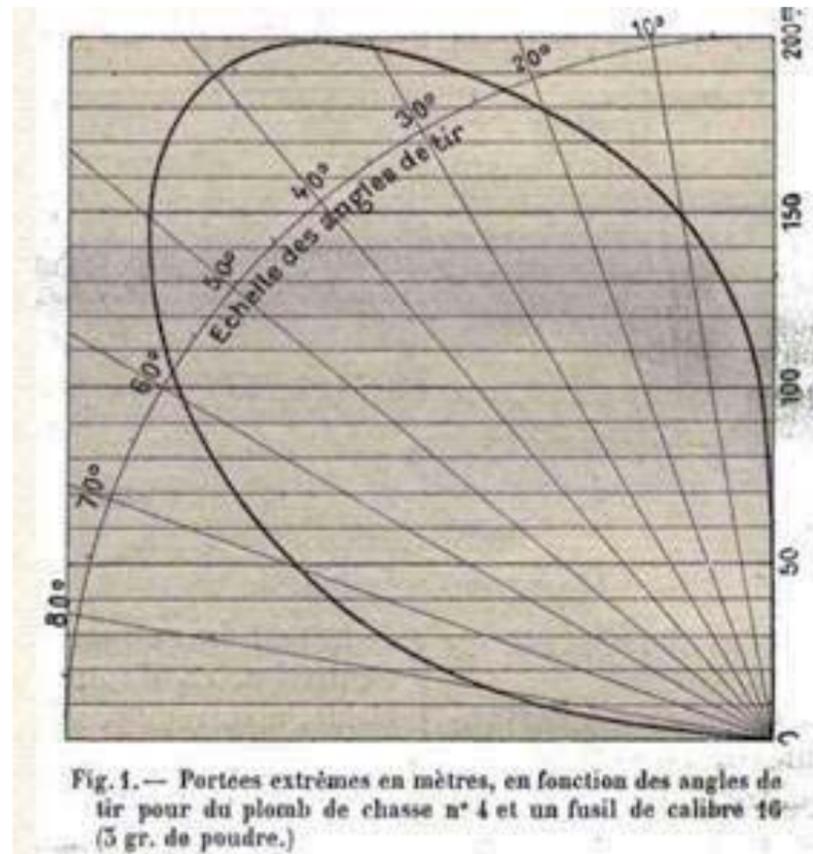


Fig. 1. — Portées extrêmes en mètres, en fonction des angles de tir pour du plomb de chasse n° 4 et un fusil de calibre 16 (5 gr. de poudre.)

Fig. 7 : Portées maximum du plomb n° 4 (J) selon l'angle de tir

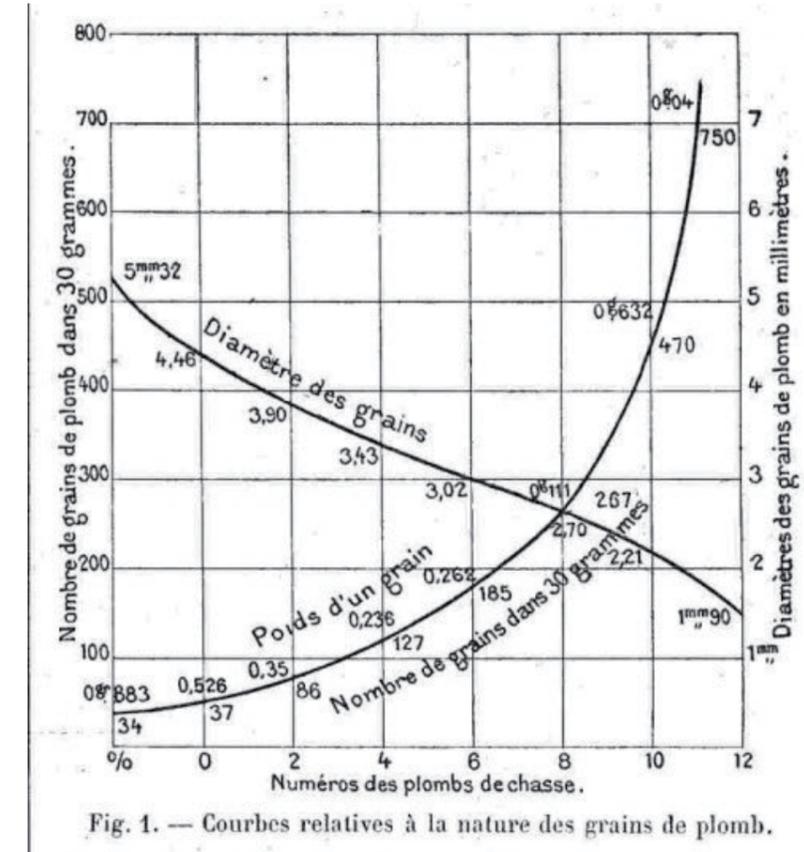


Fig. 8 : Courbes définissant les caractéristiques physiques des grains de plomb

Nous garderons également à l'esprit l'expérience des spécialistes du balltrap qui considèrent que la distance maximum atteinte par une gerbe de plombs n° 7,5 est de l'ordre de 120 m. Cette distance est atteinte pour un angle de 35 degrés (Cf. Fig. 7).

Ces deux données expérimentales nous permettront de valider nos calculs pour le plomb n° 7,5.

V.4.1. Définition des équations du mouvement du plomb n° 7,5

Pour définir les équations du mouvement du plomb n° 7,5, nous allons partir des équations de la balistique et de la dynamique. Auparavant, il est utile de représenter schématiquement (Fig. 9) les éléments de la trajectoire du projectile sphérique.

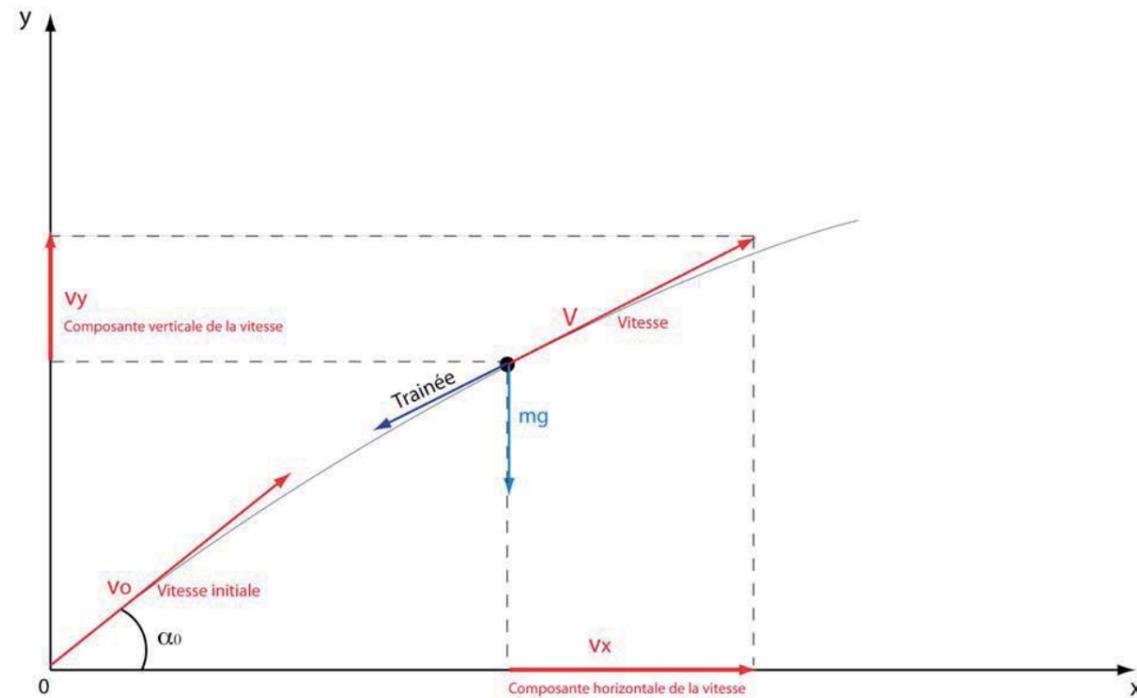


Fig. 9 : Schéma des éléments de la trajectoire du projectile sphérique

Le projectile, se déplaçant dans l'air, va subir une force de freinage, appelée traînée ou retardation. Cette force de freinage est à chaque instant opposée à la vitesse qui va ainsi diminuer tout au long de la trajectoire. Dans le cas d'un tir avec le canon présentant un angle α_0 avec l'horizontale, cette vitesse sera minimum à l'apogée de la trajectoire, puis augmentera lors de la chute du projectile vers le sol.

La force de freinage, en module, est donnée par la relation suivante :

$$F = -\frac{1}{2}\rho S V^2 C_d \quad (1)$$

avec F la force, ρ la densité de l'air = 1.225, $S = \pi \frac{d^2}{4}$ la surface apparente du projectile, V sa vitesse instantanée et C_d son coefficient de traînée.

Bien que C_d soit appelé coefficient, c'est en réalité une fonction de plusieurs variables, notamment du nombre de Mach soit du rapport entre la vitesse du projectile et la vitesse du

son que l'on considérera comme étant égale à 340 m/s. Il en résulte que C_d variera tout au long de la trajectoire du plomb. On trouvera (Fig. 10) un graphique représentatif de C_d pour la gamme de vitesses correspondant à notre étude (Source : U.S Army Ballistic Research Laboratory) (Fig. 10). Dans le cas de projectiles supersoniques, C_d varie lentement avec la vitesse. Dans le cas qui nous intéresse, le projectile, du fait de la décroissance de sa vitesse va se retrouver rapidement en zone transsonique (vitesse proche de la vitesse du son). C'est dans cette zone que C_d varie de manière assez brutale. Nous allons être contraint de définir une valeur appropriée de C_d en étudiant sa variation dans la fourchette des vitesses dont sera doté le plomb tout au long de sa trajectoire.

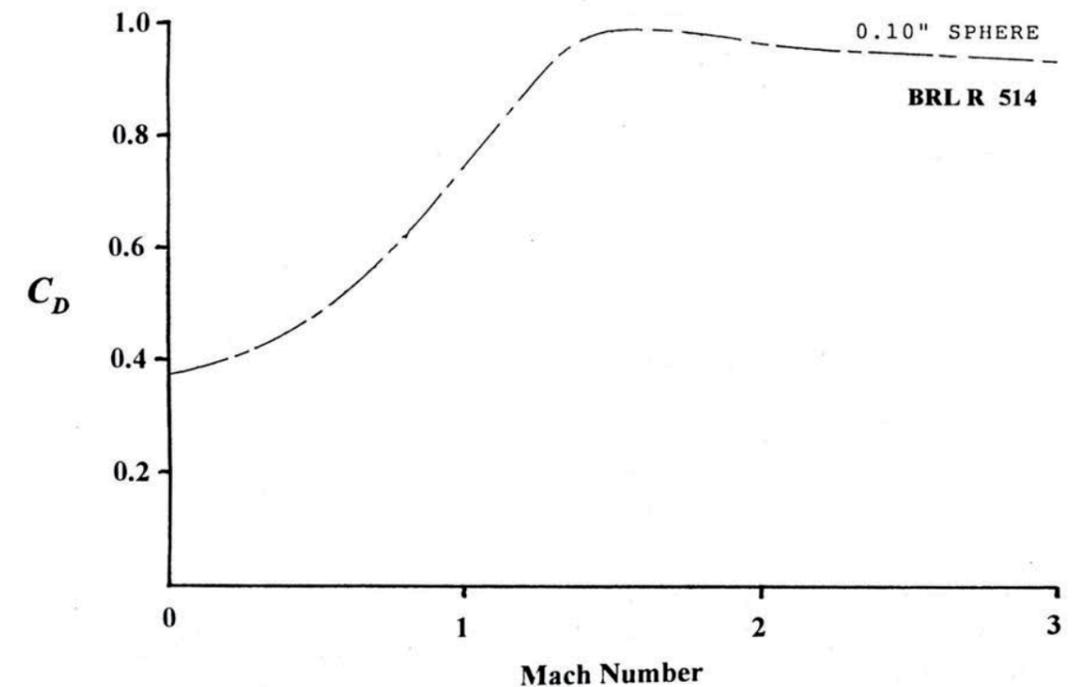


Fig. 10 : Courbe représentative du coefficient de traînée pour une sphère de 2,54 mm
Source : U.S. Army Ballistic Research Laboratory

Bien que notre étude porte sur la distance maximum atteinte par le projectile, nous allons néanmoins envisager les deux cas de tir possibles, à savoir un tir sous un angle α_0 très faible voire nul et le cas d'un tir sous un angle α_0 de 35 degrés propre à atteindre la plus grande distance.

V.4.1.1. Cas d'un tir sous un angle α_0 très faible (approximation du tir tendu)

Dans le cas d'un tir sous un angle très faible, la composante verticale v_y de la vitesse V est négligeable. Le vecteur vitesse V est confondu avec le vecteur représentant la composante horizontale v_x .

Partant de l'équation (1), la deuxième loi de la dynamique nous permet d'écrire :

$$F = -m \frac{dv}{dt} = -\frac{1}{2} \rho S V^2 C_d \Rightarrow dv = -\left(\frac{1}{2m} \rho S V^2 C_d\right) dt \quad (2)$$

Il est souvent plus intéressant de connaître la vitesse en fonction de la distance qu'en fonction du temps.

Dans cette optique, l'équation (2), après le changement de variable : $dt = \frac{dx}{V}$ s'écrit :

$$dv = -\left(\frac{1}{2m} \rho S V C_d\right) dx \Rightarrow \frac{dv}{V} = -\left(\frac{1}{2m} \rho S V C_d\right) dx \quad (3)$$

L'intégration de (3), avec pour condition initiale $V = V_0$ pour $x=0$, nous donne l'expression de la vitesse en fonction de la distance :

$$V = V_0 e^{-\left(\frac{1}{2m} \rho S \int C_d dx\right)} \quad (4)$$

Pour l'instant C_d reste sous le signe intégral puisqu'il s'agit toujours d'une valeur variable, en fait une fonction.

Pour obtenir un C_d utilisable dans notre étude qui consiste à définir une enveloppe de sécurité, nous allons utiliser la courbe représentative du coefficient de traînée pour les sphères de la gamme de diamètre 0.10 pouces, soit 2.54 mm, définie expérimentalement par l'U.S Army Ballistic Research Laboratory (Fig. 10).

Un échantillonnage de la courbe BRL R 514 pour des valeurs du nombre de Mach comprises entre 0 et 1.2, nous permet de réaliser une approche polynomiale de cette dernière dont l'expression est la suivante :

$$C_d = 0.2574 M^2 + 0.1057 M + 0.3709$$

On trouvera, ci-dessous (Fig. 11), la courbe représentative de l'approche polynomiale de C_d .

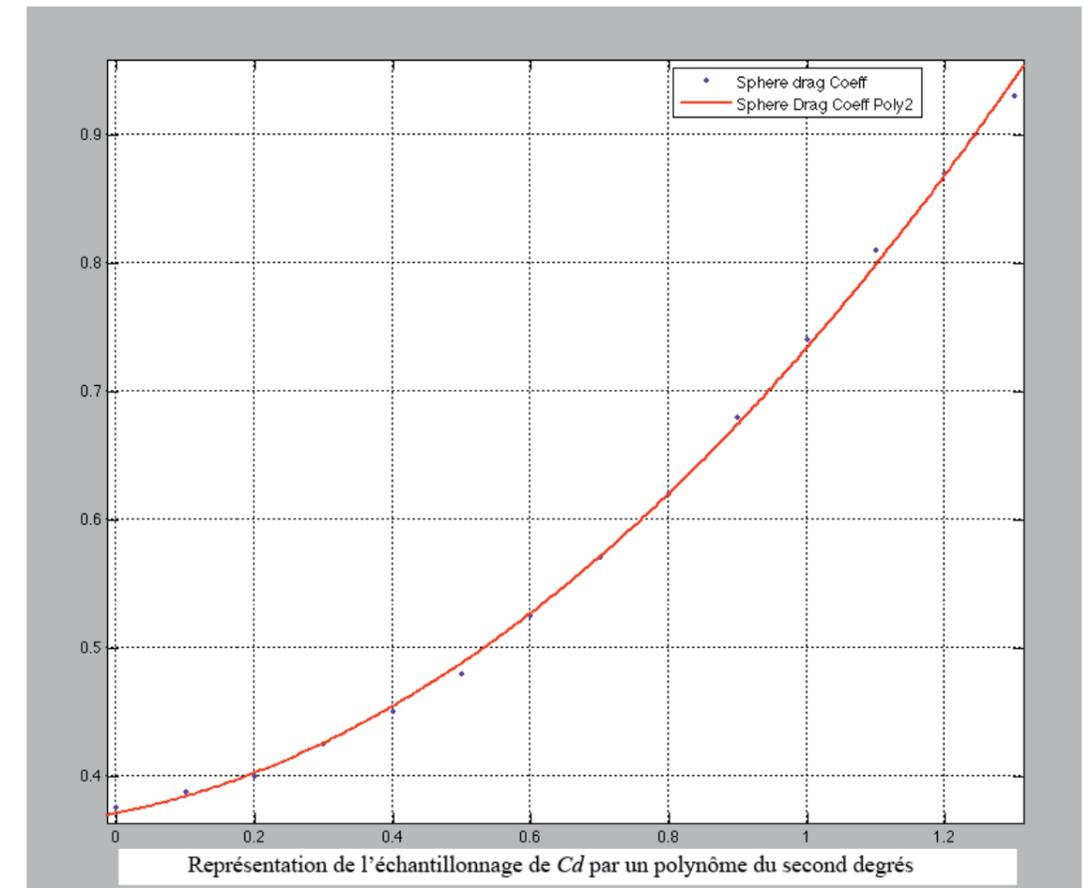


Fig. 11

L'intégration de C_d sur l'intervalle $M = (0, 1.2)$ nous permet d'obtenir une valeur moyenne raisonnable et utilisable sur l'ensemble de la trajectoire, sachant que nous cherchons une enveloppe de sécurité.

$$\text{Soit } C_d = \int_0^{1.2} (0.2574 M^2 + 0.1057 M + 0.3709) dM = 0.76$$

La relation (4) devient : $V = V_0 e^{-\left(\frac{1}{2m} \rho S C_d x\right)}$ (5) avec $C_d = \text{constante} = 0.76$

Nous avons ainsi la valeur de la vitesse en fonction de la distance.

Dans le cas d'un tir sous un angle faible, les plombs toucheront le sol rapidement, bien avant d'atteindre la distance maximum. Cependant, l'expression (5) nous permet de comparer, dans l'absolu, la perte de vitesse des différents numéros de plombs utilisés pour le tir aux plateaux.

On trouvera, ci-dessous, deux graphiques (Fig. 12 et 13) représentant les pertes de vitesse et, à toutes fins utiles, les pertes d'énergie cinétique pour les plombs n° 7,5 à 9 réglementairement autorisé pour le tir aux plateaux.

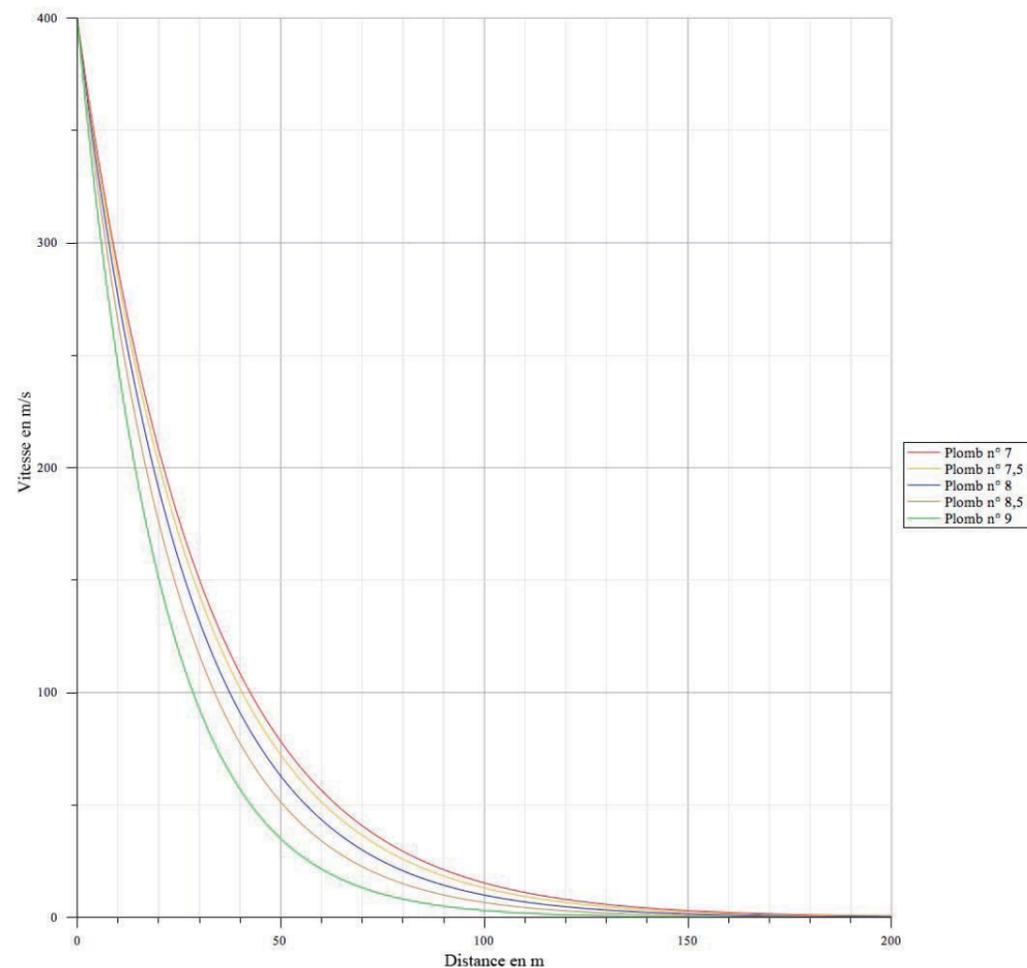


Fig. 12 : Graphique comparatif des pertes de vitesse pour les plombs n° 7,5 à 9

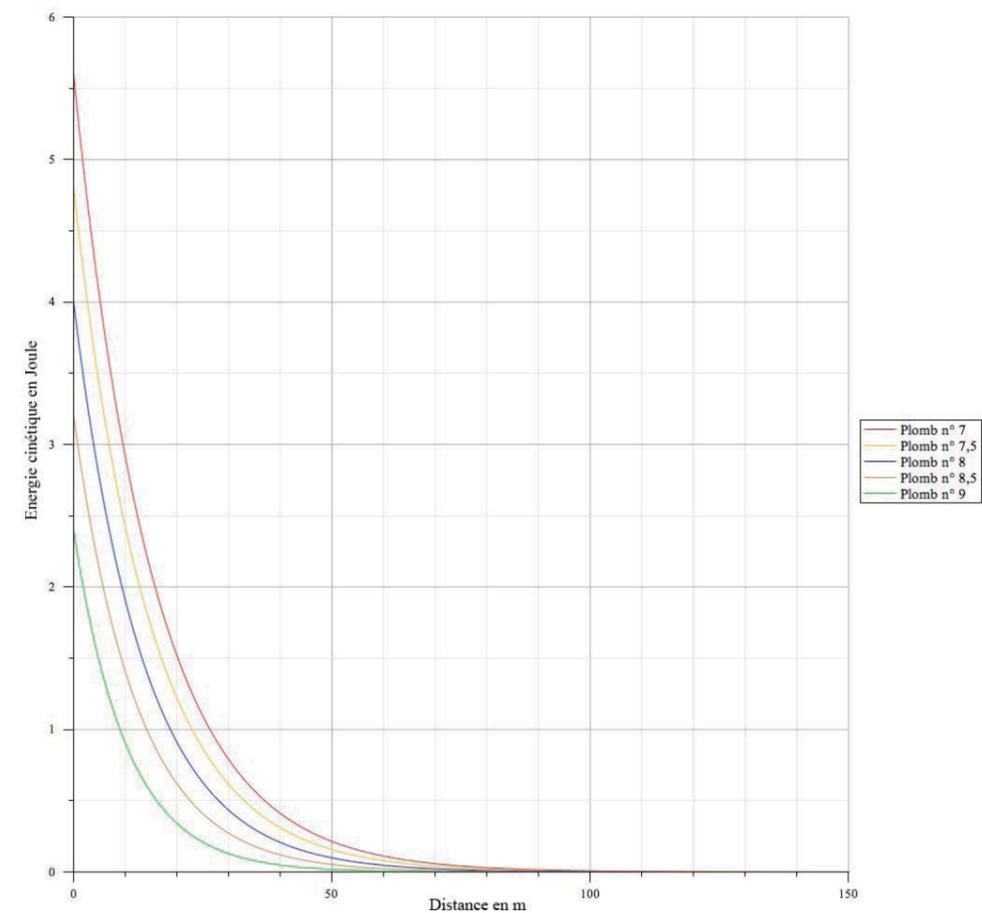


Fig. 13 : Graphique comparatif des pertes d'énergie cinétique pour les plombs n° 7,5 à 9

Les deux graphiques (Fig. 12 et 13) ci-dessus montrent que le plomb n° 7,5 qui présente la perte de vitesse la plus faible, pourra servir de référence pour déterminer l'enveloppe de sécurité.

V.4.1.2. Cas d'un tir sous un angle α_0 important

Dans le cas d'un tir sous un angle important, il faut tenir compte des composantes horizontale et verticale de la vitesse V . Nous allons définir les équations du mouvement selon les composantes de la vitesse V sur les axes x et y .

Equation de la composante horizontale v_x de la vitesse

Partant de l'équation (2), nous obtenons :

$$dv_x = -\left(\frac{1}{2m} \rho S v_x^2 C d_x\right) dt \Rightarrow \frac{dv_x}{v_x^2} = -\frac{1}{2m} \rho S C d_x dt \quad (6)$$

Sachant que $v_x = V \cos \alpha_0$ et que, pour $t=0$ nous avons $v_{0x} = V_0 \cos(\alpha_0)$, après intégration de (6), nous obtenons l'expression de v_x :

$$v_x = \frac{V_0 \cos \alpha_0}{V_0 \cos \alpha_0 \left(\frac{1}{2m} \rho S C d_x\right) t + 1} \quad (7)$$

Equation de la composante verticale v_y de la vitesse

La détermination de l'équation du mouvement du projectile selon la verticale demande un peu plus de réflexion. En effet, dans ce cas, il faut tenir compte de l'accélération de la gravité qui va participer au ralentissement du projectile selon l'axe vertical, annuler sa vitesse à l'apogée de la trajectoire et finalement inverser le mouvement pour le ramener sur terre.

L'équation du mouvement vertical du projectile est décomposée en deux phases : l'ascension et la redescente.

L'équation générale du mouvement vertical du projectile est :

$$F_y = -\frac{1}{2} \rho S v_y^2 C d - mg \quad (8)$$

Nous pouvons également raisonner selon le diagramme des vitesses selon l'axe vertical y . Dès son départ, le projectile est soumis à un freinage dû à la résistance de l'air qui diminue avec la vitesse verticale. En même temps, la gravité soumet le plomb à une accélération g qui, multipliée par un temps n'est autre qu'une vitesse opposée à la vitesse initiale.

La variation de la vitesse verticale du plomb est donc due à deux causes indépendantes, le freinage de l'air et la force de la gravité. Les causes étant indépendantes, on peut les traiter séparément.

Le freinage de l'air

Le freinage de l'air sur la vitesse verticale v_y répond à la même loi que lorsqu'il agit sur la vitesse horizontale v_x . Nous prendrons l'équation (7) et l'adapterons à v_y .

$$v_y = \frac{V_0 \sin \alpha_0}{V_0 \sin \alpha_0 \left(\frac{1}{2m} \rho S C d_y\right) t + 1} \quad (9)$$

Le freinage de l'air agit à la montée et à la descente. Son vecteur représentatif change de sens, en même temps que celui de la vitesse verticale, à l'apogée de la trajectoire.

L'action de la pesanteur

Considérée indépendamment, l'accélération de la pesanteur g , aura tendance au cours du temps à doter le projectile d'une vitesse $v_g = gt$ dirigée vers le bas.

Finalement, la vitesse verticale v_y du plomb peut être exprimée comme la résultante de deux vecteurs vitesses de même direction mais de sens opposé. Soit :

$$v_y = \frac{V_0 \sin \alpha_0}{V_0 \sin \alpha_0 \left(\frac{1}{2m} \rho S C d_y\right) t + 1} - gt \quad (10)$$

Détermination de la position du plomb dans l'espace

Pour être complet, il nous reste à déterminer la position du plomb dans l'espace au cours du temps. Il suffit d'établir les relations de la position du plomb selon l'axe x et y .

Nous obtenons l'équation de x par intégration de v_x en fonction du temps, soit :

$$x = \int v_x dt = \frac{2 \ln\left(\frac{1}{2} \frac{v_0(\cos \alpha_0) \rho S C d_x t}{m}\right) m}{\rho S C d_x} + Cste \quad (11)$$

La constante d'intégration $Cste$ sera définie de telle manière que $x = 0$ pour $t = 0$.

En opérant de manière identique pour y , nous obtenons :

$$y = \int v_y dt = \frac{2 \ln\left(\frac{1}{2} \frac{v_0(\sin \alpha_0) \rho S C d_y t}{m}\right) m}{\rho S C d_y} - \frac{1}{2} gt^2 + Cste \quad (12)$$

De la même façon, la constante d'intégration $Cste$ sera définie de telle manière que $y = 0$ pour $t = 0$.

VI. LES RESULTATS - COMPARAISONS AVEC LES EXPERIMENTATIONS

Les équations du mouvement du plomb étant déterminées, il est nécessaire de les comparer aux expérimentations. Nous commencerons par celle du Général JOURNEE avec le plomb n° 4 (J) dont nous rappelons les caractéristiques physiques ci-dessous :

- Forme : sphérique ;
- Masse : 0.236 g ;
- Diamètre : 3.43 mm ;
- Vitesse initiale : 400 m/s.

Nous prendrons également $\rho = 1.225$, $\alpha_0 = 35^\circ$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $Cd_x=Cd_y=Cd = 0.76$.

Comparaison avec les plombs n° 4 (J)

Les résultats seront présentés sous forme de graphiques. Nous commencerons par ceux représentatifs des vitesses horizontale (Fig. 14) et verticale (Fig. 15) en fonction du temps.

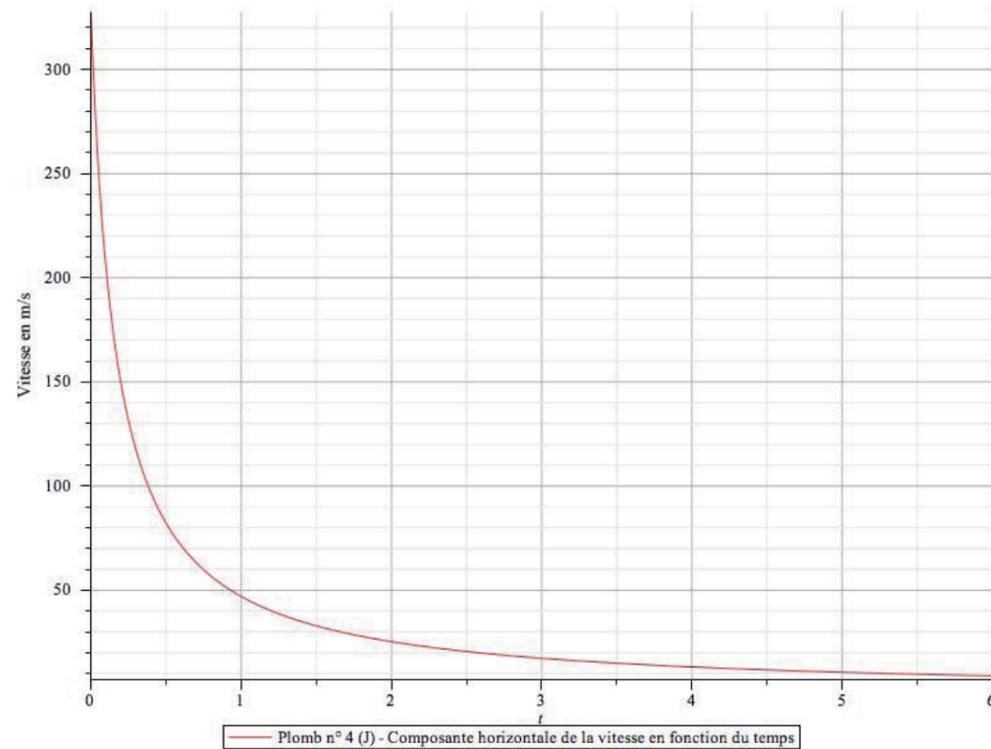


Fig. 14

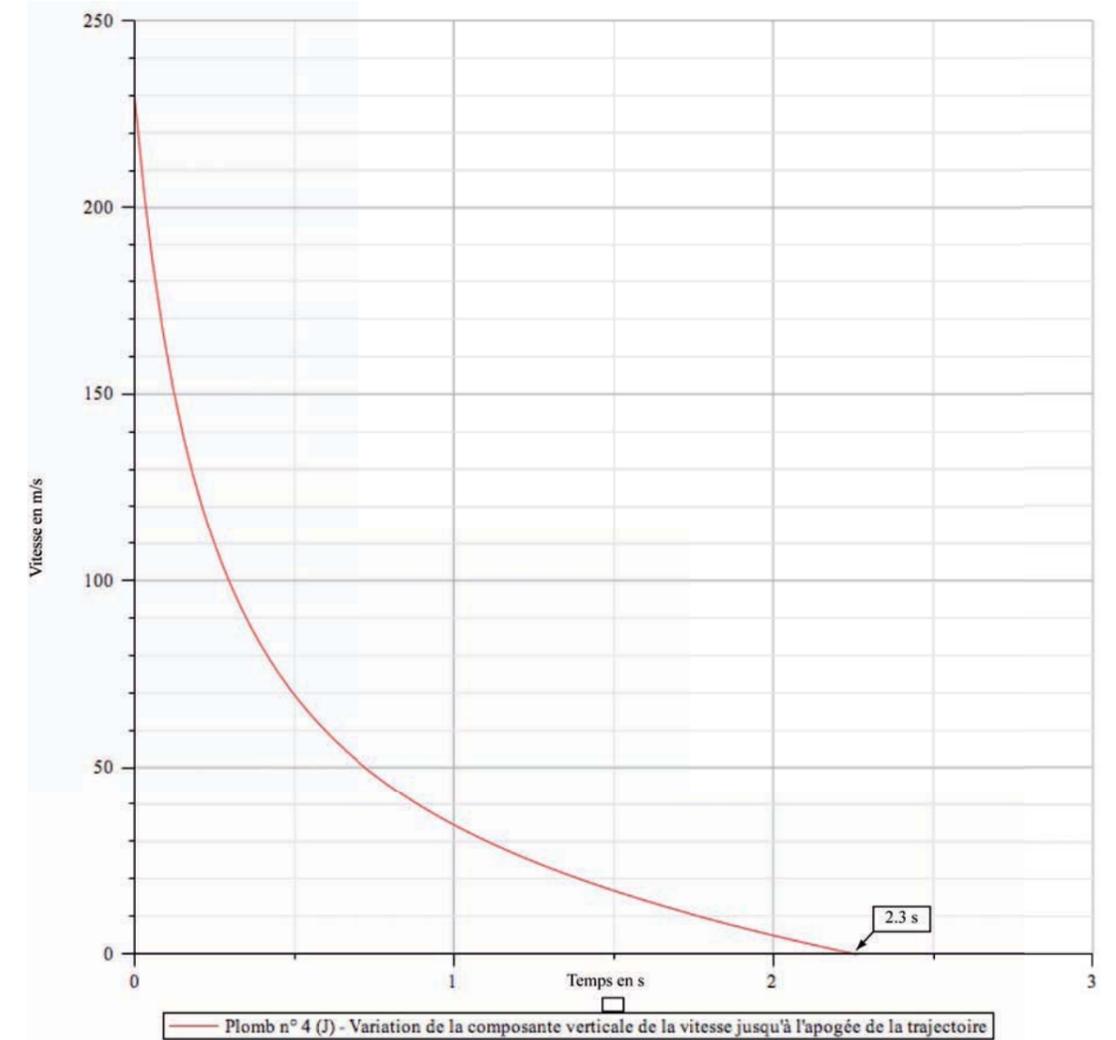


Fig. 15

Commentaire : Le graphique (Fig. 15) présente la variation de la composante verticale de la vitesse lors de la phase ascendante. La vitesse verticale s'annule à 2.3 secondes (apogée de la trajectoire). Elle devient ensuite négative (le plomb redescend). Elle croît jusqu'à atteindre une vitesse limite qui est atteinte lorsque le freinage de l'air compense exactement le poids du plomb.

Détermination de la vitesse limite de chute

Le plomb atteindra une vitesse limite lorsque l'accélération de la pesanteur sera exactement compensée par l'accélération due au freinage. Autrement dit, lorsque la force de freinage sera égale au poids du plomb. A cet instant, la variation de vitesse de descente v_y sera nulle.

$$m \frac{dv_y}{dt} = -mg + \frac{1}{2} \rho S v_y^2 C d_y = 0 \quad (13)$$

Cette condition est remplie pour la valeur de v_y appelée vitesse limite v_{yl} . Elle est donnée par la relation :

$$v_{yl} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho S C d_y}} \quad (14)$$

Une application numérique de (14) permet de définir la vitesse limite de chute :

$$V_{yl} = 32 \text{ m/s}$$

Il nous reste à définir l'équation donnant v_y avec le freinage de l'air.

L'équation (13) peut s'écrire sous la forme : $\frac{dv_y}{dt} = -g(1 - \frac{v_y^2}{v_{yl}^2})$ soit :

$$\frac{dv_y}{-g(1 - \frac{v_y^2}{v_{yl}^2})} = dt \quad (15)$$

L'intégration de (16) donne : $t = \frac{v_{yl}}{2g} [\ln(v_{yl} + v_y) - \ln(v_{yl} - v_y)] + Cste$, soit :

$$v_y = \frac{v_{yl} - v_{yl} e^{\left(\frac{2gt}{v_{yl}}\right)}}{1 + e^{\left(\frac{2gt}{v_{yl}}\right)}} \quad (16)$$

Nous trouverons, page suivante, le graphique (Fig. 16) représentatif de la vitesse de chute du plomb depuis son apogée.

Compte tenu de la vitesse de descente relativement faible, nous donnerons, durant cette phase de descente, la valeur 0.4 à $C d_y$.

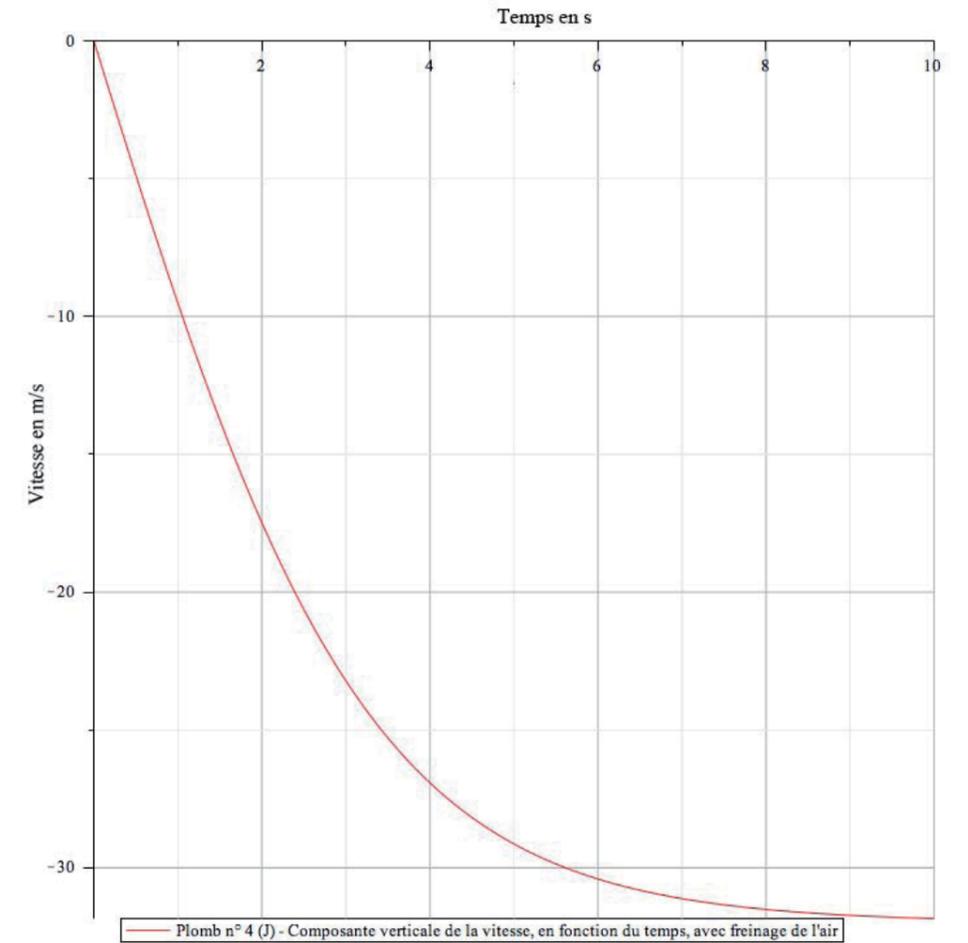


Fig. 16

Commentaire : Le graphique (fig. 16) montre l'accroissement de la vitesse verticale v_y lors de la phase descendante à partir de l'apogée de la trajectoire. Elle tend vers la vitesse limite v_{yl} de 32 m/s qu'elle atteint, en pratique, au bout de 10 secondes environ (en théorie la vitesse limite est une asymptote qui n'est atteinte que lorsque t tend vers l'infini).

Les vitesses verticales (montée et descente) et horizontale ayant été définies, il reste à déterminer la position du plomb dans l'espace.

Position du plomb dans l'espace

La position du plomb dans l'espace sera déterminée par l'étude de son déplacement selon les axes x et y .

La variation de la position selon l'axe x est donnée par intégration de la composante horizontale de la vitesse :

$$x = \int v_x dt = \frac{2 \ln \left(\frac{1}{2} \frac{v_0 \cos(\alpha_0) \rho S C d_x t}{m} + 1 \right) m}{\rho S C d_x} + Cste \quad (17)$$

De même, la variation de la position selon l'axe y est donnée par intégration de la composante verticale de la vitesse :

$$y = \int v_y dt = \frac{2 \ln \left(\frac{1}{2} \frac{v_0 \sin(\alpha_0) \rho S C d_y t}{m} + 1 \right) m}{\rho S C d_y} + \frac{1}{2} g t^2 + Cste \quad (18)$$

Les constantes d'intégration $Cste$ étant définies de telle manière que $x = 0$ et $y = 0$ pour $t = 0$.

Pour la composante verticale de la vitesse, les forces auxquelles le plomb est soumis sont de même nature à la montée et à la descente ; seul le sens du freinage de l'air s'inverse. Il faudra en tenir compte en étudiant la composante verticale du mouvement du plomb en deux phases : la montée et la descente.

Nous trouvons, page suivante, les graphiques représentatifs de la position du plomb selon x (Fig. 17) et y (Fig. 18).

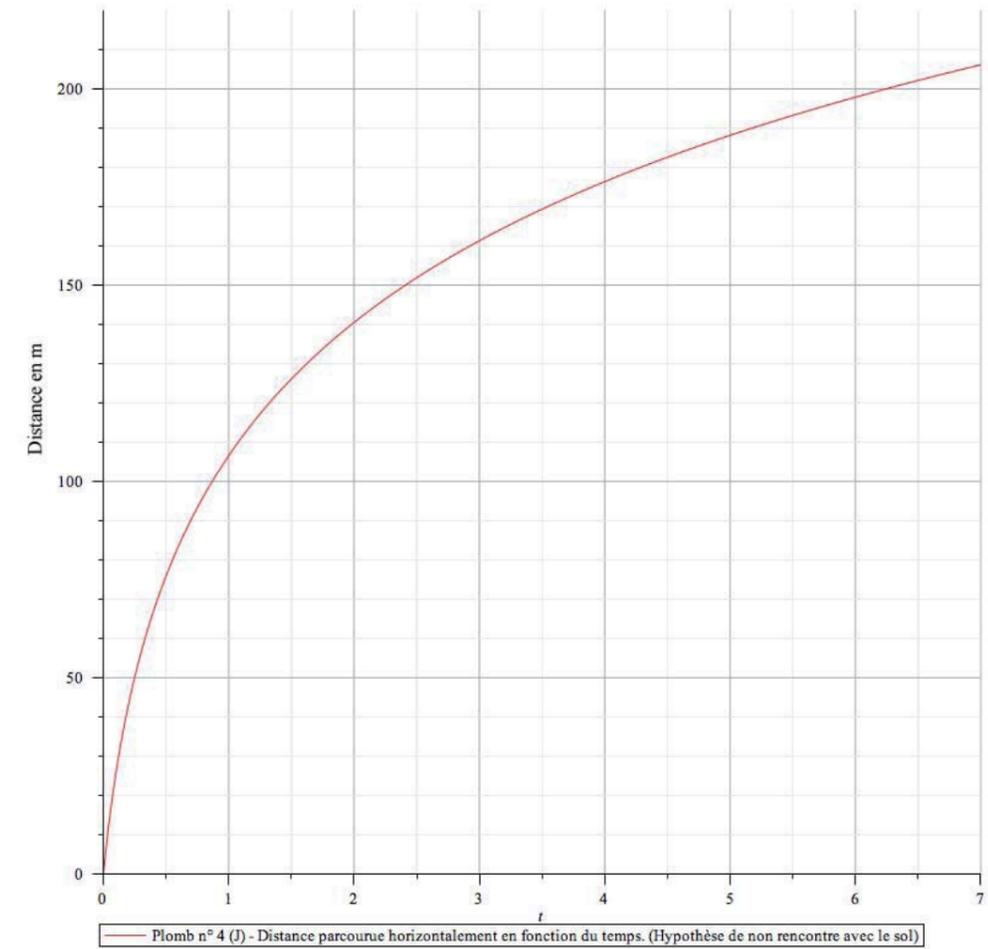


Fig. 17

Commentaire : Cette courbe (Fig. 17) représente la distance parcourue horizontalement par le plomb tel qu'il se comporterait s'il ne touchait jamais le sol (tir depuis un promontoire par exemple).

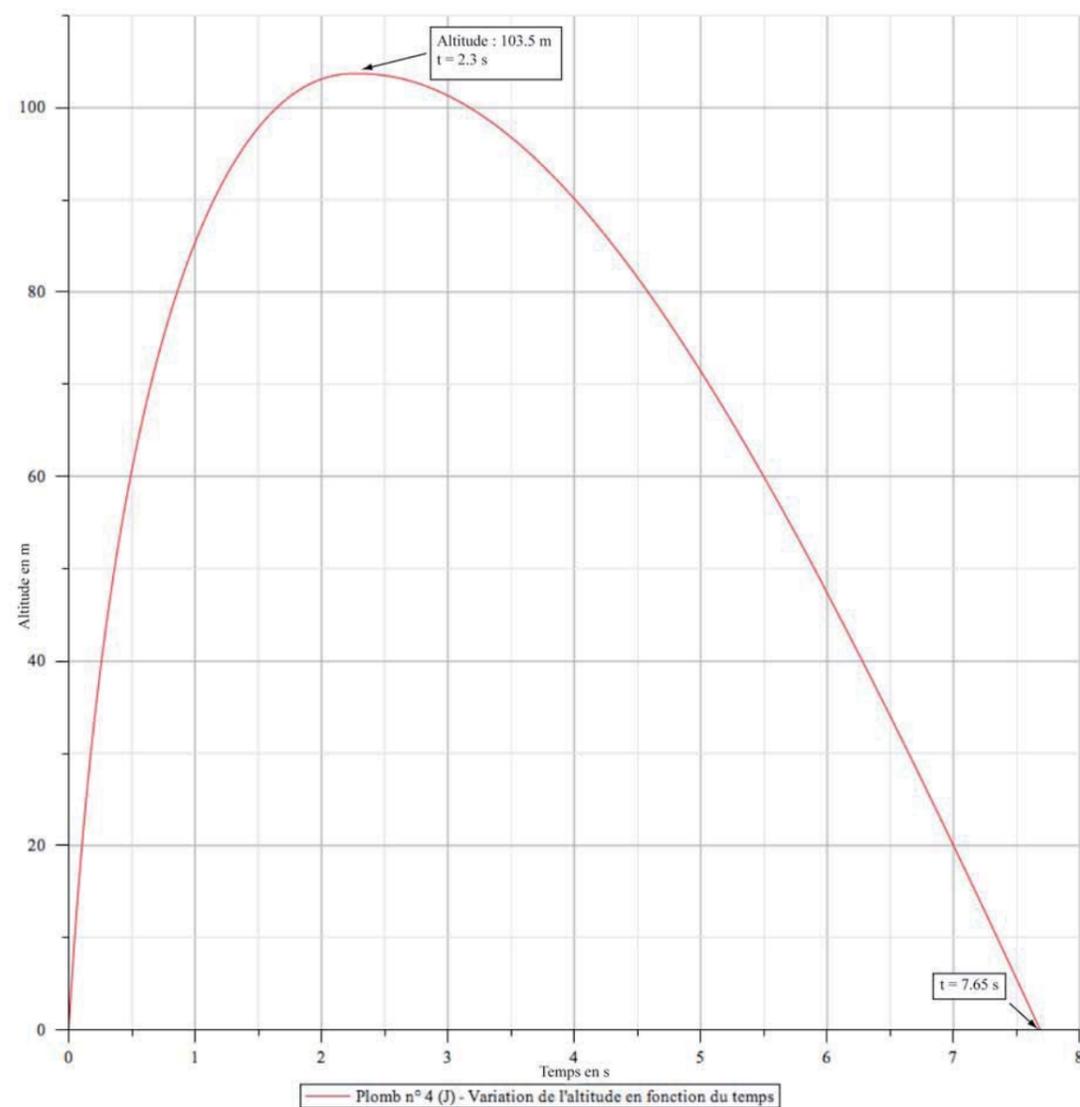


Fig. 18

Commentaire : Le graphique (Fig. 18) montre que l'apogée de la trajectoire est à 103,5 m au temps 2,3 s. La descente est plus lente que la montée du fait de la vitesse initiale verticale nulle à l'apogée. Le temps de vol du plomb est de 7,65 secondes.

Les lois de variation de la position du plomb selon x et y ayant été établies, sa trajectoire est définie par la courbe paramétrique des variables x et y . Cette courbe est représentée par le graphique (Fig. 19) page suivante.

Trajectoire du plomb

Nous trouvons ci-dessous (Fig. 19) la trajectoire du plomb.

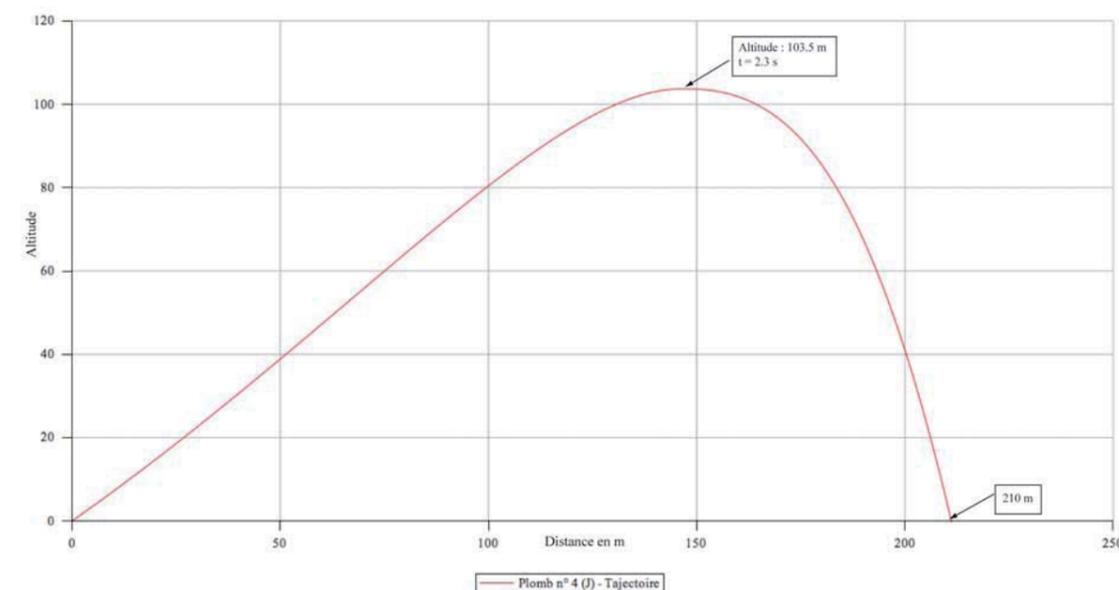


Fig. 19

Commentaire : Le graphique (Fig. 19) montre que la portée du tir sous l'angle de 35° est, selon nos calculs, de 210 m. Elle majore les résultats expérimentaux du Général JOURNEE de 5%. Cette majoration de la distance est en partie due à la vitesse initiale de 400 m/s que nous avons choisie, alors que les vitesses initiales moyennes pour ce type de projectiles sont plutôt proche de 375/380 m/s. De plus, cette portée correspond à celle des plombs les plus véloce. Le point moyen de répartition de la gerbe se trouve en deçà de cette distance.

Conclusion concernant le comparatif entre les expérimentations et les calculs

La portée calculée majore de 5% les résultats expérimentaux du Général JOURNEE. La majoration de la vitesse initiale fixée à 400 m/s est pour une bonne partie à l'origine du décalage portée expérimentale/portée calculée. De plus, nos calculs ayant porté sur les projectiles les plus rapides, il est évident que le point moyen de répartition de la gerbe se trouve à une distance inférieure à 210 m. Il apparaît néanmoins que la différence entre la distance calculée et celle observée est faible. Les calculs augmentent légèrement l'enveloppe de sécurité et nous considérons qu'ils peuvent être acceptés comme base théorique pour notre étude.

VII. APPLICATIONS AUX MUNITIONS DE TIR AUX PLATEAUX (Tir sous un angle important)

Les graphiques (Fig. 12 et 13) figurant au chapitre V.4.1.1 présentent les pertes de vitesse pour les cinq numéros de plombs autorisés pour le tir aux plateaux. Il en ressort que c'est le plomb n°7,5, exclusivement utilisé en pratique, qui présente les pertes de vitesse et donc d'énergie cinétique les plus faibles. Il sera donc pris comme référence concernant les risques balistiques afin de déterminer l'enveloppe de sécurité.

Les équations établies au chapitre V.4.1.2 permettront de déterminer les éléments de la trajectoire du projectile. Nous rappelons, ci-dessous, les paramètres physiques propres à ce dernier :

- Forme : sphérique ;
- Masse : 0.06 g;
- Diamètre : 2.37 mm;
- Vitesse initiale : 400 m/s.

Nous prendrons toujours $\rho = 1.225$, $\alpha_o = 35^\circ$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $Cd_x = Cd_y = Cd = 0.76$

Le graphique (Fig. 20) présente la variation de la composante horizontale de la vitesse.

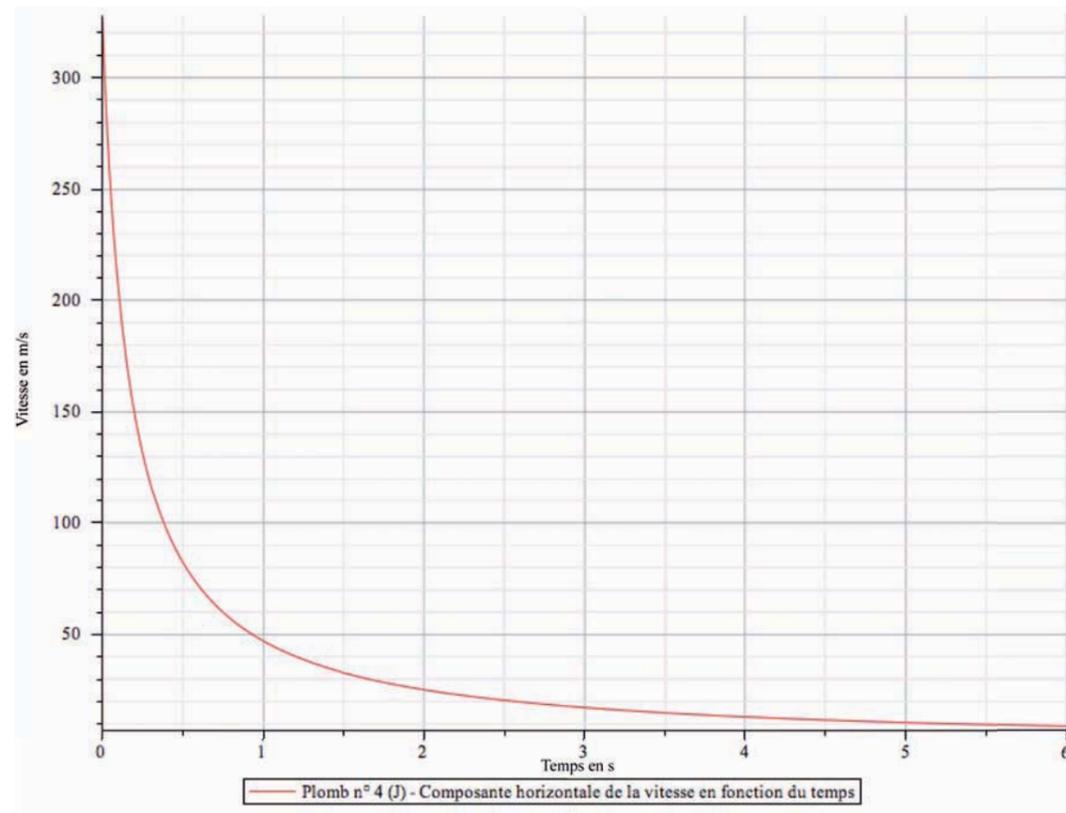


Fig. 20

Les deux graphiques suivants (Fig. 21 et 22) présentent les variations de la composante verticale de la vitesse, la variation lors de la phase ascendante pour la Fig. 21 et lors de la phase descendante pour la Fig. 22.

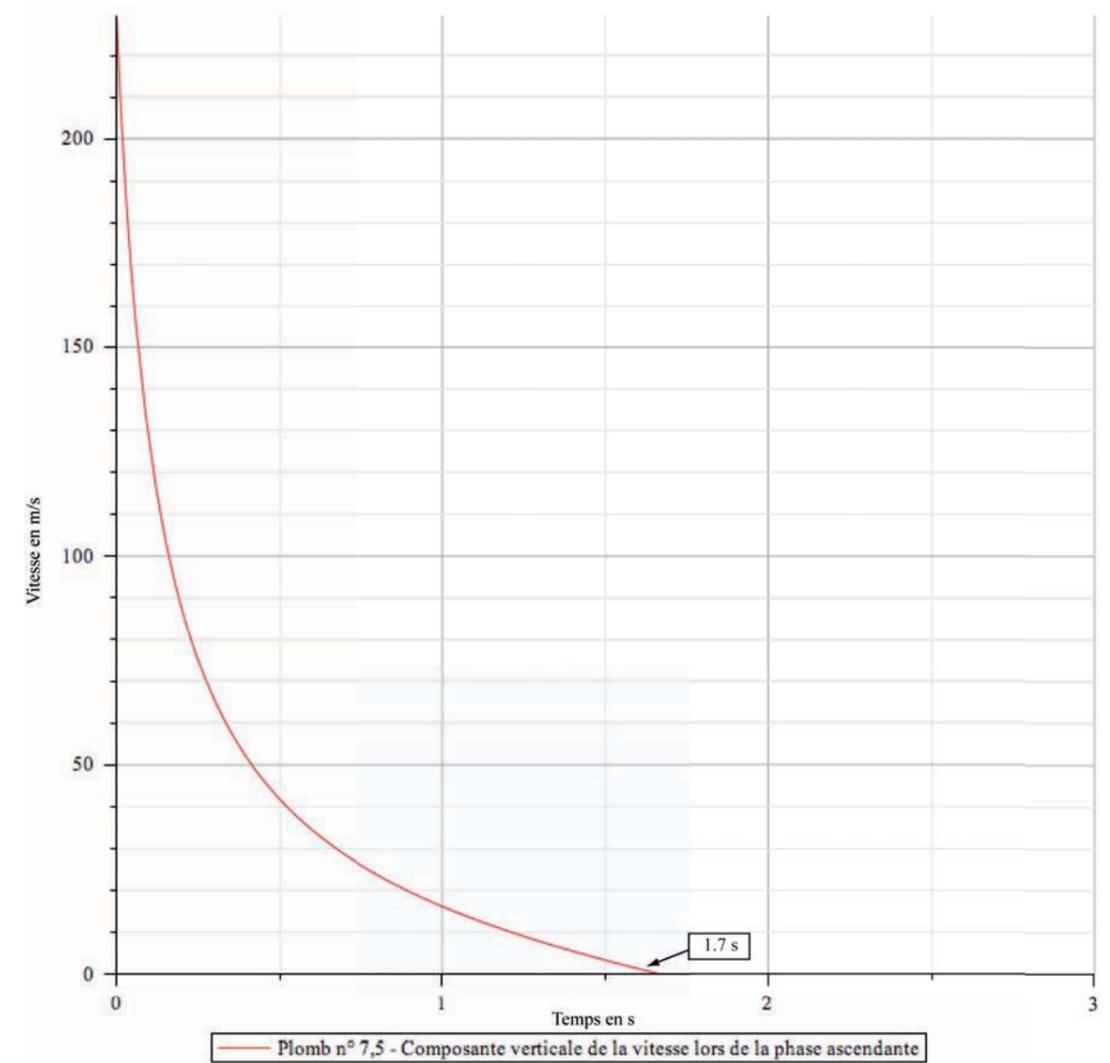


Fig. 21

Commentaire : Le graphique (Fig. 21) présente la variation de la composante verticale de la vitesse lors de la phase ascendante. La vitesse verticale s'annule à 1.7 seconde (apogée de la trajectoire). Elle devient ensuite négative (le plomb redescend). Elle croît jusqu'à atteindre une vitesse limite qui est atteinte lorsque le freinage de l'air compense exactement le poids du plomb.

Détermination de la vitesse limite

La valeur de la vitesse limite de chute v_{yl} est donnée par la relation (14) :

$$v_{yl} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho S C d_y}}$$

Soit $v_{yl} = 23.3 \text{ m/s}$

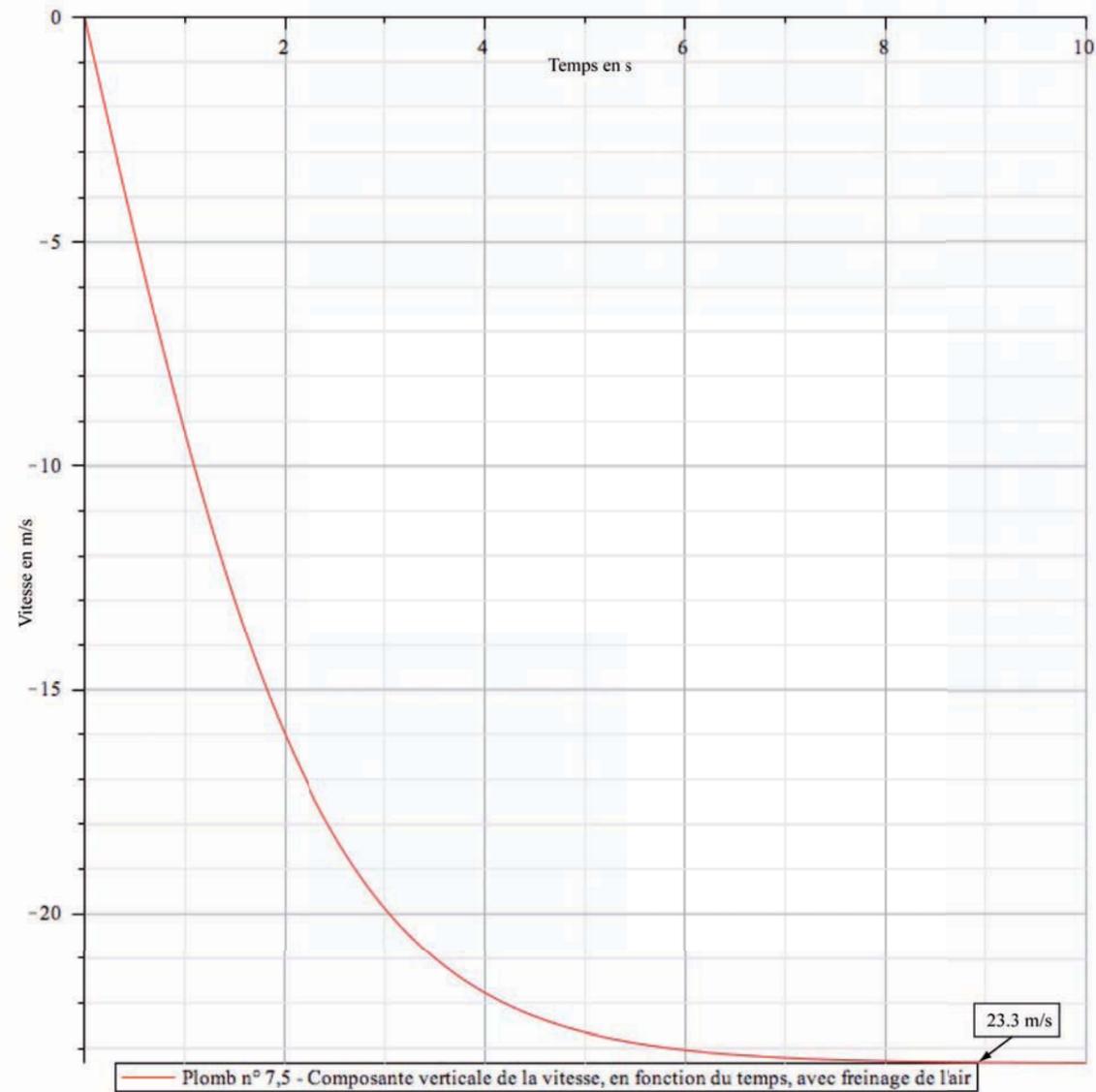


Fig. 22

Commentaire : Le graphique (Fig. 22) montre l'accroissement de la vitesse verticale v_y lors de la phase descendante à partir de l'apogée de la trajectoire. Elle tend vers la

vitesse limite v_{yl} de 23.3 m/s qu'elle atteint, en pratique, au bout de 8 secondes environ (en théorie la vitesse limite est une asymptote qui n'est atteinte que lorsque t tend vers l'infini).

Les vitesses verticales (montée et descente) et horizontale ayant été définies, il reste à déterminer la position du plomb dans l'espace.

Nous emploierons les équations définies au chapitre V.4.1.2. Elles nous permettront de tracer les graphiques (Fig. 23 et 24) représentatifs du déplacement du plomb selon les axes x et y .

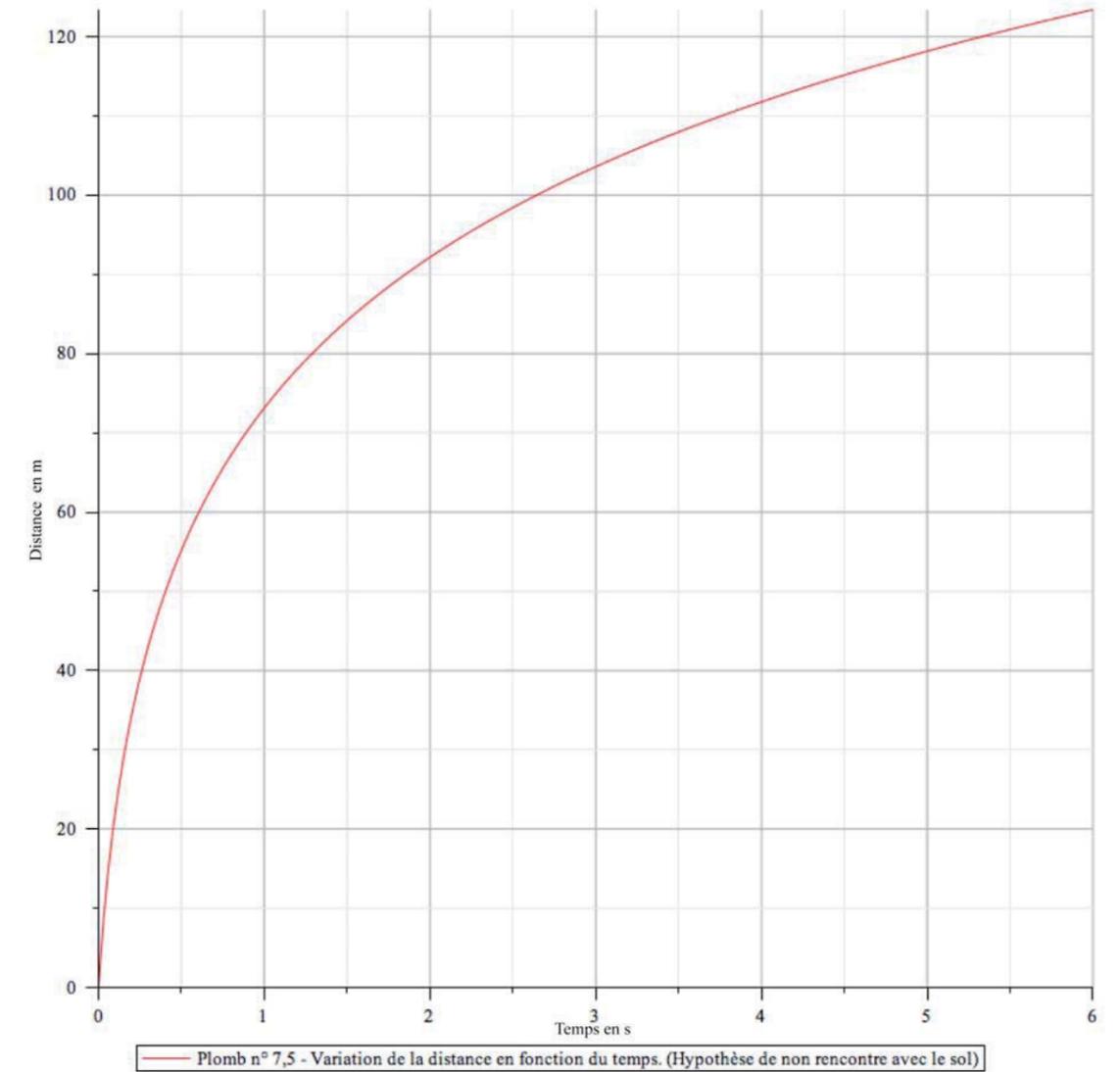


Fig. 23

Commentaire : La courbe (Fig. 23) représente la distance parcourue horizontalement par le plomb tel qu'il se comporterait s'il ne touchait jamais le sol (tir depuis un promontoire par exemple).

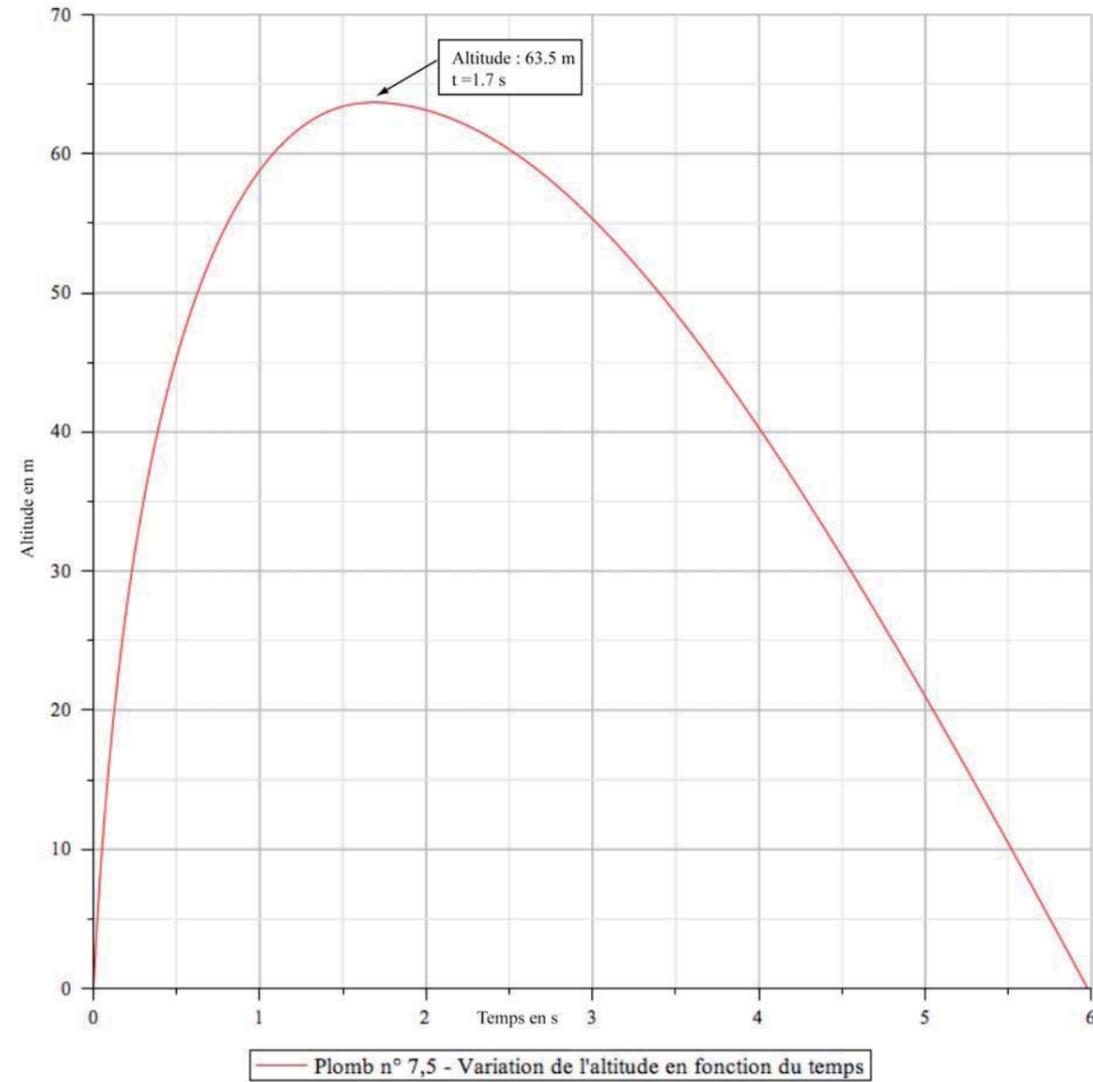


Fig. 24

Commentaire : Le graphique (Fig. 24) montre que l'apogée de la trajectoire est à 63.5 m au temps 1.7 s. La descente est plus lente que la montée du fait de la vitesse initiale verticale nulle à l'apogée. Le temps de vol du plomb est de 6 secondes.

Les lois de variation de la position du plomb selon x et y ayant été établies, sa trajectoire est définie par la courbe paramétrique des variables x et y . Cette courbe est représentée par le graphique (Fig. 25) page suivante.

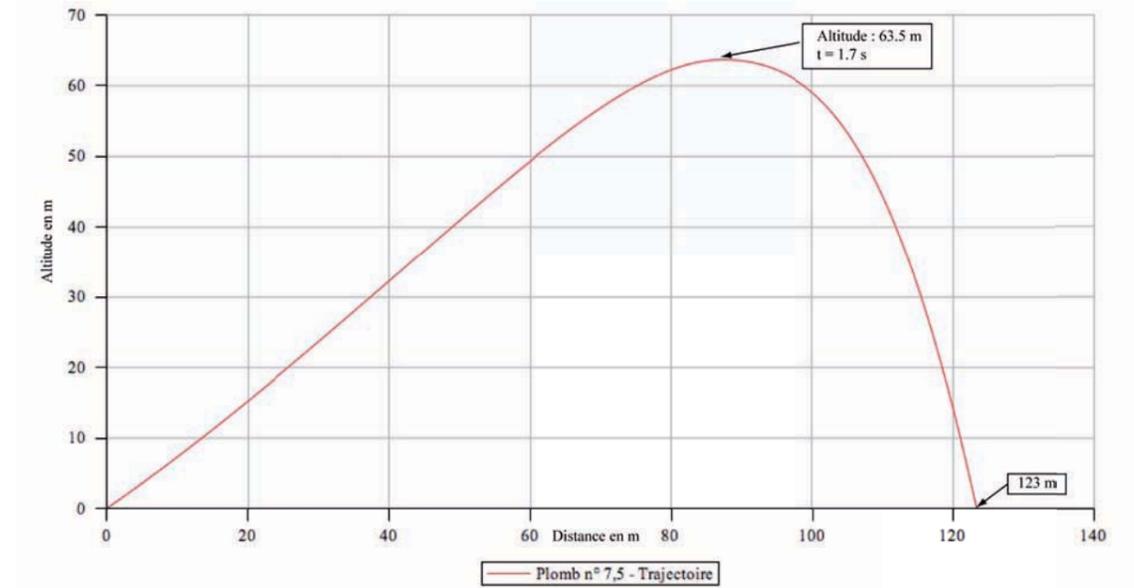


Fig. 25

Commentaire : Le graphique (Fig. 25) montre que la portée du tir sous un angle de 35° est, selon nos calculs, de 123 m. Nos calculs corroborent l'expérience des spécialistes du tir aux plateaux concernant la portée maximum des plombs n° 7,5. Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'il s'agit d'un ordre de grandeur concernant des munitions aux performances sujettes à variations.

Nous pouvons maintenant intégrer la trajectoire des plombs n° 7,5 sur le stand de tir afin de définir les risques balistiques vis à vis de l'éolienne E4 dont les dimensions sont rappelées ci-dessous en prenant pour point zéro le pied du pylône :

- Altitude du centre de rotation : 91 m ;
- Longueur d'une pale: 58.5 m.

En pratique, comme le montre le graphique (Fig. 26), il n'y en a pas. En effet l'éolienne E4 est suffisamment éloignée du poste de tir PT4 pour être hors de portée des tirs.

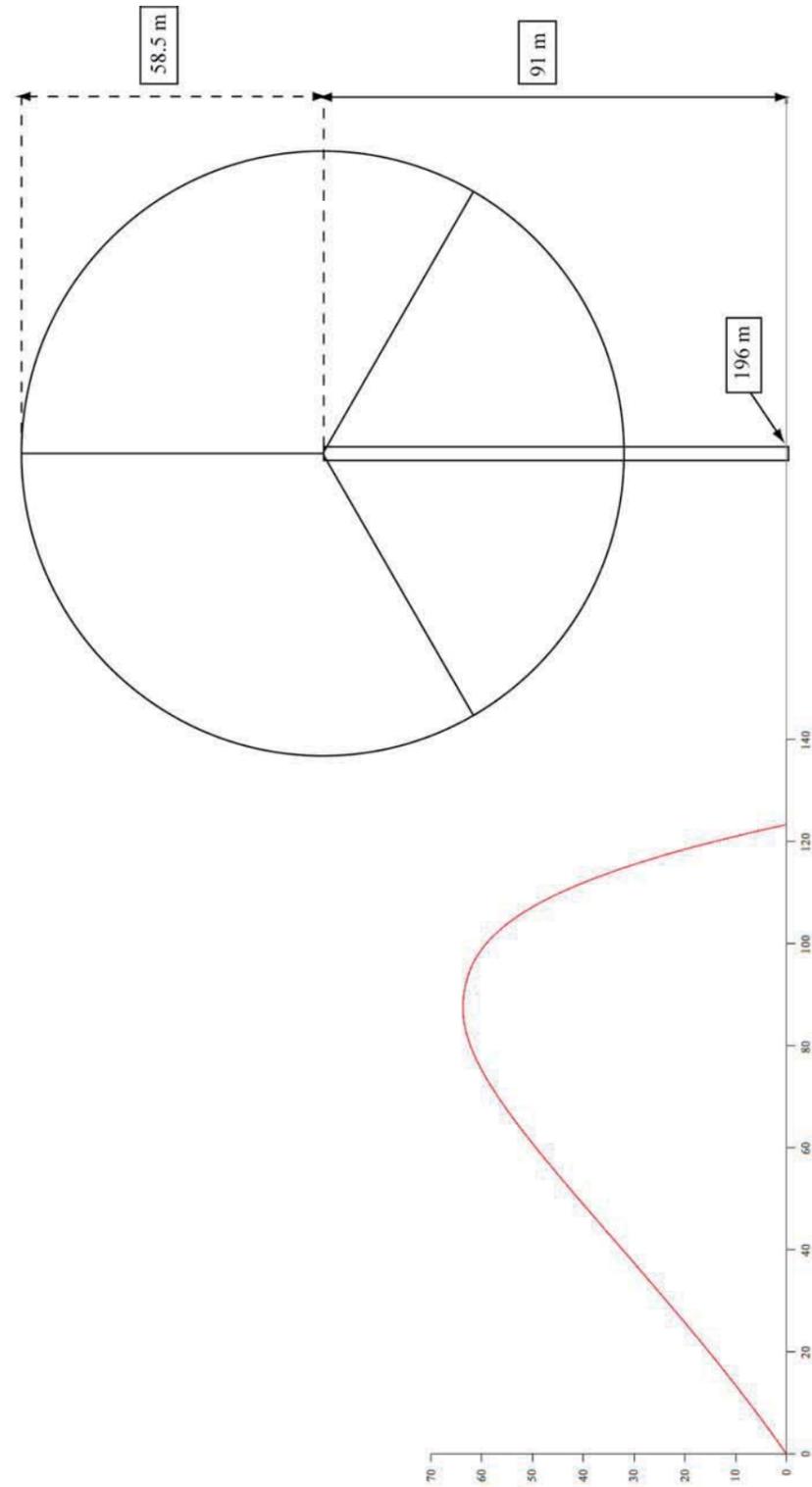


Fig. 26 : Superposition, à l'échelle, de la trajectoire des plombs n° 7,5 les plus véloces et de la position de l'éolienne par rapport au poste de tir PT4

Vitesse et énergie cinétique le long de la trajectoire

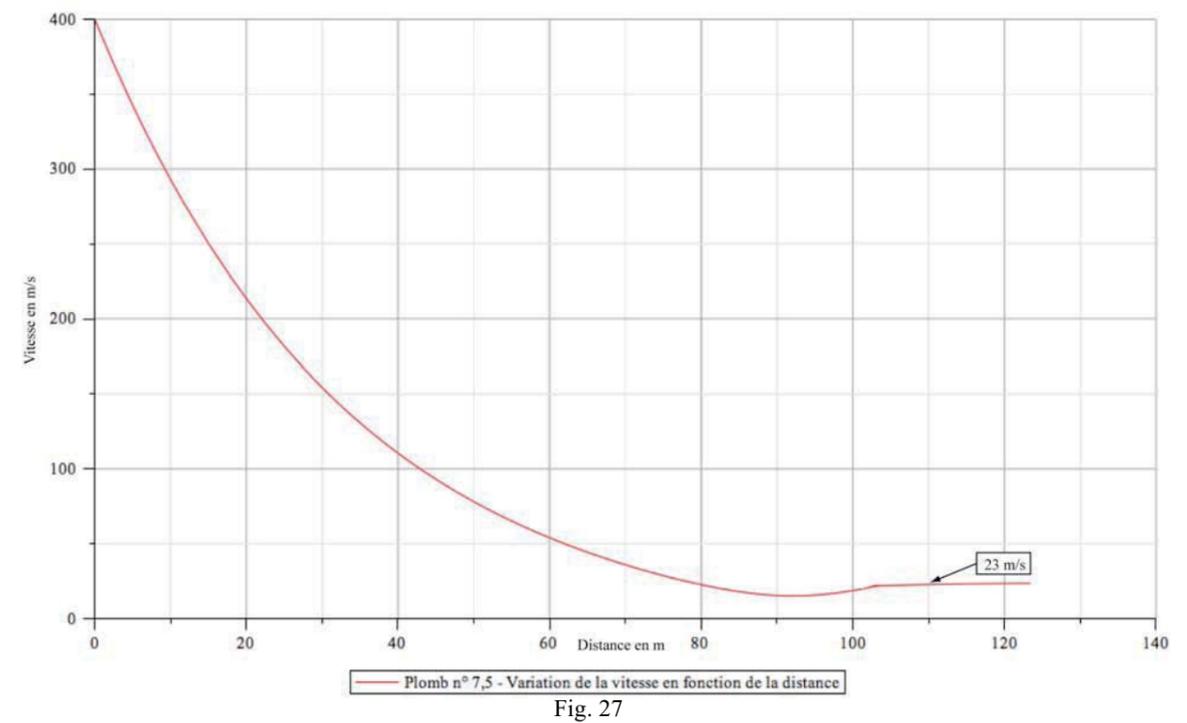
Nous avons déterminé les composantes verticale et horizontale de la vitesse du plomb n° 7,5. Sa vitesse V sur sa trajectoire est, à chaque instant, la somme vectorielle de ces deux composantes. En chaque point la valeur du module de la vitesse V sera donnée par :

$$V = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (20)$$

L'énergie cinétique Ec du plomb en chaque point de sa trajectoire sera donnée par la relation :

$$Ec = \frac{1}{2} mV^2 \quad (21)$$

Nous trouverons, ci-dessous deux graphiques (Fig. 27 et 28), représentant les variations de la vitesse et de l'énergie cinétique en tout point de la trajectoire du plomb n° 7,5.



Commentaire : Le graphique (Fig. 27) présente la variation de vitesse du plomb n° 7,5 en fonction de la distance. La vitesse atteint un minimum à l'apogée de la trajectoire situé à une distance de 95 m environ. Elle augmente lors de la descente, relativement rapidement, jusqu'à ce que sa composante verticale atteigne sa valeur limite v_{yl} .

On constate sur le graphique (Fig. 25) que, dans la phase de descente, la pente de la trajectoire tend vers la verticale. A terme, la vitesse du projectile est égale à sa vitesse limite de chute sachant que la composante horizontale tend vers zéro.

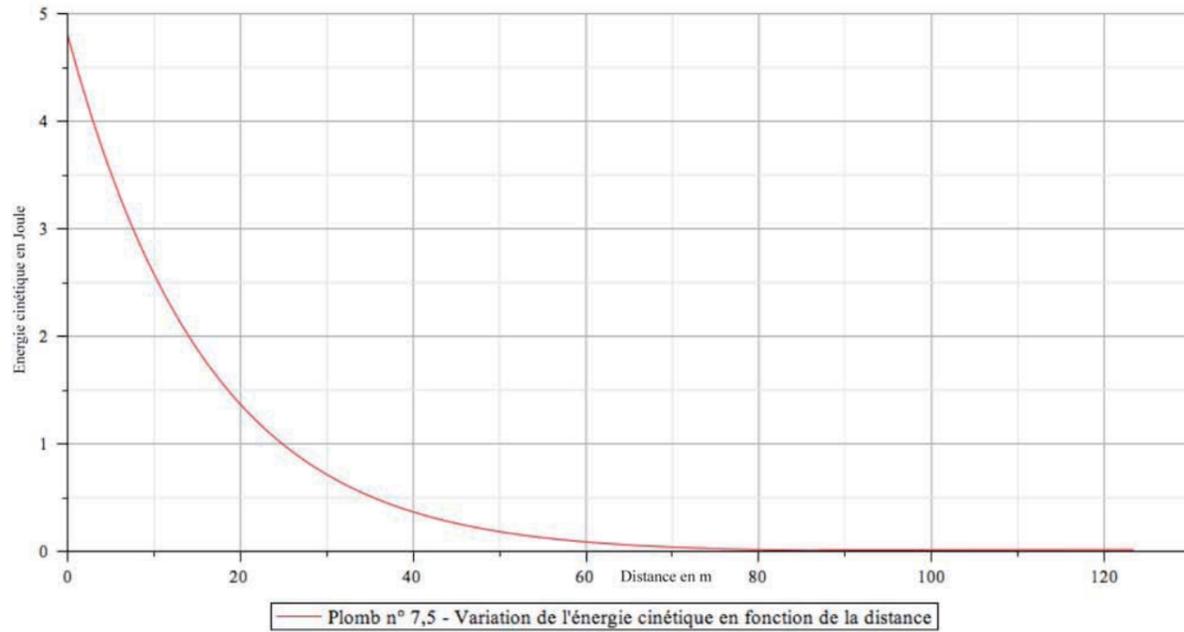


Fig. 27

Commentaire : Le graphique (Fig. 27) montre la variation de l'énergie cinétique du plomb n° 7,5 avec la distance. Ce sont des valeurs qui décroissent rapidement pour arriver à des niveaux très faibles : 0.016 Joule.

De l'analyse des graphiques (Fig. 26 et 27), on peut déduire que si du personnel se trouvait à une distance de 120 m environ du poste de tir, il recevrait une " pluie " de grenaille de plombs chutant à 23 m/s environ et dotés d'une énergie cinétique de 0.016 Joule. Ce niveau d'énergie cinétique n'est pas de nature à provoquer des blessures graves.

On trouvera (Fig. 28 et 28 bis) une représentation aérienne du stand de tir de Thezy Glimont sur laquelle sont reportées les positions des éoliennes E4 et E5. Sur la photo aérienne est superposée la zone susceptible d'être balayée par une charge de plombs n° 7,5 tirés sous un angle de 35 degrés depuis PT4. Depuis PT4 sont tracés trois arcs de cercle concentriques : le premier (trait plein orange) représente la distance de l'apogée de la trajectoire, le second (trait en pointillés orange foncé) représente la portée maximum théorique des plombs, le troisième le plus à l'extérieur (trait en pointillés en tonalités de bleu pour Fig. 28 et orange pâle pour Fig. 28 bis) correspond à la zone de sécurité de 250 m définie par la législation et la Fédération Française de Tir.

La figure 28 concerne la protection du personnel et la figure 28 bis se rapporte à la protection du matériel.

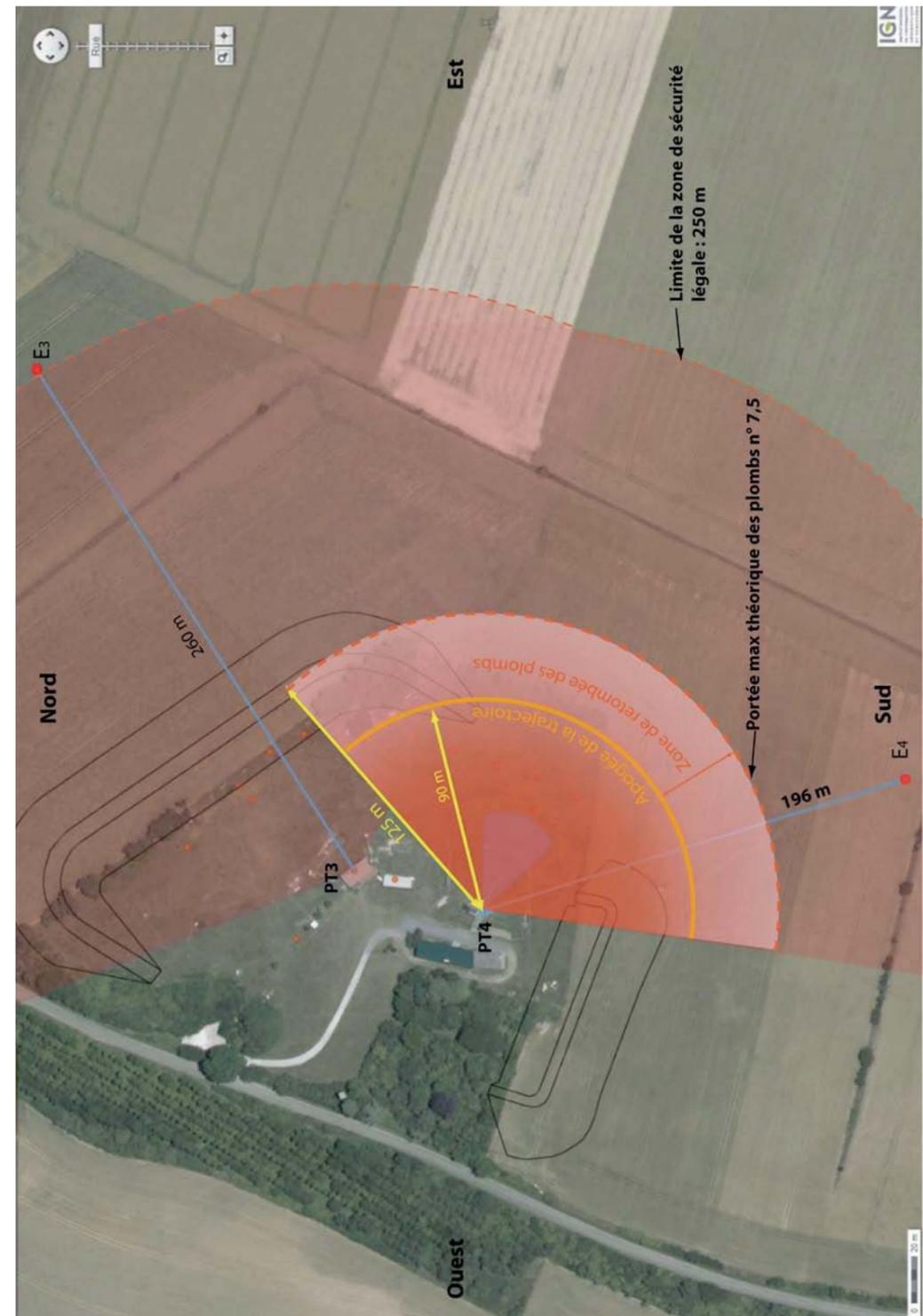


Fig. 28 : Schéma de la zone de sécurité préconisée pour le personnel (250 m depuis PT4 - article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990) et celle (en rouge) susceptible d'être balayée par les plombs n° 7,5 depuis PT4

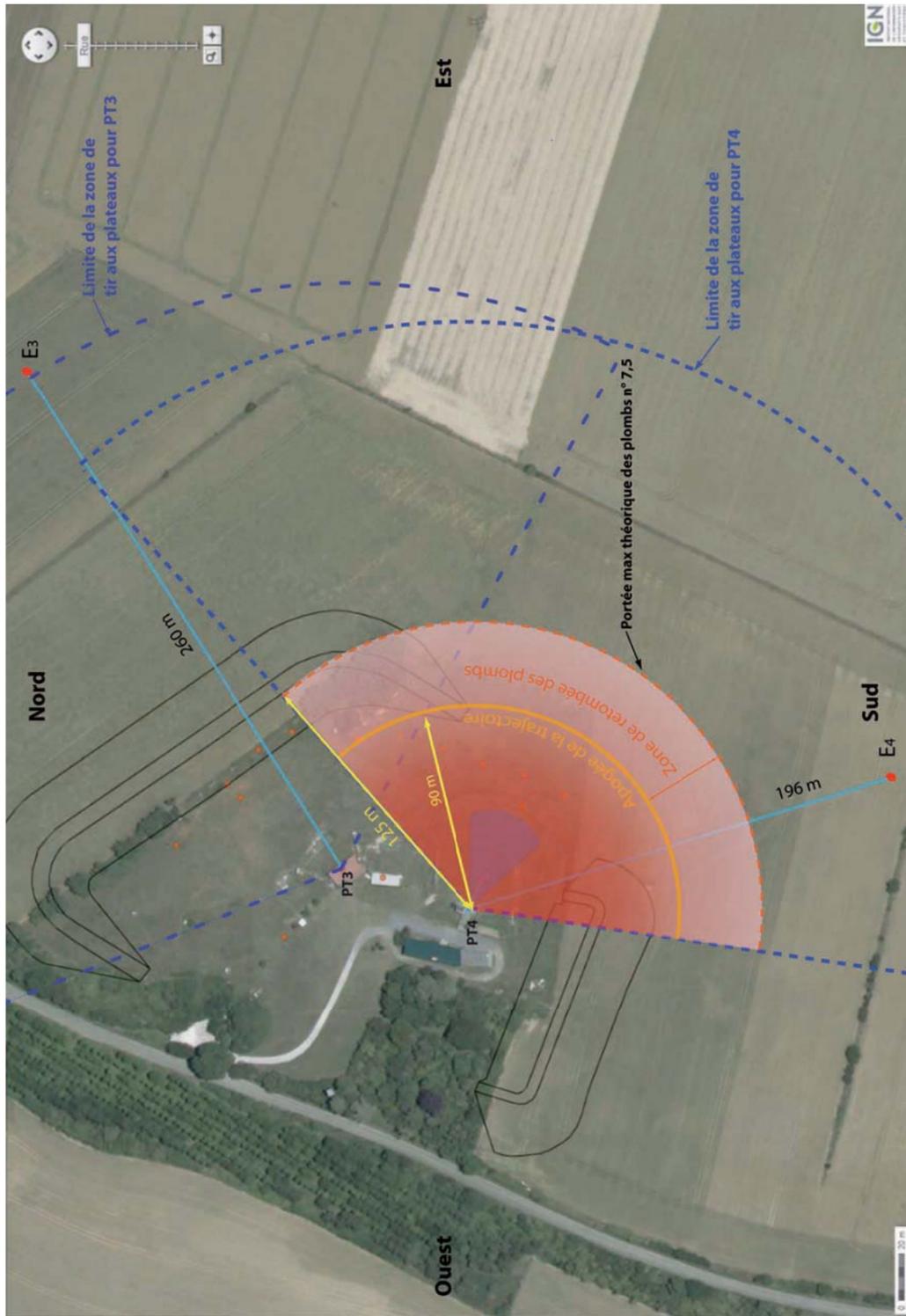


Fig. 28 bis : Schéma de la zone de tir (en pointillés bleus) et celle (en rouge) susceptible d'être balayée par les plombs n° 7,5 depuis PT4

Jean-Jacques DORRZAPF – 11/2014

VIII. CONCLUSION

La présente étude balistique a pour but d'étudier la problématique relative à l'implantation de deux éoliennes (éolienne E3 au Nord et éolienne E4 au Sud) à proximité du stand de tir aux plateaux (Balltrap) de Thezy Glimont (Somme).

Deux aspects du problème sont à envisager : la protection des personnels devant intervenir sur les installations et les risques d'impacts de projectiles tirés depuis le stand de tir sur les éoliennes.

Concernant la protection des personnels, nous nous appuyons sur l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 qui impose une distance minimale de 250 m des routes et des habitations, en l'absence d'écran protecteur, dans la direction normale du tir. Nous considérons en effet que cette disposition, plus que la protection de ces infrastructures, vise à la sécurité des personnes et, sans doute, à leur tranquillité. Nous tenons compte également des préconisations de la Fédération Française de Tir (FFT) qui, outre la distance de 250 m, définit un secteur de tir de 130 à 140 degrés.

Cette étude théorique est fondée sur des calculs basés sur les lois de la balistique. Les méthodes de calculs que nous avons utilisées ont été validées en les comparant à des résultats expérimentaux obtenus par le Général JOURNEE (projectiles de même nature mais différents par leurs dimensions de ceux utilisés au balltrap). De plus, les résultats obtenus pour les projectiles de balltrap sont corrélés par l'expérience des spécialistes de cette discipline.

L'étude est réalisée pour des plombs n° 7,5 exclusivement utilisés, dans la pratique, pour le tir aux plateaux. En effet, étant les plus lourds parmi ceux autorisés dans la pratique du tir aux plateaux, ils atteignent la distance la plus importante et permettent ainsi de déterminer une enveloppe de sécurité pour l'ensemble des munitions susceptibles d'être utilisées dans cette discipline.

Nous présentons ci-dessous nos conclusions pour les deux éoliennes.

Eolienne E3

L'emplacement de l'éolienne E3, située au Nord et à 260 m du poste de tir le plus proche (mesures réalisées par la Sté. H2Air) ne pose aucun problème tant sur le plan légal, selon l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990, que balistique.

Cependant, il est nécessaire de tenir compte des chemins d'accès à l'éolienne. En effet, si ces derniers devaient conduire du personnel à pénétrer dans la zone de sécurité, aucun tir ne devrait avoir lieu. En conséquence, il est nécessaire qu'une concertation soit engagée entre la société d'exploitation des éoliennes et les dirigeants du stand de tir de Thezy Glimont afin de synchroniser les calendriers d'interventions sur les appareils et ceux des séances de tir.

Eolienne E4

L'emplacement de l'éolienne E4, située à 196 mètres (mesures réalisées par la Sté. H2Air) du poste de tir le plus proche (PT4), était susceptible de poser un problème. La présente étude propose, en ce qui concerne la protection des personnels, une solution qui consiste en une concertation entre la société d'exploitation des éoliennes et le stand de tir de Thezy Glimont.

La protection du personnel

Si l'on se réfère à l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 et aux préconisations de la Fédération Française de Tir concernant les dimensions des stands de tir aux plateaux, l'emplacement de l'éolienne E4 était susceptible de poser un problème sur le plan de la sécurité des personnels. En effet, elle est située à 196 m du poste de tir le plus proche (mesures réalisées par la Sté. H2Air) et il n'existe pas d'écran protecteur.

Résultats de calculs rassurants

Les résultats des calculs, en accord avec l'expérience des tireurs, montrent que la portée maximum des plombs les plus rapides est de l'ordre de 125 m. L'apogée de la trajectoire est situé à environ 90 m de distance. Au-delà de cette distance les plombs retombent avec une vitesse limite de chute de l'ordre de 23 m/s (83 km/h), soit une énergie cinétique correspondante de 0.016 Joule.

Nous pouvons déduire que si du personnel se trouvait à une distance de 120 m du poste de tir, il recevrait une " pluie " de grenaille de plombs chutant à 23 m/s environ et animée, pour les plombs les plus véloces ayant atteint l'altitude la plus élevée, d'une énergie cinétique de 0.016 Joule. Ce niveau d'énergie cinétique n'est pas de nature à provoquer des blessures graves (hormis en cas d'atteinte oculaire).

Principe de précaution étayé par la législation en vigueur

Bien que cette " pluie " de plombs ne soit pas de nature à provoquer des blessures graves, ce faible niveau d'énergie cinétique ne peut en aucun cas justifier la pénétration de personnel à l'intérieur de la zone de sécurité en même temps que des tirs ont lieu. Le principe de précaution préside à la mise en place des règles de sécurité et l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 en est l'émanation. Ainsi, nous conseillons, en ce qui concerne la sécurité des personnes chargées d'intervenir sur l'éolienne E4, de prendre pour référence, comme pour E5, l'article 2 de l'arrêté interministériel du 17 juillet 1990 et d'interdire l'entrée de personnels dans les zones de sécurité de 250 m durant des tirs.

Concertation avec le stand de tir de Thezy Glimont

Afin de régler le problème de la sécurité des personnels de maintenance des éoliennes, il est nécessaire qu'une concertation soit engagée entre la société d'exploitation des éoliennes et les dirigeants du stand de tir de Thezy Glimont afin de synchroniser les calendriers d'interventions sur les appareils et ceux des séances de tir, de telle manière qu'il ne puisse y avoir une présence de personnels dans les zones de sécurité telles que définies dans l'article précité en même temps que des séances de tir sur le poste PT4.

Possibilité d'évolution

L'éolienne E4 étant proche de la limite Sud de la zone de tir de PT4, l'accès à cette dernière pourrait être réalisé par le quadrant Sud-Ouest. Le secteur délimité par la limite Sud de la zone de tir et E4 est de dimension réduite. La construction d'un écran protégeant l'accès à l'éolienne et l'éolienne elle-même pourrait être envisagée et permettrait de s'affranchir de la distance de 250 mètres applicable en champ libre.

La sécurité du matériel

Concernant les risques courus par l'éolienne E4 d'être atteinte par des impacts, la distance de l'emplacement de cette dernière vis à vis du poste de tir PT4 la met hors de portée des tirs.

Enfin, il peut être nécessaire de vérifier si l'angle du secteur du poste de tir n'est pas inférieur à celui préconisé par la FFT et par là même placer l'éolienne E4 en dehors de la zone de sécurité.



12 - ANNEXE 11 : GENERAL SPECIFICATION VESTAS ICE DETECTION (VID)

RESTRICTED

Restricted
Document no.: 0049-7921 V04
February 22nd 2016

General Specification Vestas Ice Detection (VID) V105/112/V117/V126-3.3 MW 50/60 Hz



Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 44 · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com



VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Original Instruction: T05 0049-7921 VER 04

T05 0049-7921 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-08-12 by SASOU

RESTRICTED

Document no.: 0049-7921 V04
Date: February 22nd 2016
Document owner: Platform Management
Type: T05 - General Description
Vestas Ice Detection (VID) V105/112/V117/V126-3.3 MW 50/60 Hz
Restricted
Page 2 of 7

Table of contents

1	References	2
2	General Description.....	3
3	Mechanical Design.....	3
3.1	Blades.....	3
3.2	HUB.....	4
4	Electrical Design.....	4
4.1	Power supply	4
4.2	VID power specifications.....	4
4.3	Power Disconnection	5
5	Turbine Protection Systems.....	5
5.1	Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower.....	5
5.2	EMC System.....	5
6	Design Codes and Guidelines.....	5
6.1	Turbines.....	5
7	Operational Strategy, Envelope and Performance	5
7.1	Activation of VID	5
7.2	Operational Strategy	5
7.3	Information available through VestasOnline® SCADA	6
8	General Reservations, Notes and Disclaimers	7

See general reservations, notes and disclaimers (including, Section 7 General Reservations, Notes and Disclaimers) to this general specification

1 References

Ref.	Document title
[1]	IEC 1B: General Specification V112-3.3 MW 50/60 Hz Onshore/Offshore
[2]	IEC 2A: General Specification V112-3.3 MW 50/60 Hz
[3]	General Specification V105-3.3/3.45 MW 50 Hz
[4]	General Specification V117-3.3 MW 50/60 Hz
[5]	General Specification V126-3.3 MW 50/60 Hz
[6]	13. Wind Energy Projects in Cold Climates. IEA Wind – Expert Group Study on Recommended Practices May 22, 2012
[7]	RISK ANALYSIS OF ICE THROW FROM WIND TURBINES by Henry Seifert et al, DEWI, Deutsches Windenergie-Institut GmbH
[8]	0047-7240 "GL75172_BR_BLADEControl_Vestas_GA" by Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
[9]	"MERKBLATT für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG" by RheinlandPfalz struktur und genehmigungsdirektion nord.
[10]	0050-7583 Bosch Rexroth Ice Det.System Description

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 44 · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0049-7921 VER 04

T05 0049-7921 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-08-12 by SASOU



RESTRICTED

Document no.: 0049-7921 V04

Vestas Ice Detection (VID) V105/112/V117/V126-3.3 MW 50/60 Hz

Date: February 22nd
2016
Restricted
Page 7 of 7

Document owner: Platform Management
Type: T05 - General Description

2 General Description

The Vestas Ice Detection option (VID) is a system, fully integrated in the turbine, which stop the turbine operation (production) when ice has build-up and certain condition are met. This is for reducing the risk of ice throw [9]. When the ice event ends the turbine will be put into production again.

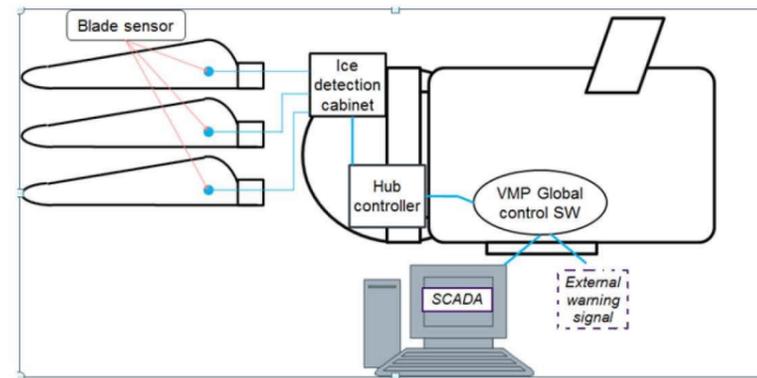


Figure 1 System overview

The VID comprises an accelerometer in each blade (Blade sensor at R16 on a V112 blade) which are connected to a HUB mounted control box (Ice Detection Cabinet) which in turn are connected to the turbine's HUB controller.

The system will provide information on ice build-up and stop the turbine operation (production) when certain conditions are met, primarily that the ice build-up is above threshold ref. [10] and the temperature is below 5°C.

The information from the Ice Detection Cabinet is transferred to the turbine control.

The VID is an option currently available for certain mk versions of the Vestas V105/112/V117/V126 3.3MW turbine. Please contact a Vestas representative if you have questions about availability for a specific turbine. For detailed general specifications for the Vestas 3.3MW turbine, please refer to references in section 1.

3 Mechanical Design

3.1 Blades

The basis for the blade installation is a standard V105/112/V117/V126 blade. In these standard blades the accelerometers and a cable to same is mounted.

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 44 · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0049-7921 VER 04

T05 0049-7921 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-08-12 by SASOU

RESTRICTED

Document no.: 0049-7921 V04

Vestas Ice Detection (VID) V105/112/V117/V126-3.3 MW 50/60 Hz

Date: February 22nd
2016
Restricted
Page 7 of 7

Document owner: Platform Management
Type: T05 - General Description

3.2 HUB

Inside the HUB the Ice Detection cabinet are placed and wired up to the HUB controller cabinet and Blade sensors (accelerometers).

4 Electrical Design

The VID is an option which is based on the standard electrical design of the turbine with a few components added (Ethernet switch, circuit breaker) in the HUB controller.

4.1 Power supply

The VID draws power from the standard 3.3MW Vestas turbine 24VDC supply, specifically from the HUB controller cabinet. See Figure 1

4.2 VID power specifications

VIS power specifications	
Supply voltage	24VDC
VID nominal power consumption	25W

Table 1: VID power specifications

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 44 · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0049-7921 VER 04

T05 0049-7921 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-08-12 by SASOU



RESTRICTED

Document no.: 0049-7921 V04
 Vestas Ice Detection (VID) V105/112V117V126-3.3 MW 50/60 Hz
 Date: February 22nd 2016
 Restricted
 Page 7 of 7
 Document owner: Platform Management
 Type: T05 - General Description

4.3 Power Disconnection

The VID includes a breaker that allows for the Ice detection cabinet to be disconnected from its power source during inspection or maintenance. This is done with a breaker located in the HUB control cabinet.

5 Turbine Protection Systems

5.1 Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower

The VID do not introduce conductive materials in the blades beyond R16 (for a V112 blade). The accelerometer and cable that VID introduces will be insulated from the blades lightning protection system

Lightning protection of VID is as specified in the general specification for the turbine Ref. [1], [2], [3], [4] and [5].

5.2 EMC System

The VID fulfils same EMC (electromagnetic compatibility) related requirements as the turbine. Please refer to the general specification for the turbine Ref. [1], [2], [3], [4] and [5].

Design Codes and Guidelines

The VID has been integrated into the following turbines in a manner compliant with GL DNV guideline ref.[8] and with the merkblatt ref. [9]

5.3 Turbines

This General Specification for the VID is applicable for the following turbines:

- V105-3.3 MW* IEC1A 50/60 Hz
- V112-3.3 MW* IEC1B 50/60 Hz
- V112-3.3 MW* IEC2A 50/60 Hz
- V117-3.3 MW* IEC2A 50/60 Hz
- V126-3.3 MW* IEC3A 50/60 Hz

*Certain mk versions

6 Operational Strategy, Envelope and Performance

6.1 Activation of VID

During installation of the VID the service technician will connect his PC to the Ice Detection Cabinet and configure the system. After that initial configuration the system will be able to detect icing conditions.

6.2 Operational Strategy

The overall control strategy of the VID system is continuous measurements of ice. Detection of ice on the blades (above threshold) and certain other



Original Instruction: T05 0049-7921 VER 04

T05 0049-7921 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-08-12 by SASOU

RESTRICTED

Document no.: 0049-7921 V04
 Vestas Ice Detection (VID) V105/112V117V126-3.3 MW 50/60 Hz
 Date: February 22nd 2016
 Restricted
 Page 7 of 7
 Document owner: Platform Management
 Type: T05 - General Description

parameters including temperature below 5°C causes the turbine to stop the turbine operation (production). The ice detection system continues measuring on the blades, and once no more ice is detected (below threshold), the turbine is put back into operation. Threshold level is adjustable and any change to the threshold level will be logged accordingly to [5].

A 24 VDC output is available in the ground controller which can signal to connected customer installed external equipment (warning sound, light etc) when the turbine is stopped by the VID system.

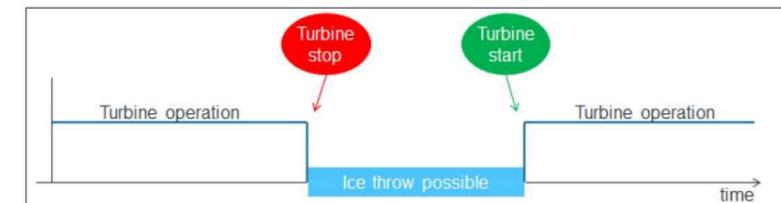


Figure 2

If the VID is not able to measure ice (for instance due to failure) the turbine will be stopped if the temperature is below 5°C.

6.3 Information available through VestasOnline® SCADA

The following information will be available from SCADA:

- Down time due to detected ice [hh:mm:ss] –
- Lost Production associated with VID [kWh]
- Information on ice detected

Some SCADA systems can be set up to provide a master slave function where a turbine can be linked as slave to the VID of another turbine. Downtime resulting from same will be logged as originating from detected ice.



Original Instruction: T05 0049-7921 VER 04

T05 0049-7921 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-08-12 by SASOU



RESTRICTED

Document no.: 0049-7921 V04

Vestas Ice Detection (VID) V105/112/V117/V126-3.3 MW 50/60 Hz

Date: February 22nd

2016

Document owner: Platform Management

Restricted

Type: T05 - General Description

Page 7 of 7

7 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2015 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates (Vestas) and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The general specifications described in this document apply to the current version of the VID. Updated versions of the VID, which may be manufactured in the future, may differ from these general specifications. In the event that Vestas supplies to recipient an updated version of the VID, Vestas will provide to such recipient an updated VID general specification applicable to the updated version.
- This document, General Specification, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty, promise, commitment, representation and/or verification by Vestas, whether express or implied, all of which are hereby expressly disclaimed by Vestas except to the extent expressly provided and agreed to by Vestas in a written contract with recipient.
- Images and illustrations in this document may differ from the actual design.
- For the VID to be operational, the turbine must be connected to the grid and turned on.
- VID supports reducing the risk of ice throw, but is not designed to reduce the risk of ice drops and/or ice fall; any use of, or reliance on, the system for such purpose is at recipients own risk. The risk of ice throw, ice drops and/or ice fall caused by operation of the turbine and operation of the VID is solely the responsibility of the customer
- Actual icing and site conditions have many variables and states (for instance ice storms or ice due to rime accretion) and these differences when compared to the threshold level of VID may have an impact on VID performance.

Original Instruction: T05 0049-7921 VER 04

T05 0049-7921 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-08-12 by SASOU

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 44 · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com

Vestas

VESTAS PROPRIETARY NOTICE