

Pièce 4.1

Etude de dangers



1. Check-list

2. Notice descriptive

3. Etude d'impact et Résumé non technique

- 3.1a Etude d'impact
- 3.1b Résumé non technique de l'étude d'impact
- 3.2 Etude paysagère
- 3.3a Etude écologique
- 3.3b Etude incidence N2000
- 3.4 Etude acoustique

4. Etude de danger et Résumé non technique

- 4.1 Etude de dangers
- 4.2 Résumé non technique de l'étude de dangers

5. Conformité urbanisme

6. Plans

7. Accords et avis consultatifs

8. Présentation non technique

9. Avis de la MRAe

- 9.1 Avis de la MRAe
- 9.2 Mémoire en réponse à l'avis de la MRAe



EOLE DE PAVELOTTE

Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du projet éolien de Pavelotte sur la commune de Nomécourt (52)



Projet CARP180295 - Rapport n°96402/A – 14 février 2019

Projet suivi par Franck MALMASSON – 06.23.97.00.93 – franck.malmasson@icfenvironnement.com

www.groupeirhvironnement.com/fr
www.anteagroup.fr

SOMMAIRE

1.1.	OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....	8	5.3.1.	Principales actions préventives.....	51
1.2.	CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	9	5.3.2.	Utilisations des meilleures techniques disponibles	52
1.3.	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES.....	10	6.	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE.....	53
2.	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....	11	6.1.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE.....	53
3.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	15	6.1.1.	Analyse de la base de données ARIA.....	53
3.1.	ENVIRONNEMENT HUMAIN	15	6.1.2.	Analyse du rapport sur la sécurité des éoliennes du Conseil Général des Mines	53
3.1.1.	Zones urbanisées.....	15	6.1.3.	Analyse des données issues du Syndicat des énergies renouvelables (SER) et de France Energie Eolienne (FEE) 54	
3.1.2.	Etablissements recevant du public (ERP)	17	6.2.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL.....	55
3.1.3.	Etablissements sensibles.....	17	6.3.	INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT	57
3.1.4.	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires de base (INB) 17		6.4.	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	57
3.1.5.	Autres activités	18	6.4.1.	Analyse de l'évolution des accidents en France	57
3.1.6.	Les actes de malveillance	20	6.4.2.	Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	58
3.1.7.	Synthèse de l'analyse de l'environnement humain comme facteur d'agression	20	6.5.	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	58
3.2.	ENVIRONNEMENT NATUREL	20	7.	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	59
3.2.1.	Contexte climatique	20	7.1.	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	59
3.2.2.	Risques naturels	22	7.2.	RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	59
3.2.3.	Synthèse de l'analyse de l'environnement naturel comme facteur d'agression	25	7.3.	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	59
3.3.	ENVIRONNEMENT MATERIEL	25	7.3.1.	Agresions externes liées aux activités humaines.....	59
3.3.1.	Voies de communication.....	25	7.3.2.	Agresions externes liées aux phénomènes naturels.....	60
3.3.2.	Radars.....	30	7.4.	SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	60
3.4.	SYNTHESE DE L'ANALYSE DES ACTIVITES ENVIRONNANTES COMME FACTEUR D'AGRESSION	31	7.5.	EFFETS DOMINO	63
3.5.	CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE	31	7.6.	MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	63
4.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	36	7.7.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	66
4.1.	CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	36	8.	ETUDE DETAILLE DES RISQUES.....	67
4.1.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	36	8.1.	RAPPEL DES DEFINITIONS.....	67
4.1.2.	Activités de l'installation.....	38	8.1.1.	Cinétique.....	67
4.1.3.	Composition de l'installation	38	8.1.2.	Intensité.....	67
4.2.	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	41	8.1.3.	Gravité	68
4.2.1.	Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....	41	8.1.4.	Probabilité	68
4.2.2.	Sécurité de l'installation.....	46	8.1.5.	Niveau du risque	69
4.3.	FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION	47	8.2.	CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	69
4.3.1.	Raccordement électrique	47	8.2.1.	Effondrement de l'éolienne.....	70
4.4.	ORGANISATION DE LA SECURITE SUR SITE	48	8.2.2.	Chute de glace	71
5.	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	49	8.2.3.	Chute d'éléments de l'éolienne.....	72
5.1.	POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	49	8.2.4.	Projection de pales ou de fragments de pales	73
5.2.	CLASSIFICATION DES SUBSTANCES DANGEREUSES	49	8.2.5.	Projection de glace	75
5.2.1.	Produits mis en œuvre sur le site	49	8.3.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	76
5.2.2.	Analyse des potentiels de dangers présentés par les incompatibilités entre les produits mis en jeu et entre les produits et les matériaux.....	50	8.3.1.	Tableau de synthèse des scénarios étudiés	76
5.2.3.	Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation	50	8.3.1.	Tableau de synthèse des scénarios étudiés	76
5.3.	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	51	8.3.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	76
			8.3.3.	Cartographie des risques	77
			9.	CONCLUSION	81

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

Liste des tableaux

TABLEAU 4 : LISTE DES REGIMES APPLICABLES AUX INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE UTILISANT L'ENERGIE MECANIQUE DU VENT	10
TABLEAU 5 : LISTE DES ARRETES DE CATASTROPHE NATURELLE SUR NOMECOURT.....	22
TABLEAU 6 : SEISME RESSENTI SUR LES COMMUNES D'IMPLANTATION DU PARC EOLIEN PROJETE.....	23
TABLEAU 7 : LISTE DES VOIES ROUTIERES DE CIRCULATION ET TRAFIC ASSOCIE DANS L'AIRES RAPPROCHEE.....	26
TABLEAU 8 : DISTANCES D'EFFETS POUR PLUSIEURS SCENARIOS ACCIDENTELS SUSCEPTIBLES DE SURVENIR SUR DES CITERNES FERROVIAIRES DE TMD	29
TABLEAU 9 : DISTANCES DES AEROGENERATEURS VIS-A-VIS DES RADARS METEOROLOGIQUES.....	30
TABLEAU 10 : DISTANCES DES AEROGENERATEURS VIS-A-VIS DES RADARS DE L'AVIATION CIVILE	31
TABLEAU 11 : RECAPITULATIF DES SURFACES SOUS INFLUENCE DES EFFETS POTENTIELS DES PHENOMENES DANGEREUX DANS UN RAYON DE 500 M AUTOUR DES AEROGENERATEURS.....	32
TABLEAU 12 : NOMBRE DE PERSONNES POTENTIELLEMENT IMPACTEES DANS UN RAYON DE 500M AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE.....	32
TABLEAU 13: CLASSES DE VENT DES EOLIENNES.....	37
TABLEAU 14 : SURFACES D'EMPRISE AU SOL DES EQUIPEMENTS DU PROJET EOLIEN DE PAVELOTTE	38
TABLEAU 15 : COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES INSTALLATIONS	39
TABLEAU 16: DISTANCE ENTRE LES EOLIENNES DU PARC DE PAVELOTTE	41
TABLEAU 17 : CARACTERISTIQUES DU MODELE D'EOLIENNES PROJETEES SUR LE FUTUR PARC DE PAVELOTTE	41
TABLEAU 18 : CARACTERISTIQUES TYPES DU GABARIT D'EOLIENNES PROJETEES SUR LE PARC DE NOMECOURT	42
TABLEAU 19: DOMAINE DE FONCTIONNEMENT DES EOLIENNES ENVISAGEES POUR LE PARC EOLIEN.....	42
TABLEAU 20: TENSIONS DANS LES DIFFERENTS EQUIPEMENTS DE L'AEROGENERATEUR	45
TABLEAU 21 : CARACTERISTIQUES DES PRODUITS CHIMIQUES PRESENTS.....	49
TABLEAU 22 : SYNTHESE DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX EQUIPEMENTS.....	51
TABLEAU 23: ACCIDENTOLOGIE EXTERNE.....	54
TABLEAU 24 : STATISTIQUES DES ACCIDENTS EOLIENS (CWIF) (DONNEES AU 30/09/2018).....	55
TABLEAU 25 : STATISTIQUES DES ACCIDENTS EOLIENS ENTRAINANT UNE PERTE HUMAINE (AU 30/09/2018)	57
TABLEAU 26: PRINCIPAUX MOYENS DE PROTECTION ET DE PREVENTION ADOPTES POUR REDUIRE LES ACCIDENTS.....	58
TABLEAU 27 : DISTANCE DES INSTALLATIONS AUX AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES	60
TABLEAU 28 : INTENSITE DES AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS A LAQUELLE LES AEROGENERATEURS SERONT SOUMIS	60
TABLEAU 29 : RESULTATS DE L'APR GENERIQUE POUVANT ETRE CONSIDEREES COMME REPRESENTATIF DES SCENARIOS D'ACCIDENT POUVANT POTENTIELLEMENT SE PRODUIRE SUR LES EOLIENNES.....	61
TABLEAU 30 : LISTE DES CATEGORIES DE SCENARIOS EXCLUS DANS LE CADRE DE L'APR	66
TABLEAU 31 : CLASSES D'INTENSITE	68
TABLEAU 32 : CLASSES DES SEUILS DE GRAVITE	68
TABLEAU 33 : CLASSES DE PROBABILITE.....	68
TABLEAU 34 : NIVEAU DE RISQUE ET GRILLE DE CRITICITE	69
TABLEAU 35 : SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES.....	76
TABLEAU 36 : SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES ET ACCEPTABILITE DES RISQUES ASSOCIES.....	76

Liste des figures

FIGURE 6 : ETAPES DE L'ETUDE DE DANGER ET OBJECTIFS	8
FIGURE 7 : LOCALISATION DU PARC EOLIEN DANS SON CONTEXTE GEOGRAPHIQUE NATIONAL, REGIONAL ET LOCAL	12
FIGURE 8 : LOCALISATION DU PARC EOLIEN SUR UN EXTRAIT DE PLAN TOPOGRAPHIQUE AVEC LE RAYON D'AFFICHAGE D'ENQUETE PUBLIQUE	13
FIGURE 9 : CARTE DE LOCALISATION DES HABITATIONS	16
FIGURE 10 : CARTE DE REPERAGE DES PARCS EOLIENS EXISTANTS.....	17
FIGURE 11 : CONTEXTE AGRICOLE DU PARC EOLIEN.....	19
FIGURE 12 : FORMATIONS VEGETALES FORESTIERES AU SEIN DE L'AIRES D'ETUDE IMMEDIATE.....	19
FIGURE 13 : JOURS DE GEL A LA STATION DE SAINT-DIZIER.....	21
FIGURE 14 : DISTRIBUTION DU NOMBRE DE JOURS DE GLACE EN EUROPE	21
FIGURE 15 : NORMALES DE ROSE DE VENT 1991 A 2010 SUR LA STATION DE SAINT-DIZIER.....	21
FIGURE 16 : JOURS DE NEIGE A LA STATION DE SAINT-DIZIER	22
FIGURE 17 : ZONAGE SISMIQUE DE LA FRANCE ET DE LA ZONE D'ETUDE	23
FIGURE 18 : NIVEAU KERAUNIQUE EN FRANCE	24
FIGURE 19 : LOCALISATION DES VOIES DE COMMUNICATION AU SEIN DU PARC EOLIEN	27
FIGURE 20 : CARTE DES SERVITUDES AERONAUTIQUES	29
FIGURE 21 : LOCALISATION DES ENJEUX A PROTEGER DANS LA ZONE D'ETUDE DE 500 M AUTOUR DE L'EOLIENNE E1.....	33
FIGURE 22 : LOCALISATION DES ENJEUX A PROTEGER DANS LA ZONE D'ETUDE DE 500 M AUTOUR DE L'EOLIENNE E2	34
FIGURE 23 : LOCALISATION DES ENJEUX A PROTEGER DANS LA ZONE D'ETUDE DE 500 M AUTOUR DE L'EOLIENNE E3	35
FIGURE 24: SCHEMA DESCRIPTIF D'UN PARC EOLIEN TERRESTRE (RAPPORTS D'ECHELLE NON REPRESENTATIFS)	36
FIGURE 25 : SCHEMA SIMPLIFIE D'UN AEROGENERATEUR	37
FIGURE 26 : ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE	38
FIGURE 27 : PLAN DE DETAIL DU PARC EOLIEN DE PAVELOTTE	40
FIGURE 28: VUE GENERALE D'UNE FONDATION POUR EOLIENNE VESTAS	42
FIGURE 29: VUE GENERALE D'UNE NACELLE VESTAS	43
FIGURE 30: COUPE TYPE DE TRANCHEE POUR LE RACCORDEMENT ELECTRIQUE	44
FIGURE 31: RACCORDEMENT ELECTRIQUE DES INSTALLATIONS	47
FIGURE 32 : GRILLE DE COMPATIBILITE DES PRODUITS DANGEREUX.....	50
FIGURE 33 : REPARTITION DES EVENEMENTS ACCIDENTELS ET DE LEURS CAUSES PREMIERES SUR LE PARC D'AEROGENERATEUR FRANÇAIS ENTRE 2000 ET 2010.....	55
FIGURE 34 : REPARTITION DES EVENEMENTS ACCIDENTELS DANS LE MONDE	56
FIGURE 35 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'EFFONDREMENT	56
FIGURE 36 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES DE RUPTURE DE PALE.....	56
FIGURE 37 : REPARTITION DES CAUSES PREMIERES D'INCENDIE	56
FIGURE 38 : EVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS ANNUELS EN FRANCE ET NOMBRE D'EOLIENNES INSTALLEES ENTRE 2000 ET 2011	57
FIGURE 39 : SCHEMA DES EOLIENNES DU PROJET DE PAVELOTTE	69
FIGURE 40 : CARTE DE SYNTHESE DES RISQUES (AEROGENERATEUR E1).....	78
FIGURE 41 : CARTE DE SYNTHESE DES RISQUES (AEROGENERATEUR E2).....	79
FIGURE 42 : CARTE DE SYNTHESE DES RISQUES (AEROGENERATEUR E3).....	80

Liste des annexes

ANNEXE 1 : ACCIDENTOLOGIE « EOLIENNE », « AEROGENERATEUR ».....	83
ANNEXE 2 : DETAILS DES CALCULS DE NOMBRE DE PERSONNES IMPACTEES POUR LES 5 ACCIDENTS.....	90

ACRONYMES - GLOSSAIRE

ACRONYMES

AEP	Alimentation en Eau Potable
APR :	Analyse Préliminaire des Risques
AZI :	Atlas des Zones Inondables
BASIAS :	Base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service
BASOL :	Base de données des « sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif »
N° CAS :	Chemical Abstracts Service
BRGM	Bureau de Recherches géologiques et Minières
DDAE :	Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale
DDRM :	Dossier Départemental Des Risques Majeurs
DDT :	Direction Départementale des Territoires
DGPR :	Direction Générale de la Prévention des Risques
DRAC :	Direction Régionale Des Affaires Culturelles
DREAL :	Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
EDD :	Etude de dangers
ERP :	Etablissement Recevant du Public
FEE :	France Energie Eolienne
ICPE :	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INB :	Installation Nucléaire de Base
INERIS :	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INSEE :	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
LEL :	Lower explosive limit (limite inférieure d'explosivité – LIE)
ONF :	Office National des Forêts
PCIG :	Probabilité d'occurrence, Cinétique, Intensité des effets et Gravité des conséquences des accidents potentiels.
PPRN :	Plan de Prévention des Risques Naturels
SER :	Syndicat des Energies Renouvelables
TMD :	Transport de Matières Dangereuses
UEL :	Upper explosive limit (limite supérieure d'explosivité - LSE)
ZIP :	Zone d'Implantation Potentielle

GLOSSAIRE :

Les définitions ci-dessous sont reprises de 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. 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 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). 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.

N° CAS : numéro d'enregistrement unique d'un produit chimique auprès de la banque de données de Chemical Abstracts Service (CAS).

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 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, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivants ou matériels, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages ».

Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger ») : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

Prévention : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

Protection : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

Probabilité d'occurrence : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri.
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [selon le guide référencé FD ISO/CEI Guide 73, relatif au Management du Risque et au vocabulaire associé]. 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.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011, modifié le 06 novembre 2014, 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.

1. Préambule de l'étude de dangers

1.1. Objectifs de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par EOLE DE PAVELOTTE pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du futur parc éolien de Pavelotte, 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 futur parc éolien de Pavelotte compte-tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés aux articles L.211.1 et L.511.1 du code de l'environnement.

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 futur parc éolien de Pavelotte, 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.

Elle porte sur l'ensemble des phénomènes dangereux susceptibles de se produire, dès lors qu'ils sont physiquement possibles. Les phénomènes même de probabilité très faible sont étudiés.

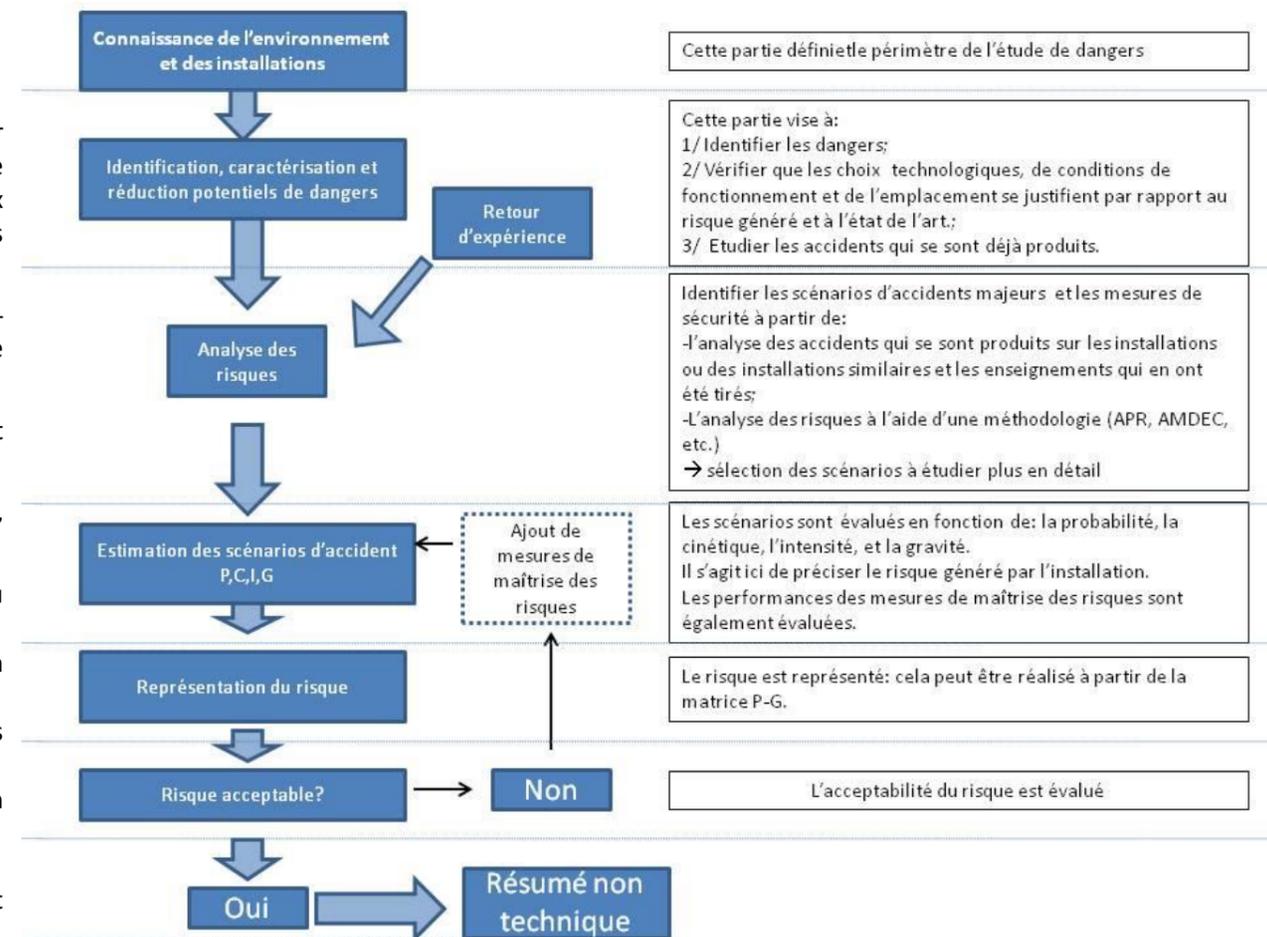


Figure 1 : Etapes de l'étude de danger et objectifs

Le présent dossier est établi au vu des méthodes et connaissances techniques et réglementaires connues à sa date d'émission.

Les guides suivants ont été utilisés :

- guide méthodologique du MEDDTL¹ (ex MEEDAT) du 28 décembre 2006 « Principes généraux pour l'élaboration et la lecture des études des dangers" du 28 décembre 2006 » ;
- guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012).

¹ Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

1.2. Contexte législatif et réglementaire

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans l'article L. 181-25 du Titre VIII et dans l'article D.181-15-2.III du Code de l'environnement.

L'arrêté du 29 septembre 2005 (arrêté P.C.I.G².) modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 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 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, EOLE DE PAVELOTTE s'intéressera **prioritairement** aux dommages sur les personnes. Cependant, dans le cas où des enjeux majeurs soient identifiés dans les limites des zones d'étude définies dans le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012), une analyse des dommages sur les infrastructures sera réalisée.

Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement (notamment le paysage), 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. **A noter que les activités soumises à autorisation qui seront réalisées sur le parc éolien ne sont pas listées à l'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 modifié.**

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. Ainsi, cette étude sera donc organisée suivant les chapitres suivants :

- description de l'environnement et du voisinage, qui met en lumière les sources d'agressions externes et les cibles en cas d'accident majeur ;
- description des installations et de leur fonctionnement, qui présente les activités et les installations envisagées sur le site ;
- identification et caractérisation des potentiels de danger présents sur le site ;
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- réduction des potentiels de danger, avec l'identification des moyens mis en place dans cet objectif ;
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs survenus dans le même secteur d'activité) ;
- l'évaluation des risques, composée :
 - de l'analyse préliminaire des risques (APR),
 - de l'étude détaillée de réduction des risques (EDR),
- représentation cartographique ;
- résumé non technique de l'étude des dangers (pièce indépendante du dossier de demande d'autorisation environnemental).

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.

Enfin, d'autres textes législatifs et réglementaires, concernant les installations classées soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers, notamment en ce qui concerne les objectifs et la méthodologie à mettre en œuvre :

- Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 modifiée par ordonnance n°2010-418 du 17 avril 2010 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
- Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées.

L'étude de dangers s'intéresse aux risques générés par les aérogénérateurs lorsqu'ils sont en phase d'exploitation mais également aux risques générés par les opérations en phase de construction du parc et en phase de remise en état après démantèlement notamment dans le cas où des enjeux majeurs soient identifiés dans les limites des zones d'étude définies dans le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012).

² probabilité d'occurrence, cinétique, intensité des effets et gravité des conséquences des accidents potentiels

Le lecteur peut se reporter à l'ensemble des plans fournis :

- dans l'Etude d'impact du dossier de demande d'autorisation environnemental (Pièce III) ;
- dans la Notice descriptive du dossier de demande d'autorisation environnemental (Pièce II) ;
- dans la partie Plans réglementaires du dossier de demande d'autorisation environnemental (Pièce VI).

1.3. Nomenclature des Installations Classées

En application de la loi Grenelle 2 et conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (parcs éoliens) sont soumises à la rubrique 2980 de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Deux régimes sont définis pour ces machines :

Tableau 1 : Liste des régimes applicables aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent

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

Le parc éolien de Pavelotte sera composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison électrique, localisé sur la commune de Nomécourt, dans le département de la Haute-Marne (52), en région Grand-Est. Chacun de ces 3 aérogénérateurs a une hauteur de mât supérieure ou égale à 50 m. Cette installation est donc soumise à **autorisation** (A) sous la rubrique 2980 au titre des ICPE.

De ce fait, le porteur de projet doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation environnementale conformément à l'article L. 512-1 du code de l'environnement et aux articles D.181-15-1 et D.181-15-2 pris pour application de l'article L 511-1 et suivants du code de l'environnement relatifs aux ICPE qui introduit l'obligation de réaliser ce type d'étude pour toute installation soumise à ce régime réglementaire.

Le rayon d'affichage associé à l'enquête publique est de 6 km (distance fixée dans la nomenclature des ICPE pour la rubrique dont l'installation relève) par rapport au centre de chaque aérogénérateur du parc éolien.

2. Informations générales concernant l'installation

2.1. Renseignements administratifs

Le projet est porté par la société EOLE DE PAVELOTTE.

Nom de l'exploitant : EOLE DE PAVELOTTE

Forme juridique : Société à responsabilité limitée (SARL)

Adresse du siège social : 42 rue de Champagne
51240 Vitry-la-Ville

N° d'inscription au registre du commerce : RCS Châlons-en-Champagne 797 506 797

N° SIRET : 797 506 797 00019

Code N.A.F : 3511Z Production d'électricité

Capital social : 1000 €

Nom et qualité du signataire de la demande : BOBAN Eric
Gérant non associé
Tél : 03 26 67 74 35
eric.boban@calyce-developpement.fr

Personne en charge du suivi du dossier : LECLERCQ Valentin
07 51 67 32 90
valentin@ttrenergy.com

Le présent dossier de demande d'autorisation environnemental a été rédigé par :

MALMASSON Franck
 Superviseur
 ICF ENVIRONNEMENT
 Parc Napollon
 Bâtiment C
 400, avenue du Passe-Temps
 13676 Aubagne Cedex
 Tél : 04.42.08 70 80
 Mail : franck.malmasson@icfenvironnement.com

2.2. Localisation du site

Le site d'implantation potentielle du parc éolien est localisé en région Grand-Est, dans le département de la Haute-Marne, sur la commune de Nomécourt. Les renseignements suivants présentent la localisation de l'installation ainsi que les coordonnées des éoliennes et les parcelles concernées.

La Zone d'Implantation Potentielle est limitée :

- Au Nord, à l'Est et à l'Ouest par des champs et quelques zones boisées,
- Au Sud, par la route départementale RD60.

Les installations se situent à environ 1,3 km au nord-est du centre du village.

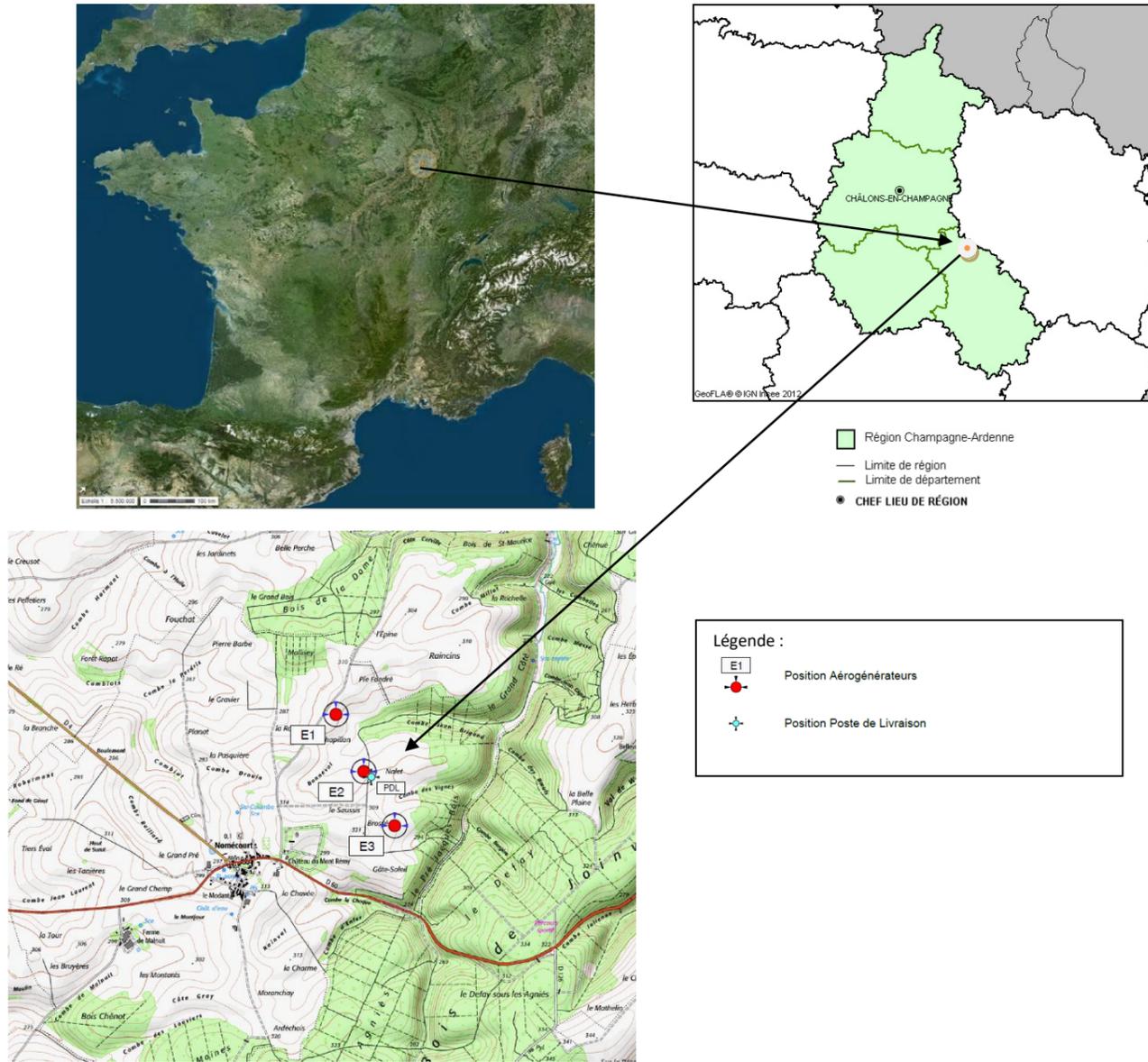
La Figure 2 localise le site dans son contexte géographique national, régional et local.

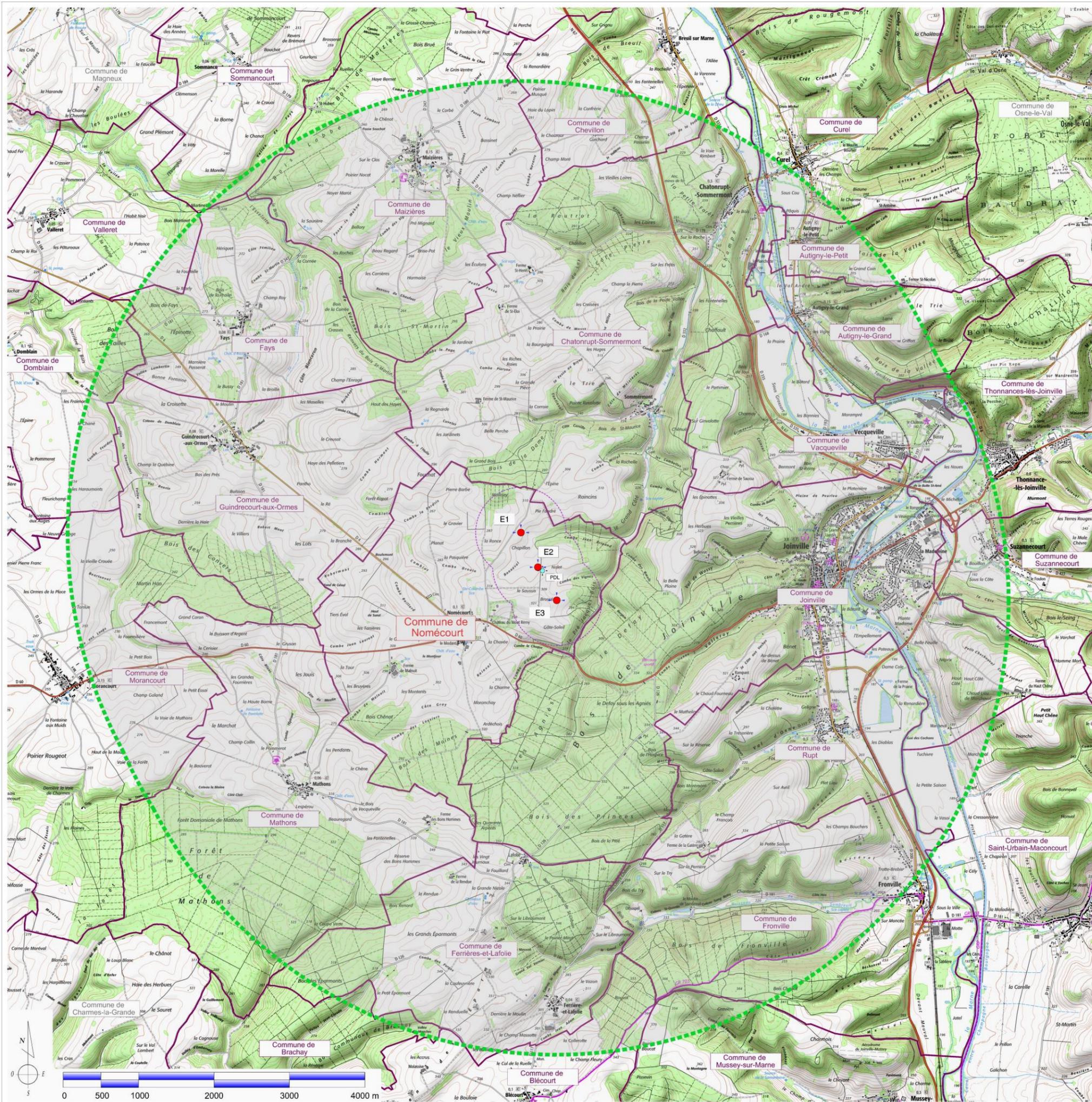
La Figure 3 localise le projet sur un extrait de plan topographique avec le rayon d'enquête publique. Cette carte de situation fait apparaître notamment :

- l'emprise des 3 éoliennes ;
- l'emprise du poste de livraison ;
- la zone d'étude (500 m).

La zone d'implantation potentielle (ZIP) est située à plus de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 (conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié le 06 novembre 2014, 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).

EOLE DE PAVELOTTE
 Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
 Commune de Nomécourt (52)
 Pièce IV : Etude de Dangers





LEGENDE :

-  Rayon d'affichage réglementaire de 6 km
Autour des installations
-  Rayon généralisé de 600 m
Autour des Aérogénérateurs
-  Limites de Communes
-  E1
Position Aérogénérateurs
-  Position Poste de Livraison
-  Commune de Nomecourt
Communes d'implantation du projet
-  Commune de Matières
Communes limitrophes du parc

Plan réalisé en RGF CC48

PROJET EOLIEN DE PAVELOTTE

Commune de NOMECOURT

Maitre d'Ouvrage

EOLIE DE PAVELOTTE
42 rue de Champagne
51240 VITRY-LA-VILLE



SITUATION	P.Rglt.
	02
Echelle : 1/25 000°	Première diffusion : NOVEMBRE 2018

Indice	Commentaires	Date	Signature	Vérifié

BUREAU D'ETUDES

ASTECA SAS
Zone Europe Octavien - Bâtiment 1B
35 Rue Haroun TAZIEFF
54320 MANDEVILLE
Tel : 03 83 04 04 69 - Fax : 03 83 28 91 45



2018 57 - DAE - 14 02 2019.dwg

2.3. Définition de l'aire d'étude

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

Le périmètre couvert par cette étude de dangers est représenté par les zones associées aux installations et équipements cités ci-avant ainsi « qu'aux installations et aux équipements qui, par leur proximité ou leur connexité avec l'installation soumise à autorisation, sont de nature à en modifier les dangers ou inconvénients ». Il est donc spécifique à chacun des dangers abordés et des cibles sous influence d'un accident potentiel sur une des éoliennes installées.

Il est proposé que la zone sur laquelle porte l'étude de danger pour le projet éolien de Pavelotte corresponde à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise des aérogénérateurs (d'après le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012).

Notons que dans l'étude d'impact du dossier de demande d'autorisation environnemental, des aires d'étude différentes ont été utilisées, comme l'aire d'étude immédiate, qui représente la Zone d'Implantation Potentielle (ZIP) des éoliennes. Cette aire d'étude pourra être mentionnée dans cette étude de danger mais la zone sur laquelle porte l'étude de danger est uniquement l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise des aérogénérateurs.

3. Description de l'environnement de l'installation

L'objectif de ce chapitre est de décrire synthétiquement l'environnement dans la zone d'étude de l'installation, afin d'identifier :

- les principaux intérêts à protéger son voisinage (enjeux) ;
- les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels) représentés par les sources extérieures de dangers, liées à l'activité humaine ou d'origine naturelle.

Les différents enjeux et agresseurs potentiels seront identifiés à partir des descriptions suivantes :

- environnement humain ;
- environnement naturel ;
- environnement matériel.

Le lecteur pourra aussi se reporter :

- au document de description du site, la Notice descriptive du dossier de demande d'autorisation environnemental disponible en Pièce II ;
- au plan des abords joint dans la partie « Plans Réglementaires » du dossier de demande d'autorisation environnemental disponible en Pièce VI ;
- à l'Etude d'Impact du dossier de demande d'autorisation environnemental, du dossier de demande d'autorisation environnemental, disponible en Pièce III.

- Mussey-sur-Marne (Sud) ;
- Ferrière-et-Lafolie (Sud) ;
- Blécourt (Sud) ;
- Brachay (Sud) ;
- Mathons (Sud-ouest) ;
- Morancourt (Sud-est) ;
- Domblain (Ouest) ;
- Guindrecourt-aux-Ormes (Ouest) ;
- Fays (Nord-ouest) ;
- Valleret (Nord-ouest) ;
- Sommancourt (Nord-ouest).

La commune de Nomécourt compte, en 2015, 109 habitants total sur un territoire de 32,54 km². La densité de population sur la commune est de l'ordre de 10,1 hab/km², inférieure à la densité départementale (environ 28,8 hab/km²) - Source : Insee, état civil en géographie au 01/01/2018.

A proximité de la zone de projet, on notera la présence d'habitations regroupés au sein du bourg de Nomécourt, Guindrecourt-aux-Ormes, Mathons, Ferrière-et-Lafolie, Chantonrupt-Sommermont et de façon plus importante Joinville.

L'habitation la plus proche est celle présente au sud-ouest de l'éolienne E3 au niveau du lieu-dit « Château de Mont Rémy » sur la commune de Nomécourt, à environ 802 m. La carte ci-après localise les habitations les plus proches du parc.

3.1. Environnement humain

3.1.1. Zones urbanisées

Les communes concernées totalement ou partiellement par le rayon d'affichage de six kilomètres sont au nombre de 24 :

- Nomécourt (commune d'implantation) ;
- Chantonrupt-Sommermont (Nord)
- Chevillon (Nord) ;
- Maizières (Nord) ;
- Curel (Nord-est) ;
- Autigny-le-Petit (Nord-est) ;
- Autigny-le-Grand (Nord-est) ;
- Vecqueville (Nord-est) ;
- Thonnances-lès-Joinville (Nord-est) ;
- Joinville (Est) ;
- Suzannecourt (Est) ;
- Rupt (Sud-est) ;
- Saint-Urbain-Maconcourt (Sud-est) ;
- Fronville (Sud-est) ;

EOLE DE PAVELOTTE SARL

Projet éolien de Pavelotte (52)

Distance aux habitations les plus proches

Légende :

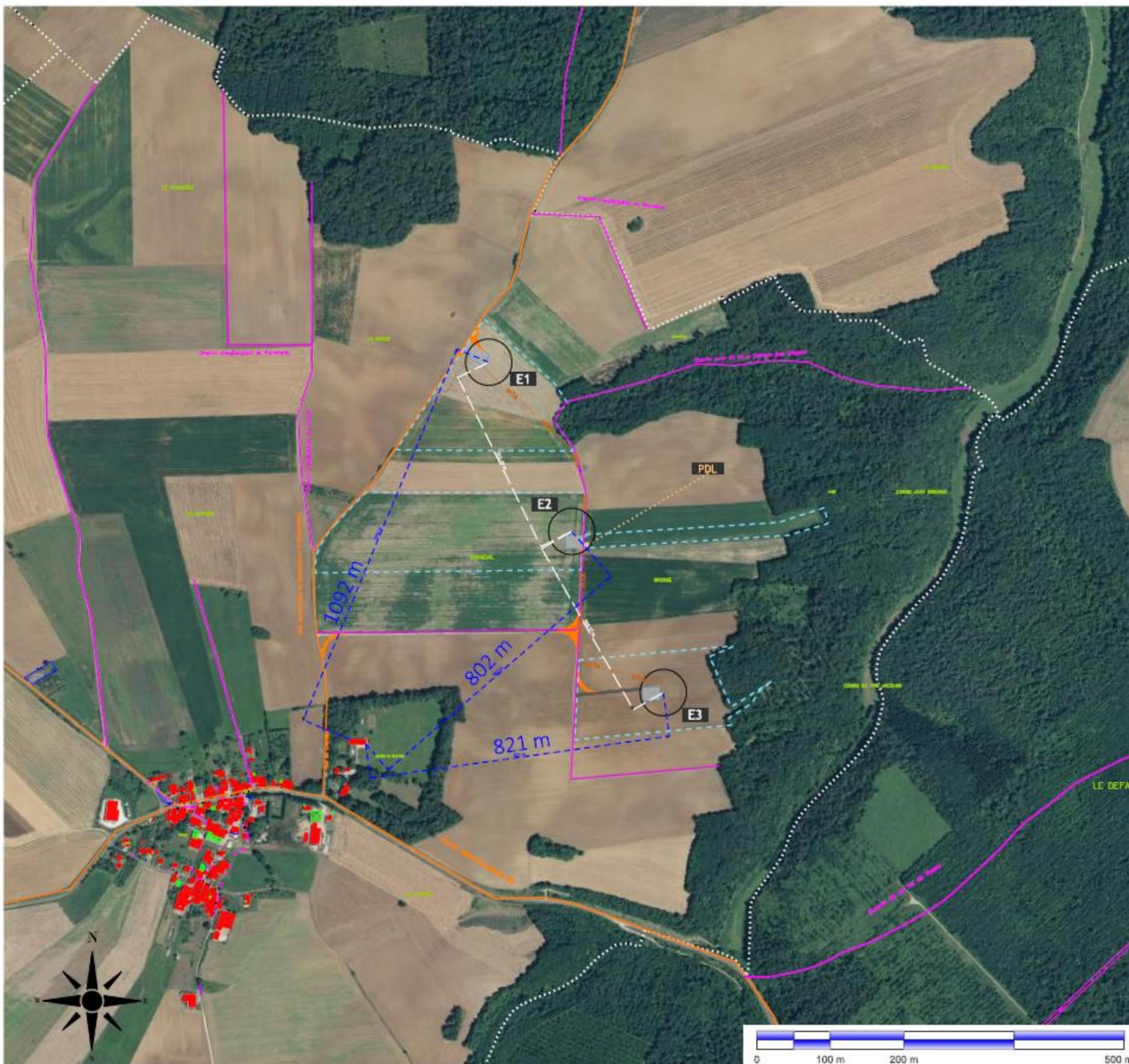
- Limite de propriété
- Limite communale
- Plateforme
- Poste de livraison
- Bâtiments durs (habitations, commerces)
- Bâtiments légers (hangars, garages)
- 504 m Distance entre éoliennes
- 802 m Distance aux voies de communications
- Eolienne et emprise du rotor

Echelle : 1 / 5 000

Format : A3

Date : Décembre 2018

Réf. projet : CARP180295



3.1.2. Etablissements recevant du public (ERP)

Les établissements recevant du public coïncident avec les bâtiments d'enseignement, de service public, de soins religieux, grands centres commerciaux etc.

D'après l'étude d'impact, disponible en Pièce III du dossier d'autorisation environnementale, au niveau de Nomécourt et des communes limitrophes, 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.

L'ERP le plus proche est la Salle de convivialité du château de Mont Rémy, à 820 m à l'Ouest de l'éolienne E. D'autres sont présents au niveau du centre-bourg de Nomécourt à 1,2 km au Sud-ouest de cette même éolienne (église, mairie).

Il n'existe donc pas d'ERP dans la zone d'étude de 500 m des éoliennes.

3.1.3. Etablissements sensibles

Les établissements sensibles sont les crèches, les écoles (maternelles, élémentaires, élémentaires), les collèges et les lycées ainsi que les établissements hébergeant des enfants handicapés, les établissements de soins et les maisons de retraite.

Il n'existe aucun établissement sensible sur la commune d'implantation et dans la zone d'étude de 500 m des éoliennes.

3.1.4. Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et Installations Nucléaires de base (INB)

3.1.4.1. ICPE

D'après la base de données de l'inspection des installations classées, il n'existe pas d'installation industrielle classée au titre des ICPE dans la zone d'étude immédiate. L'installation la plus proche est l'ICPE FRANZ KAMINSKI FRANCE SARL (ex SWFT), soumise à Autorisation pour ses activités de traitement thermique de déchets dangereux ou contenant des substances dangereuses, localisée à environ 4 km à l'est de la limite de l'aire d'étude immédiate.

D'après les informations recueillies sur le Dossier Départemental des Risques Majeurs de Haute-Marne, la commune de Nomécourt n'est concernée par aucun risque industriel majeur et donc par aucun Plan de Prévention du Risque technologique (PPRt) approuvé ou en cours d'élaboration et par aucun Plan Particulier d'Intervention (PPI).

D'après l'étude d'impact, disponible en Pièce II du DDAE, il n'existe pas de parc éolien dans un rayon de 500 m autour du projet Ci-après un état de l'éolien en Grand-est ciblé sur la zone d'étude (rayon 10 km – coupé au Nord du fait de l'absence de parc éolien). Les informations proviennent du site internet de la DREAL Champagne-Ardenne, via l'application Cart-geo-Ide.

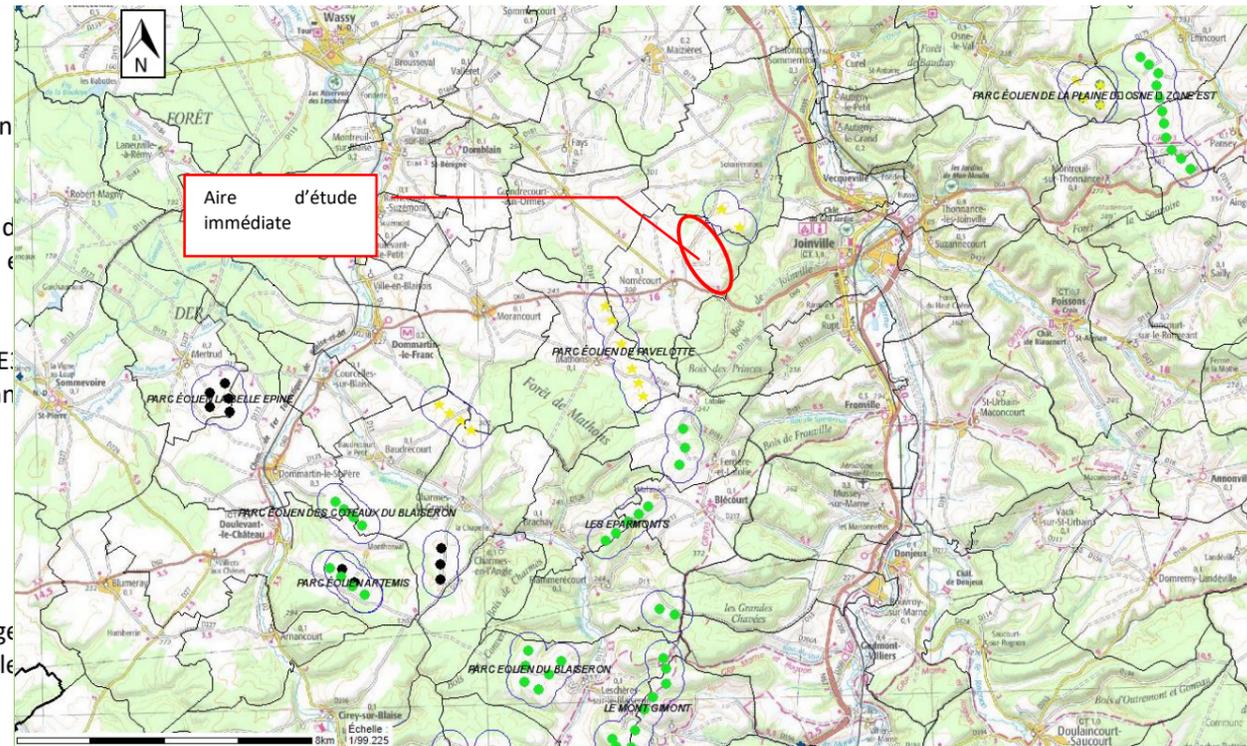


Figure 5 : Carte de repérage des parcs éoliens existants

[Source : <http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr> - <http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/cartographies-interactives-a15483.html>]



Le projet de parc éolien le plus proche, appelé Les Eparmons se situe à environ 3,5 kilomètres au Sud du projet éolien de Pavelotte.

3.1.4.2. Installations Nucléaires de Base (INB)

D'après le site <http://www.asn.fr/>, l'Installation Nucléaire de Base la plus proche du projet est située sur les communes de Soulaines-Dhuys, Epothémont et Ville-aux-Bois (centre de stockage de l'Aube (CSA) – INB n°149 de stockage en surface de déchets de faible et moyenne activité à vie courte), à environ 30 km à l'Ouest de la ZIP.

Il n'existe donc aucune INB dans les limites de la zone d'étude de 500m aux éoliennes.

Le risque nucléaire n'est pas retenu comme source potentielle de dangers pour le site.

3.1.5. Autres activités

3.1.5.1. Autres activités industrielles

La commune d'implantation du projet de parc éolien ne possède aucune zone industrielle.

La base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS) du BRGM recensant les sites potentiellement pollués par département (<http://basias.brgm.fr>) a été consulté. Aucun établissement industriel ou artisanal en activité n'est localisé dans les limites de la zone d'étude de 500 m. Les sites les plus proches sont localisés sur la commune de Joinville à environ 3,5 km à l'Est de la limite de l'aire d'étude immédiate.

Le site internet du MEDDE répertoriant dans sa base de données BASOL les sites et sols (potentiellement) pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif (<http://basol.environnement.gouv.fr>) a également été consulté. Aucun site de ce type n'est localisé dans les limites de la zone d'étude de 500 m. Les 2 sites BASOL les plus proches sont localisés à environ 5,2 km :

- sur la commune de Joinville à l'Est de la limite de l'aire d'étude immédiate ;
- sur la commune de Fronville au Sud-est de la limite de l'aire d'étude immédiate.

Nous pouvons donc considérer qu'il n'y a pas de site suffisamment proche du futur parc éolien susceptible, de par la nature de ses activités, de constituer un potentiel de danger pour le parc (c'est-à-dire pouvant impacter le site par effet de projection, rayonnement thermique ou propagation d'incendie – effets domino).

3.1.5.2. Zone d'activités

Le site Internet <http://www.zones-activites.net> ne recense aucune zone commerciale, zone d'activité intercommunale et parc d'activité d'intérêt départemental (PAID) sur la commune de Nomécourt et dans un rayon de 500 m autour de chaque aérogénérateur. La zone industrielle et commerciale la plus proche est la zone industrielle du Rongean sur la commune de Joinville (52), localisée à environ 4 km au Nord-est de la ZIP.

3.1.5.3. Zone de loisirs

Il n'existe aucune zone de loisirs dans la limite de la zone d'étude de 500 m.

Il n'existe aucune infrastructure touristique dans l'environnement proche du projet.

Il n'existe pas de véritable boucle de randonnée (pédestre ou VTT) à proximité du site. Notons la présence de chemins ruraux et forestiers qui peuvent potentiellement être empruntés par des promeneurs.

Il existe la Voie Verte du canal "Entre Champagne et Bourgogne" V53 qui longe la Marne à l'est de la zone d'étude, au plus proche à 4 km.

D'après le site <http://www.observatoire-chemins.org/>, la fréquentation des chemins de la Haute-Marne par des randonneurs, promeneurs, VTTiste et cavalier est estimée à environ 12,3 personnes pour 1 000 km de chemins.

D'après la méthode de comptage du guide INERIS, pour les chemins et voies piétonnes, on peut dénombrer 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs / jour en moyenne. **Au vu de la fréquentation moyenne des chemins de la Haute-Marne, on peut estimer une fréquentation journalière de 0,6 personne par jour en moyenne.**

Au vu de la localisation proche de ces chemins (dans la zone d'étude de 500 m des éoliennes), les promeneurs présents à proximité du futur parc seront considérés comme des cibles potentiellement exposées aux phénomènes dangereux associées aux installations techniques.

3.1.5.4. Zone agricole

Le futur parc éolien sera développé dans un contexte agricole et forestier.

La base de données géographiques CORINE Land Cover est produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement CORINE. Cet inventaire biophysique de l'occupation des terres fournit une information géographique de référence pour 38 états européens, dont la France. D'après cette base de données et le Registre Parcellaire Graphique (RPG), les parcelles de l'aire d'étude immédiate des futures installations du parc sont principalement occupées par des champs de maïs ensilage, blé tendre d'hiver, pois de printemps semé avant le 31/05 comme le montre la figure suivante.

Le contexte agricole est présenté en figure suivante.

EOLE DE PAVELOTTE
 Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
 Commune de Nomécourt (52)
 Pièce IV : Etude de Dangers

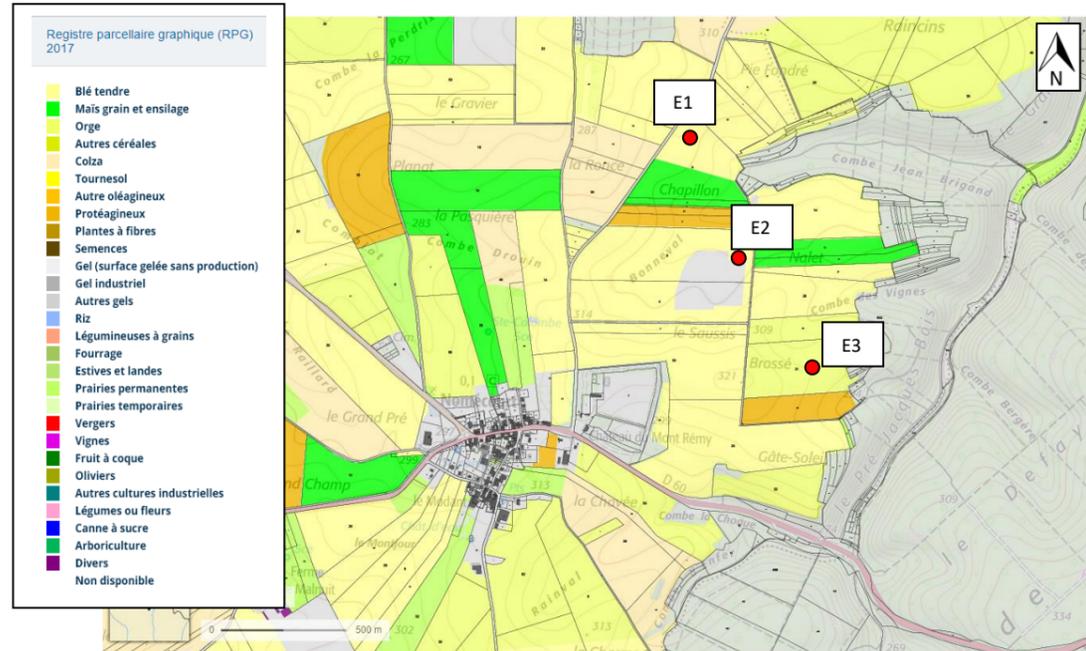


Figure 6 : Contexte agricole du parc éolien

[Source : Registre parcellaire graphique RPG 2017 - Géoportail]

Les éoliennes se situent en zones agricoles.

A noter que les agriculteurs potentiellement présents à proximité du futur parc seront considérés comme des cibles potentiellement exposées aux phénomènes dangereux associés aux installations techniques.

3.1.5.5. Zone forestière

D'après les données cartographiques de l'Institut national de l'information géographique et forestière, la zone est principalement composée de forêts fermées de chênes décidus purs ou à mélange de conifères prépondérantes et de feuillus. La carte ci-dessous illustre le contexte forestier.

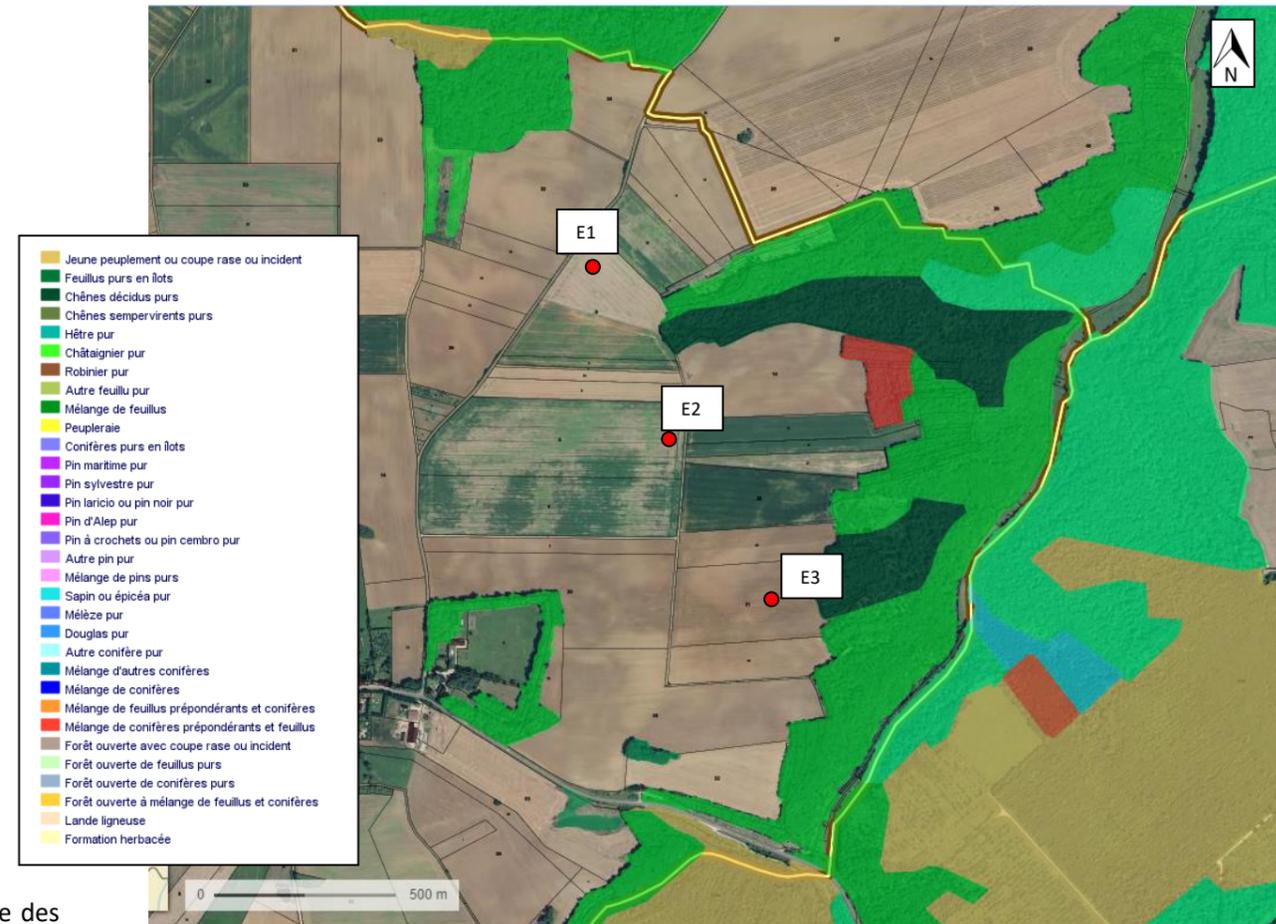


Figure 7 : Formations végétales forestières au sein de l'aire d'étude immédiate

[Source : CARTE FORESTIÈRE V2- Géoportail]

Aucune demande de défrichement ne sera nécessaire.

3.1.6. Les actes de malveillance

Le futur parc éolien pouvant être considéré comme sensible, il peut être envisagé, bien que ce soit peu plausible, qu'une action délibérée vise à provoquer un accident grave (déclenchement d'un incendie, sabotage des systèmes de sécurité, dégradation des appareils, ...). La malveillance (considérée comme événement externe susceptible de conduire à des accidents sur site) concerne à la fois les tiers mais aussi le personnel présent de façon permanente ou occasionnelle sur le site (employés, sous-traitants, ...). L'occurrence d'un acte de malveillance est difficilement quantifiable. Aussi, son traitement dans cette étude se limitera à l'évoquer lorsqu'elle peut être événement initiateur d'un accident et à rapporter les mesures de lutte. Cette démarche est validée par l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement.

Dans le cas du site, le risque de malveillance par intrusion de personnes étrangères au site n'est pas totalement maîtrisé du fait :

- de l'isolement du parc (zone éloignée de toute agglomération) ;
- de l'absence de gardiennage et de vidéosurveillance ;
- de la facilité d'accès vers les éoliennes.

Conformément à l'article 13 de l'arrêté ministériel du 26/08/2011 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, l'exploitant s'assurera que les personnes étrangères n'ont pas libre accès à l'intérieur des aérogénérateurs, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison. Les moyens mis en place pour maîtriser les accès seront les suivants :

- fermeture à clé des portes d'accès aux aérogénérateurs et au poste de livraison ;
- gestion contrôlée des clés d'accès aux éoliennes.

La probabilité d'occurrence de ces actes de malveillance réalisés par des personnes étrangères est considérée comme très faible.

Ce paramètre ne sera cependant pas pris en compte dans la suite de l'étude en application de l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation cité ci-avant.

La malveillance n'est pas retenue comme source de dangers pour le site.

3.1.7. Synthèse de l'analyse de l'environnement humain comme facteur d'agression

L'analyse de l'environnement humain du site :

- ne fait pas apparaître de sources d'agression potentielle industrielles pouvant impacter le site ;
- indique que le risque humain est uniquement associé à la présence de chemin ruraux qui ne sont cependant pas très fréquentés (0,6 personne par jour).

3.2. Environnement naturel

3.2.1. Contexte climatique

La Haute-Marne est soumise à un climat à dominante océanique alternée, avec des influences continentales sensibles, notamment en période hivernale. Ce climat se caractérise par des hivers longs et froids et des étés chauds et orageux. Le climat appartient dans son ensemble au type lorrain avec des hivers froids et longs et des étés chauds et courts.

Ces données générales sont modulées par les contraintes locales qui influencent ces caractéristiques en les modérant ou en les accentuant.

Les données climatologiques de température, précipitations et le nombre de jour de gel sont issues du rapport de l'Etude d'impact, disponible en Pièce III, dont la source est la station météorologique Météo-France de Saint-Dizier (référéncée 52448001 – 139 m - 48°37'48"N 4°54'12"E), à environ 20 km au Nord-ouest de l'aire d'implantation du projet de Pavelotte et représentative de la situation sur la commune d'implantation et de l'aire immédiate.

3.2.1.1. Température

Les renseignements relatifs à l'évolution mensuelle de la température dans la région, obtenus à partir d'observations effectuées sur la station météorologique de Saint-Dizier de 1981 à 2010 montrent que la moyenne des températures est de 11,2°C avec un minimum de 0,3 °C en janvier/février et un maximum atteignant 25,5°C en Juillet.

Le graphique suivant indique les statistiques concernant le gel à la station de Saint-Dizier (période : 1942-2017) :

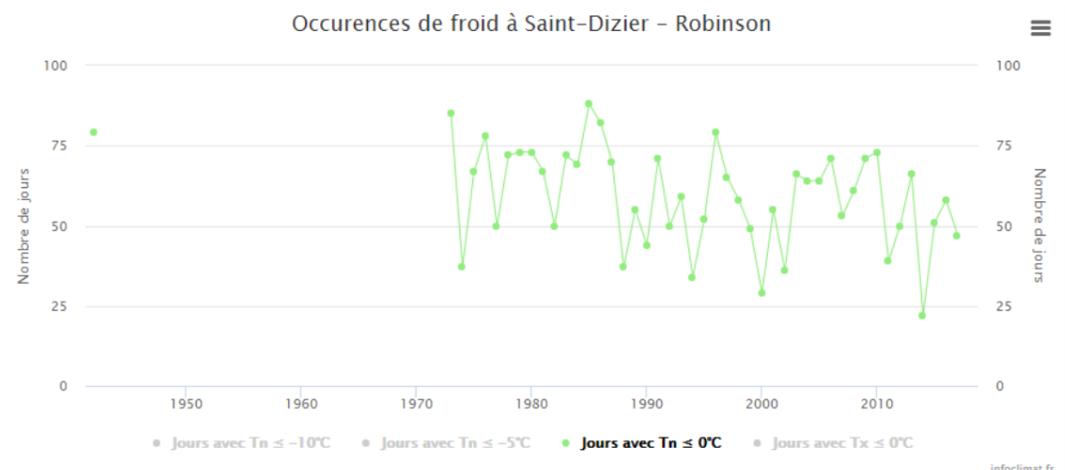


Figure 8 : Jours de gel à la station de de Saint-Dizier

[Source : Infoclimat]

On dénombre, sur la station de Saint-Dizier un record de 88 jours de gel durant l'année 1985. La moyenne du nombre de jours de gel est d'environ 58 jours.

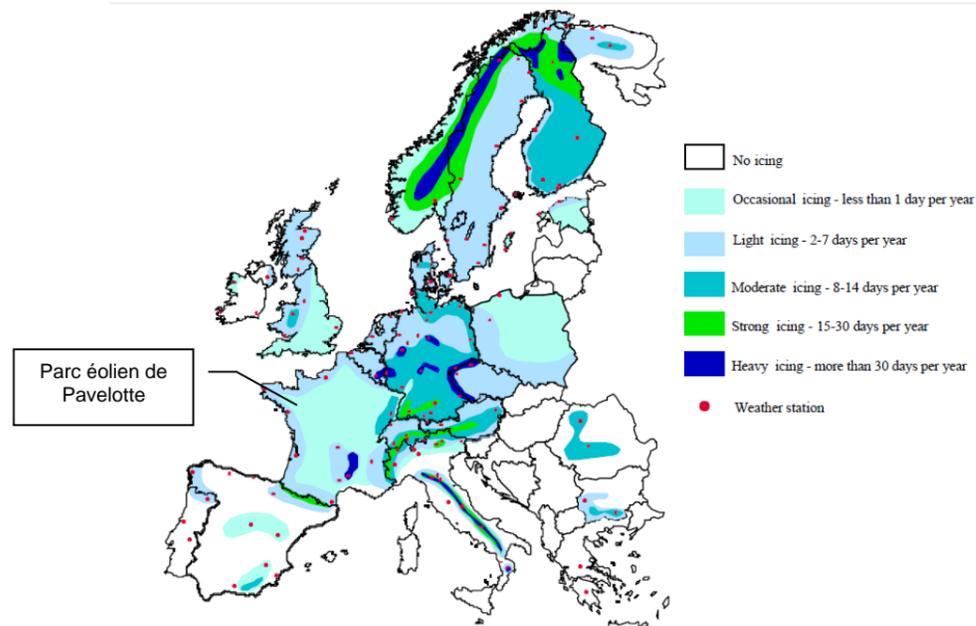


Figure 9 : Distribution du nombre de jours de glace en Europe

[Source : Wind Energy Production in Cold Climate (WECO), Finnish Meteorological Institute, JOR3-CT95-0014, Finlande, 1998]

D'après la carte ci-dessus, le nombre moyen de jour de glace par an est de moins de 1 sur la zone du projet éolien de Pavelotte.

Ce paramètre sera retenu dans la suite de l'étude car la présence de glace ou de givre sur les pales peut entraîner des projections constituant un risque (bien que limité) pour les promeneurs, les usagers du site et le personnel intervenant du parc éolien.

3.2.1.2. Précipitations

Les renseignements relatifs à l'évolution mensuelle des précipitations dans la région, obtenus à partir d'observations effectuées sur 30 ans (1981-2010) sur Saint-Dizier montrent :

- une hauteur de précipitations de 843,7 mm en moyenne ;
- un maximum annuel observé pour le mois de décembre avec 85,2 mm ;
- un minimum observé pour le mois d'avril avec 60,2 mm.

3.2.1.3. Vents

D'après les règles NV 65 qui ont pour objet de fixer les valeurs des surcharges climatiques (neige et vent) et de donner des méthodes d'évaluation des efforts correspondant sur l'ensemble d'une construction ou sur ses différentes parties et en référence au document technique unifié (DTU) 06-002 d'avril 2000, le département de la Haute-Marne est situé en zone 2 pour les vents (Vent 65 région). Cette classification évalue les risques liés aux rafales de vents et comporte 4 niveaux (1, 2, 3 et 4). Un niveau de 2 représente donc un risque faible.

Remarque : Dans les stations de mesures météorologiques Météo France, anémomètre et girouette sont placés au sommet d'un pylône de 10 mètres de hauteur. La vitesse du vent augmentant en général avec l'altitude, les vitesses fournies sont donc notablement inférieures à celles rencontrées au niveau de la nacelle d'une éolienne.

En Haute-Marne, il existe un vent sec généralement du Sud-Ouest ou de l'Est appelé Soulaire (ou Soulère), tout comme l'indique la rose des vents de la station de Saint-Dizier.

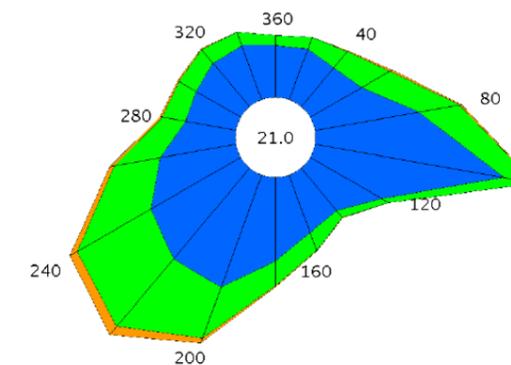


Figure 10 : Normales de rose de vent 1991 à 2010 sur la station de Saint-Dizier

[Source : Météo France]

Les données suivantes ont été observées sur la période 1991-2010 :

- Répartition des vents en fonction de leur vitesse :

Inférieur à 1,5 m/s :	21%
Compris entre 1,5 et 4,5 m/s :	55,6%
Compris entre 4,5 et 8 m/s :	21,8%
Supérieur à 8 m/s :	1,6 %

- Orientation dominante du vent : Est et Sud-Ouest

On peut considérer que les conditions climatiques liées au vent sont un atout du territoire.

3.2.1.4. Verglas - neige

Les températures négatives associées à des conditions d'hygrométrie particulières, peuvent conduire à la formation de givre et de glace sur les pales ou sur la nacelle. Un temps neigeux peut également être à l'origine d'accumulation de neige compactée sur les pales.

Il a été observé sur la station de Saint-Dizier entre 1981 et 2010 un nombre moyen de jours de gel ($T^{\circ} < 0^{\circ}\text{C}$) sur la période Octobre-Mai de 60,6 (14,1 jours en janvier, 13,3 jours en février, 8,9 jours en mars, 3,2 jours en avril, 0,1 jours en mai, 1,7 jours en octobre, 7,0 jours en novembre et 12,4 jours en décembre). La moyenne annuelle de jours de neige est de 9,3 jours/an (de Novembre à Avril).

Le graphique suivant indique les statistiques concernant la neige à la station de Saint-Dizier (période : 1942-2017) :

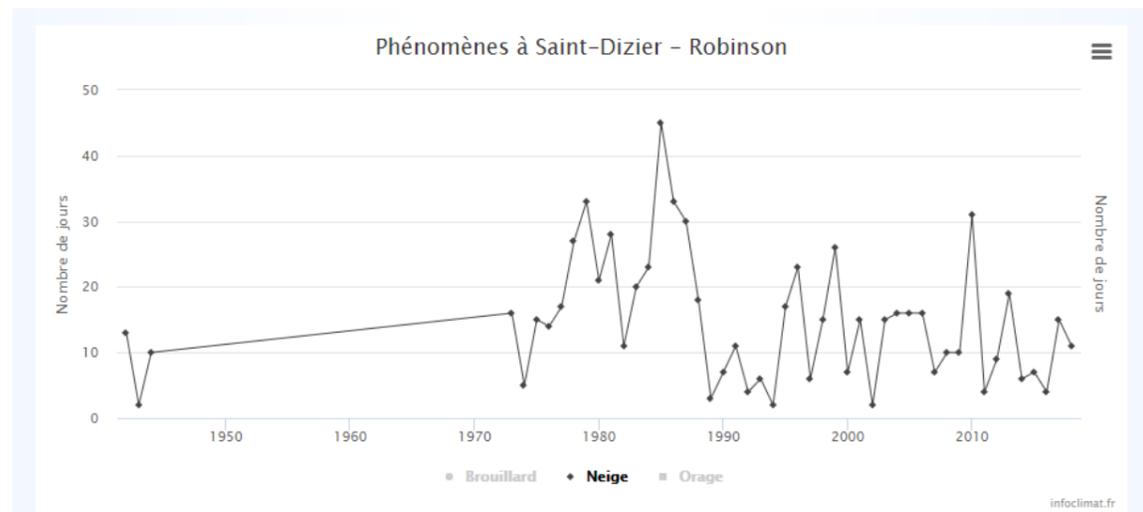


Figure 11 : Jours de neige à la station de Saint-Dizier

[Source : Infoclimat]

On dénombre, sur la station de Saint-Dizier un record de 45 jours de gel durant l'année 1985.

D'après les règles NV 65 qui ont pour objet de fixer les valeurs des surcharges climatiques (neige et vent) et de donner des méthodes d'évaluation des efforts correspondant sur l'ensemble d'une construction ou sur ses différentes parties et en référence au document technique unifié (DTU) 06-002 d'avril 2000, le département de la Haute-Marne est situé en zone A1 pour la neige. Cette classification évalue les risques liés à la neige et comporte 8 niveaux (A1, A2, B1, B2, C1, C2, D, E). Un niveau « A1 » représente donc un risque faible.

A noter qu'il sera pris en compte dans la construction des équipements puisque les modèles retenus seront équipés d'un système de détection de glace sur les pales.

On peut considérer que la sensibilité est faible pour cet aléa. A noter qu'il sera pris en compte dans la construction de ces équipements puisque les modèles retenus seront équipés d'un système de détection de glace sur les pales.

3.2.2. Risques naturels

Les risques naturels sont susceptibles de constituer des agresseurs potentiels pour les éoliennes et seront donc pris en compte dans l'évaluation préliminaire des risques.

Les Plans de Prévention peuvent concerner les Risques d'Inondations (PPRi), de mouvements de terrain, d'avalanches, d'incendies de forêts (PPRif), de séismes, d'éruptions volcaniques, de tempêtes ou cyclones (art. 562-1 du code de l'environnement).

3.2.2.1. Catastrophes naturelles

La commune d'implantation du parc éolien projeté a fait l'objet de 4 arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle, dont le détail est repris dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Liste des arrêtés de catastrophe naturelle sur Nomécourt

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
52PREF19990294	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
52PREF19830064	08/12/1982	31/12/1982	04/02/1983	06/02/1983
52PREF19830181	08/04/1983	11/04/1983	16/05/1983	18/05/1983
52PREF20030003	03/06/2003	03/06/2003	03/10/2003	19/10/2003

[Source : <http://www.georisques.gouv.fr>]

3.2.2.2. Sismicité

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets no 2010-1254 du 22 octobre 2010 et no 2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010) :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible) ;
- quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

La figure ci-dessous présente le zonage sismique de la France.

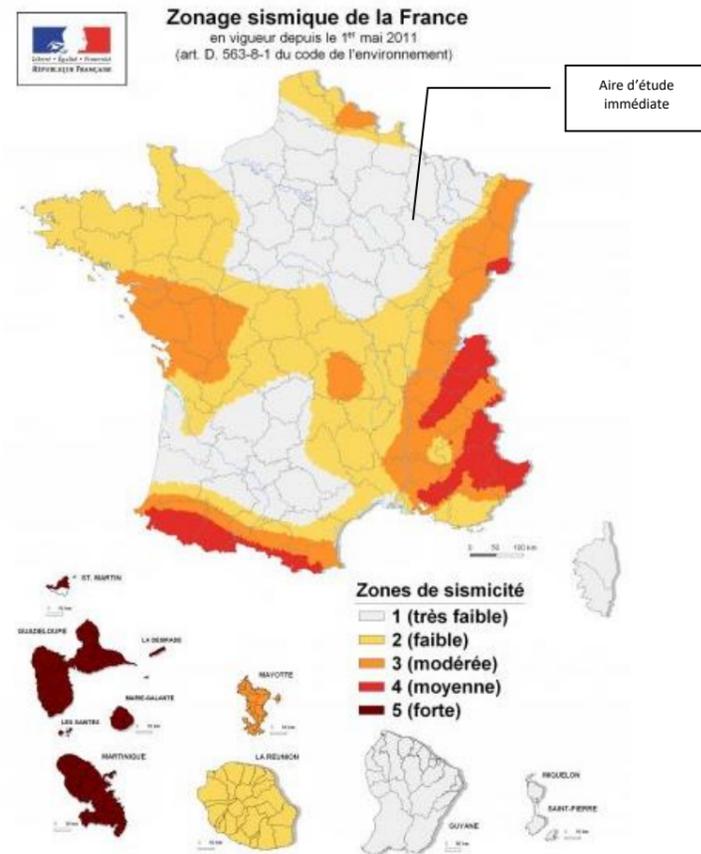


Figure 12 : Zonage sismique de la France et de la zone d'étude

La commune de Nomécourt est en zone de sismicité 1 (très faible).

D'après le site <http://www.sisfrance.net>, un seul séisme a été ressenti sur la commune de Nomécourt :

Tableau 3 : Séisme ressenti sur les communes d'implantation du parc éolien projeté

Date	Heure	Choc	Localisation épiscopentrale	Région ou pays de l'épicentre	intensité épiscopentrale	intensité dans la commune
22 Février 2003	20 h 41 min 6 sec	/	PAYS FORESTIER SOUS-VOSGIEN (RAMBERVILLERS)	VOSGES	6,5	3,5

[Source : <http://www.sisfrance.net>]

L'intensité des séismes ci-dessus est évaluée selon l'échelle macrosismique MSK (échelle de 0 à 12).

Etant donnée la classification de la zone (niveau 1 aléa très faible) et l'absence de séisme historique d'intensité élevée ressentie sur la commune de Nomécourt (niveau 3,5 sur échelle MSK), le risque sismique peut donc être écarté.

L'aléa séisme ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure représentative de danger.

3.2.2.3. Mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. On retrouve :

- les mouvements lents et continus : les tassements et les affaissements, le retrait-gonflement des argiles (les variations de la quantité d'eau dans certains terrains argileux produisent des gonflements (période humide) et des tassements (périodes sèches), les glissements de terrain ;
- les mouvements rapides et discontinus : les effondrements de cavités souterraines, les écroulements et les chutes de blocs, les coulées boueuses et torrentielles, l'érosion littorale.

La commune de Nomécourt n'est pas concernée par l'aléa mouvement de terrain et n'est pas concernée par un Plan de Prévention du Risque Naturel Mouvement de Terrain (PPRN).

D'après la base de données Géorisques il n'existe aucun mouvement de terrain recensé dans la zone d'étude des 500 m. Un mouvement de terrain de type « effondrement » (n°65200252) a été recensé sur la commune de Nomécourt, au niveau de la Ferme de Malnuit à environ 1,5 km au sud-ouest de l'aire d'implantation immédiate. De par l'absence de mouvement de terrain majeur dans les alentours du site, cet aléa ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

D'après la base de données du BRGM <http://www.argiles.fr> qui permet de délimiter toutes les zones qui sont a priori sujettes au phénomène de retrait-gonflement des argiles et de hiérarchiser ces zones selon un degré d'aléa croissant, l'ensemble des installations du parc est concerné par un aléa « faible » à « a priori nul » concernant cet enjeu.

Cet aléa ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

D'après la base de données Géorisques qui recense les cavités souterraines en France métropolitaine, il n'existe aucune cavité souterraine répertoriée sur l'ensemble des installations du parc.

Il existe quelques cavités « ouvrages civiles » sur la commune de Nomécourt, la plus proche est localisée à environ 1,1 km au Sud-ouest de l'éolienne E2.

Cet aléa ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

Ainsi le risque de mouvement de terrain ne sera donc pas considéré comme une source potentielle extérieure représentative de danger.

Néanmoins, cet aléa sera pris en compte lors de la conception du projet éolien en adaptant les fondations aux caractéristiques du terrain. Quand l'autorisation de construire sera obtenue, la société EOLE DE PAVELOTTE lancera une étude géotechnique afin de réaliser des sondages pour définir pour chaque éolienne la nature et la portance du sol. Cela permettra de déterminer précisément les dimensions des fondations.

3.2.2.4. Orages

La carte ci-après présente le niveau kéraunique (Nk : nombre de jours par an, où l'on entend gronder le tonnerre en un endroit donné) en France par département. Le département de la Haute-Marne présente un niveau kéraunique inférieur à 25.

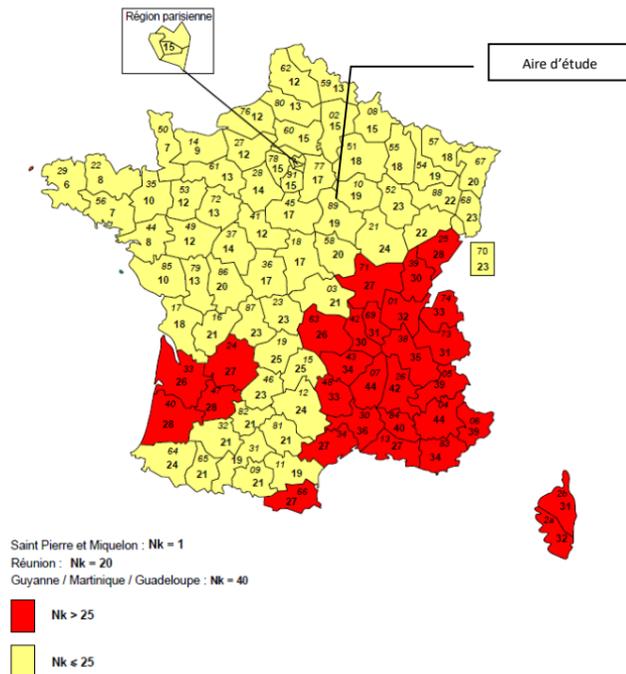


Figure 13 : Niveau kéraunique en France

[Source : Paratonnerre-radioactifs]

Remarque : la société Météorage (qui gère le réseau français de surveillance de la foudre) précise que « cette carte de niveau kéraunique a été réalisée récemment pour la France sans que la source de données soit précisée. Elle est encore utilisée dans le cadre de la normalisation de la protection contre la foudre ».

D'après la carte de foudroiement en France sur la période 2008-2017 de Météorage, la commune de Nomécourt présente une densité infime et se place au 30620^{ème} rang national des communes (sur 36611).

Un impact foudre pourrait entraîner des dysfonctionnements électriques et/ou pourrait initier un incendie. Cet aléa est cependant pris en compte dans la construction de ces équipements puisque les modèles retenus seront équipés d'un système de protection conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.

La foudre est retenue comme source potentielle de dangers pour le site.

3.2.2.5. Tempêtes

Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, le long de laquelle s'affrontent deux masses d'air aux caractéristiques distinctes (température, teneur en eau). Le seuil au-delà duquel on parle de tempête est de 89 km/h, correspondant au degré 10 de l'échelle de Beaufort (échelle de classification des vents selon douze degrés, en fonction de leurs effets sur l'environnement).

D'après le DDRM de la Haute-Marne, toutes les communes de la Haute-Marne sont concernées par le risque tempête.

La commune de Nomécourt n'a jamais fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance de catastrophe naturelle de type tempête.

L'emplacement des futurs aérogénérateurs n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.

Les vents forts peuvent conduire à des efforts significatifs sur l'éolienne. Celle-ci est néanmoins conçue pour répondre à une classe de vents adaptée au site d'implantation.

La problématique « vent fort » sera néanmoins considérée comme une source potentielle extérieure de danger et sera retenue dans la suite de l'étude.

3.2.2.6. Inondation

La commune de Nomécourt n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations (PPRni).

Parmi les communes concernées par l'aire d'étude rapprochée, seule Chatonrupt-Sommermont possède un Plan de Prévention du Risque Inondation : PPRi de La Marne moyenne - secteur de Joinville entre Donjeux et St Dizier / Par une crue à débordement lent de cours d'eau, prescrit le 02/01/2003 et approuvé le 14 janvier 2014. Le secteur géographique concerné par ce PPRi peut être affecté soit par des inondations dites de plaine (débordement direct), soit par des inondations par remontée de nappe (débordement indirect). L'ensemble de l'aire d'étude immédiate du parc éolien projeté n'est pas situé en zone inondable.

La commune de Nomécourt :

- n'est pas exposée à un territoire à risque important d'inondation (TRI) ;
- ne fait pas l'objet d'un programme de prévention (PAPI) ;
- n'est pas concernée par le PPRi cité ci-avant.

D'après Géorisques, l'aire d'étude immédiate n'est pas sensible aux remontées de nappe.

L'aléa inondation ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

3.2.2.7. Incendie de forêts et de cultures

Les feux de forêts sont des sinistres qui se déclarent et se propagent dans des formations boisées d'une surface minimale généralement d'un hectare, telles que les forêts ou des formations subforestières (maquis ou garrigue). Les principales causes de départ en feu sont :

- la foudre ;
- la malveillance ;
- les travaux en forêt ;
- les travaux agricoles ;
- l'imprudence.

Comme indiqué précédemment, le parc est développé en contexte agricole et forestier.

Le risque « feux de forêts » n'apparaît pas dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Haute-Marne.

Au vu du contexte de l'environnement du parc, l'aléa feu de forêt ne sera pas considéré comme une source potentielle extérieure de danger.

3.2.3. Synthèse de l'analyse de l'environnement naturel comme facteur d'agression

L'analyse de l'environnement naturel du site fait apparaître des sources naturelles d'agression potentielle extérieure pouvant impacter le site, à savoir :

- les conditions climatiques (vent fort, tempête et formation de glace) ;
- la foudre.

3.3. Environnement matériel

L'analyse des activités environnantes aux alentours du projet doit faire apparaître les sources d'agression potentielles pouvant impacter le site.

3.3.1. Voies de communication

3.3.1.1. Voies routières

Les principales voies routières sont généralement répertoriées en distinguant 3 catégories principales :

- les grandes voies structurantes ;
- les voies mixtes, qui assurent à la fois le transit à l'intérieur du tissu urbain et la desserte des quartiers ;
- les voies de desserte.

Le passage de véhicules à proximité du futur parc éolien peut être la source des potentiels de dangers suivants :

- collision de véhicules entre eux avec projection de débris et incendie/explosion de ces mêmes véhicules ;
- sortie de route et collision contre un équipement du site situé en bordure de route ;
- déversement ou fuite de produit transporté par un camion-citerne.

Les voies de communication à proximité du parc éolien sont détaillées dans le tableau suivant.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

Tableau 4 : Liste des voies routières de circulation et trafic associé dans l'aire rapprochée

	Localisation	Catégorie de route	Trafic routier associé (en nombre de véhicules / jour en moyenne annuelle représentant le cumul des deux sens de circulation)	Date des comptages	Poids lourds (%)
RD 60 (entre Nomécourt et Joinville)	Sud	Réseau structurant	2478	2015	7,1
RD 4 (entre Nomécourt et Guindrecourt-aux-Ormes)	Ouest	Réseau d'Intérêt Général de 2 ^{ème} catégorie	1478	2017	4,9
RN 67 (entre Chatonrupt-Sommermont et Fronville)	Est	Réseau structurant	2153	2016	3
RD 332 (entre Nomécourt et Chatonrupt-Sommermont)	Nord	Réseau d'intérêt local	119	2016	/
RD 335 (entre Chatonrupt-Sommermont et Vecqueville)	Est	Réseau d'Intérêt Général de 1 ^{ère} catégorie	878	2015	3,2
RD200 (entre Joinville et Fronville)	Sud-est	Non communiqué	1327	2016	2,3
RD181 entre Mathons et Guindrecourt-aux-Ormes)	Est	Non communiqué	148	2014	/
RD 126 (entre Joinville et Lafolie)	Sud	Réseau d'intérêt local	318	2014	/
RD 117 (entre Rupt et Blécourt)	Sud	Réseau d'intérêt local	256	2014	/
RD 179 (entre Chatonrupt-Sommermont et Maizières)	Nord	Non communiqué	236	2014	/

/ : Absence de comptage

[Source : Service entretien et sécurité de la route du Conseil général 52]

Selon le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012), une voie de communication est dite « structurante » lorsque sa fréquentation moyenne annuelle est supérieure à 2 000 véhicules par jour.

Au vu du contexte du site d'implantation, seule la RD 60 est considérée comme structurante.

A noter la présence également de quelques chemins agricoles et communaux dans le périmètre de 500 m des éoliennes.

Le risque principal proviendrait d'un éventuel accident sur les axes de communication les plus proches (route départementale ou dans une moindre mesure, chemin rural) aboutissant à un incendie sur la zone.

D'après le guide INERIS, les infrastructures présentes dans un rayon de 200 m peuvent constituer un agresseur potentiel. Il n'existe aucune route départementale « structurante » dans ce rayon de 200 m autour des éoliennes.

La carte ci-après illustre les distances des éoliennes avec les voies de communication les plus proches du parc, dont :

- D332 présente à 80 m à l'Ouest de E1,
- D60 présente à 600 m au Sud de E3
- D4 présente à 1,3 km au Sud-ouest de E2,
- D126 présente à 1,7 km au Sud-est de E3,
- D117 présente à 3,2 km au Sud-est de E3,
- route reliant Sommermont à Guindrecourt-aux-Ormes présente à 1,5 km au Nord de E1,
- RN67 présente à 3,6 km au Nord-est de l'éolienne E1.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers



Figure 14 : Localisation des voies de communication au sein du parc éolien

Les infrastructures routières ne sont pas retenues comme source potentielle de dangers pour le site

3.3.1.2. Rupture de barrage

D'après le DDRM de la Haute-Marne (édition 2017), ce département est concerné par 7 barrages de classe A ou B au sens du décret n°2015-526 du 12 mai 2015 (hauteur supérieure à dix mètres) dont deux soumis à Plan Particulier d'Intervention (hauteur supérieure à vingt mètres et volume de la retenue supérieur à 15 millions de m³).

- barrage de Giffaumont,
- barrage de Brévonnes,
- barrages de la Liez, de Charmes, de la Mouche et de la Vingeanne,
- barrage des Leschères.

En cas de rupture de l'un de ces barrages, la commune de Nomécourt ne sera pas impactée.

Conformément à l'annexe II de l'Arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement, « Certains événements externes pouvant provoquer des accidents majeurs peuvent ne pas être pris en compte dans l'étude de dangers ». C'est le cas notamment, en l'absence de règles ou instructions spécifiques, des « ruptures de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-112 du code de l'environnement ».

La nature même du risque a conduit à privilégier l'information, à organiser l'alerte et l'évacuation.

La rupture de barrage n'est donc pas retenue comme source potentielle de dangers pour le site.

3.3.1.3. Voies ferrées

D'après Réseau Ferré de France, il n'existe pas de voie ferrée dans l'aire d'étude de 500 m. La voie ferrée la plus proche est située à environ 3,8 km à l'Est de l'éolienne E3, traversant le centre-ville de Joinville.

La voie SNCF est suffisamment éloignée du parc pour qu'un sinistre y survenant ne puisse pas avoir des conséquences sur son intégrité.

La voie ferrée dans la zone d'étude n'est donc pas retenue comme source potentielle de dangers pour le projet.

3.3.1.4. Risque Transport de Matières Dangereuses hors canalisations

Le risque de transport de matières dangereuses (TMD) est consécutif à un accident se produisant lors du transport, par voie routière, ferroviaire, aérienne, voie d'eau ou par canalisation, de matières dangereuses.

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Haute-Marne (édition 2017), la commune de Nomécourt n'est pas concernée par le risque TMD.

Voie routière : L'accident majeur susceptible de se produire sur une route est le BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion qui est une vaporisation violente à caractère explosif) d'un véhicule-citerne. D'après la circulaire

du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, les distances d'effets d'attendues pour un BLEVE de véhicule-citerne de butane ou de propane sont les suivantes :

Quantité de gaz (taille de la citerne)	¹ Effets thermique (8 kW/m ²) Distance d'effet	¹ Effets de surpression (200 mbar) Distance d'effet
20 t	120 m	45 m
9 t	80 m	35 m
6 t	70 m	30 m

1) Les seuils d'effets présentés correspondent au seuil des effets dominos.

La RN67, située à environ 3,6 km au Nord-est de l'éolienne E1 (axe routier majeur sur lequel des véhicules-citernes contenant des matières dangereuses sont susceptibles de circuler). Les effets d'un BLEVE de véhicule-citerne sur la route ne sont donc pas susceptibles de générer, par effets dominos, un potentiel de danger pour les installations du futur parc éolien.

La voie routière utilisée pour le TMD dans la zone d'étude n'est donc pas retenue comme source potentielle de dangers pour le projet.

Réseau ferroviaire : L'accident majeur susceptible de se produire est le BLEVE d'un wagon-citerne. D'après la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, les distances d'effets d'attendues pour un BLEVE d'un wagon-citerne de butane ou de propane sont les suivantes :

Quantité de gaz (taille de la citerne)	² Effets thermique (8 kW/m ²) Distance d'effet	² Effets de surpression (200 mbar) Distance d'effet
119 t	190 m	60 m
90 t	160 m	55 m

2) Les seuils d'effets présentés correspondent au seuil des effets dominos.

La voie ferrée est située à 3,8 km du parc éolien. Les effets thermiques du BLEVE d'un wagon-citerne ne sont donc pas retenus comme source de dangers pour les installations du futur parc éolien.

La voie ferrée n'est donc pas retenue comme source potentielle de dangers pour le site.

Une étude de l'INERIS intitulée « Élaboration d'un modèle d'évaluation quantitative des risques pour le Transport multimodal de Marchandises Dangereuses » publiée en août 2003, précise les distances d'effets pour plusieurs scénarios accidentels susceptibles de survenir sur des citernes ferroviaires de TMD. Ces distances d'effets (présentées dans le tableau ci-après) sont considérées comme applicables également au TMD routier, où les capacités sont inférieures au TMD ferroviaire.

Tableau 5 : Distances d'effets pour plusieurs scénarios accidentels susceptibles de survenir sur des citernes ferroviaires de TMD

Produit	Phénomène	Distance aux effets dominos (m)	Distance aux effets létaux (m)	Distance aux effets irréversibles (m)
Non dangereux	Incendie faible	13	17	20
Non dangereux	Incendie violent	25	33	40
Supercarburant	Feu de nappe	35	50	65
Supercarburant	VCE3	-	170	-
Chlore	Rejet	-	4 730	-
GPL	BLEVE4	-	240	-
GPL	VCE	-	110	-
GPL	Feu torche	-	160	-
Ammoniac	Rejet	-	750	-

Il est important de noter que les distances relatives aux effets dominos ne sont pas toujours disponibles et sont, en tout cas, plus petites que celles relatives aux effets létaux.

Le parc est donc dans la zone d'effets létaux du risque rejet de chlore.

Réseau fluvial : Concernant le transport fluvial, le Canal entre Champagne et Bourgogne se trouve à l'est de la zone d'étude, au plus proche à 4 km. Ce canal, qui traverse le département du Nord au Sud, peut accueillir des bateaux de transport de marchandises pesant jusqu'à 400 tonnes (canal de classe II).

3.3.1.5. Voies aériennes

Il n'existe aucun aérodrome ou aéroport dans les limites de l'aire d'étude de 500 m.

L'aérodrome le plus proche est celui de Joinville - Mussey (aérodrome civil), localisé à environ 7 km au Sud-ouest du projet éolien.

D'après l'étude d'impact, le futur parc éolien est concerné par une servitude aéronautique et se trouve à l'écart de toute trouée d'envol et d'atterrissage (couloir rectiligne d'accès et de sortie de l'aérodrome en prolongement de la bande d'envol), comme le montre la carte des servitudes aéronautiques militaires communiquée par la DDT52 ci-dessous.

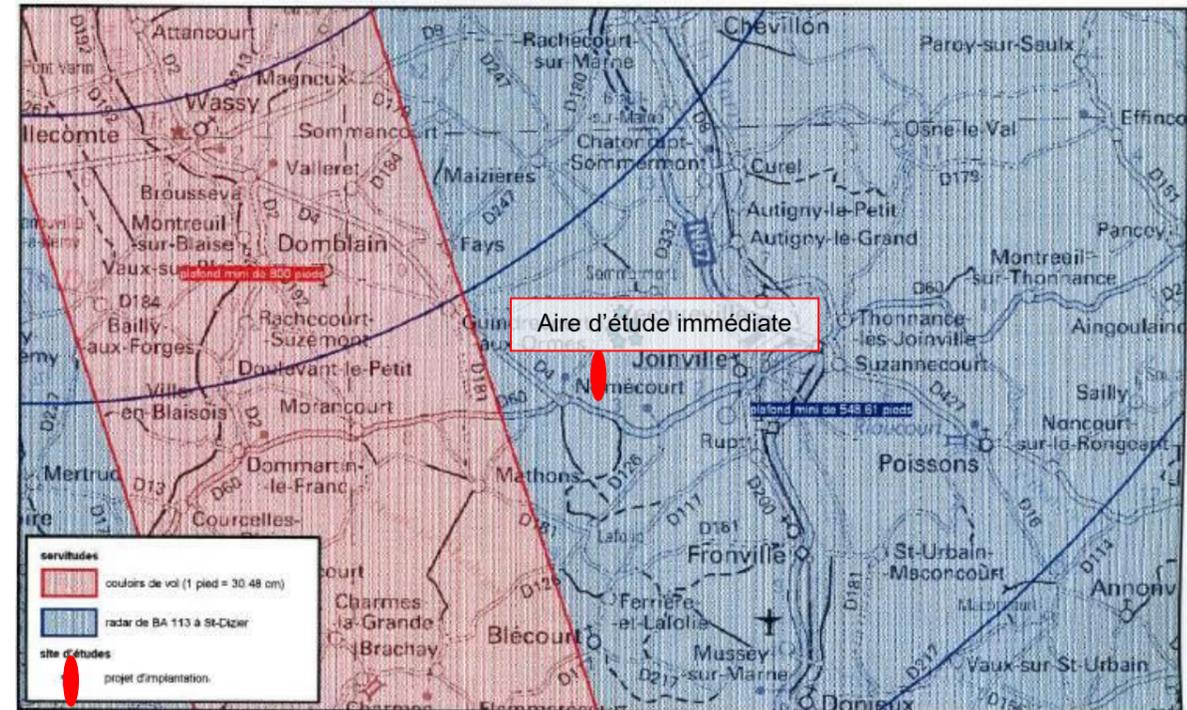


Figure 15 : Carte des servitudes aéronautiques

Compte tenu de ces éléments, le risque de chute d'aéronefs sur le futur parc éolien peut être qualifié d'extrêmement peu probable et ne sera pas retenu (annexe II de l'arrêté 26 mai 2014).

Les chutes d'aéronefs ne sont pas retenues comme source de dangers pour les installations du site.

3.3.1.6. Lignes de transport d'énergie électrique

D'après la carte RTE qui présente le réseau de transport d'électricité existant (lignes haute et très haute tension), ainsi que les ouvrages (lignes, postes électriques) en projet ayant obtenus une déclaration d'utilité publique (DUP), la ligne la plus proche est référencée LIT 63kV NO 1 BAYARD-JOINVILLE à environ 4 km à l'Est.

D'après le courrier transmis par la société RTE, du 10 octobre 2013, il est indiqué « qu'il serait hautement souhaitable qu'une **distance supérieure à la hauteur des éoliennes pales comprises** soit respectée entre ces dernières et le conducteur le plus proche de notre ligne (tenant compte du balancement des conducteurs) [...]. L'emprise totale d'une ligne (balancement des conducteurs) est différente d'une portée à l'autre pour un même ouvrage [...]. Concernant cet ouvrage, **une largeur de 50 mètres** en moyenne par rapport à l'axe de la ligne est à prendre en compte ». La distance à respecter est donc de **200 m**, les éoliennes ayant une hauteur en bout de pale de 150m.

La configuration du parc éolien de Pavelotte respecte donc les prescriptions de RTE.

La ligne de transport d'énergie électrique ne sera pas retenue comme source de dangers pour les installations du site.

3 VCE : Vapour Cloud Explosion (Explosion d'un nuage de gaz)

4 BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (Explosion de gaz en expansion provenant d'un liquide en ébullition)

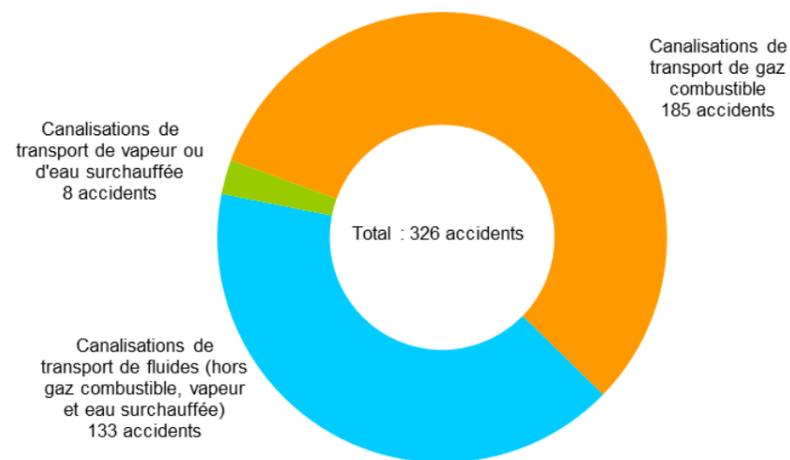
3.3.1.7. Les canalisations de Transport de Matières Dangereuses (TMD)

Le gaz naturel, les produits pétroliers et les produits chimiques peuvent être transportés par canalisation enterrée (pipelines). La longueur totale du réseau français de canalisations de transport de produits dangereux est de 50 700 km, dont 37 000 km pour le gaz, 9 800 km pour les hydrocarbures et 3 900 km pour les produits chimiques

La plus grande partie de ces canalisations est enterrée, à l'exception des organes nécessaires à leur exploitation (postes de pompage, de compression, de détente, de sectionnement, d'interconnexion).

Le transport par canalisations provoque sept fois moins d'accidents que le transport par route et deux fois moins que le transport de matières dangereuses par rail. A titre d'illustration, le ratio « nombre d'accidents graves par million de tonnes de produit transporté » s'élève à 0.70 pour le transport par route contre seulement 0.02 pour le transport par canalisations (source : UIC 2001 – 2004). Cependant, le réseau vieillit (problème de corrosion) et les fuites de gaz, d'hydrocarbures ou de produits chimiques peuvent engendrer des pollutions importantes compte tenu des quantités potentiellement mises en jeu, ainsi que des accidents graves pour la population en cas d'explosion. Entre 1992 et 2011, 57 % des accidents survenus sur des canalisations concernaient des canalisations de gaz combustible (gaz naturel pour les accidents recensés), 41 % concernaient des canalisations de transport de fluides (hydrocarbures, produits chimiques) et 2 % des canalisations de vapeur ou d'eau surchauffée (utilisées pour le chauffage urbain ou l'industrie).

Nombre d'accidents de transport de matières dangereuses par canalisation recensés entre 1992 et 2011



Note : Les accidents de transport par canalisation ne comportent pas ici les accidents distribution de gaz naturel (1246 accidents sur la période considérée).

Source : MEDDTL, base ARIA, janvier 2012. Accidents recensés dans la base ARIA entre 1992 et 2011.

Les accidents liés aux canalisations de transport consistent nécessairement en une perte de confinement qui peut avoir comme cause :

- l'agression physique de l'ouvrage, notamment lors de travaux de tiers (cas le plus fréquent);
- des risques particuliers locaux (glissement de terrain, vides souterrains, séisme, etc.) ;
- corrosion, érosion mécanique extérieure, défaut de construction à l'origine de brèches de faibles diamètres.

Les conséquences envisageables de telles atteintes aux ouvrages de transport sont la rupture complète de l'ouvrage ou la formation de brèches de divers diamètres.

Aucune canalisation de transport de gaz ou d'hydrocarbures ne traverse le futur parc éolien, que cela soit pour du transport de gaz naturel, de produits pétroliers (pétrole brut et produits raffinés) ou de produits chimiques (éthylène, oxygène, azote, hydrogène, ...). La canalisation la plus proche est située à 2,5 km au Nord-est de la limite de l'aire d'étude immédiate. Il s'agit de canalisations de gaz DN100-1982-RUPT-AUX-NONAINS-VECQUEVILLE. Elle ne présente aucun risque pour le projet.

Les canalisations de matières dangereuses ne sont donc pas retenues comme source potentielle de dangers pour le site.

3.3.1.8. Réseaux d'eau potable

Aucune canalisation d'eau potable ne traverse le futur parc éolien et le château d'eau le plus proche est situé à environ 1,5 km au Sud-ouest de l'éolienne E3 sur la commune de Nomécourt.

3.3.1.9. Autres réseaux

Des branchements non affleurants et des câbles aéro-souterrain électriques sont susceptibles d'être présents au droit de la ZIP (ces derniers sont pour la plupart situés le long des routes). Le cas échéant, la réalisation des demandes de travaux (DT) permettra de les localiser.

3.3.2. Radars

Les distances d'implantation des aérogénérateurs aux radars météorologiques à respecter sont précisées dans 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.

Tableau 6 : Distances des aérogénérateurs vis-à-vis des radars météorologiques

Infrastructure	Périmètre (distance est mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur)	Radar le plus proche
Radars météorologiques		
Radar de bande de fréquence C	20 km	Arcis-sur-Aube / 70 km à l'Ouest
Radar de bande de fréquence S	30 km	Bollène / 450 km au Sud
Radar de bande de fréquence X	10 km	Mont-Vial / 500 km au Sud

Le périmètre rapproché du projet de Pavelotte respecte les distances de sécurité établies par l'article 4 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

Les distances d'implantation des aérogénérateurs aux radars de l'aviation civile à respecter sont précisées à l'article 4 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Elles sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Distances des aérogénérateurs vis-à-vis des radars de l'aviation civile

Infrastructure	Périmètre (distance est mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur)
Radars de l'aviation civile	
Radar primaire	30 km
Radar secondaire	16 km
VOR (Visual Omni Range)	15 km

Le projet éolien de Nomécourt n'est pas concerné par une servitude aéronautique civile.

Dans son courrier du 13 mai 2013 (Pièce VII) la Direction Générale de l'Aviation Civile indique « A ce jour, la zone d'étude est exempte de toute servitude et contrainte aéronautique. En conséquence, la direction de la sécurité de l'aviation civile nord-est n'a aucune remarque particulière à formuler. ».

Dans son courrier du 23 avril 2012 (Pièce VII), l'Armée de l'Air indique « Du point de vue des contraintes radioélectriques, l'aire d'étude est traversée par un faisceau hertzien du réseau de la Gendarmerie nationale. » D'après ce courrier, l'implantation d'aérogénérateurs est proscrite dans une zone de protection de 51 m de part et d'autre du faisceau.

Le projet se situe dans les 20-30 km du radar Défense de Saint-Dizier, soit en zone de coordination à partir de l'altitude de 150 mètres NGF.

En zone de coordination le nombre d'éoliennes et/ou la disposition sont encadrés. En effet, un nombre trop important d'éoliennes dans le même secteur angulaire du radar serait de nature à augmenter les perturbations induites sur celui-ci.

De plus, le projet s'inscrit dans l'aire secondaire du volume de sécurité radar AMSR de la Base Aérienne 113 de Saint-Dizier. Dans une partie de cette aire, l'altitude sommitale des aérogénérateurs est limitée à 442 m NGF, une valeur plus précise par éolienne pourrait être donnée en connaissance l'emplacement exact des éoliennes. Enfin, une partie de projet se situe sous un tronçon du réseau de vol à très basse altitude de la Défense nommé LFR 69. De ce fait, la hauteur sommitale est limitée à 150 mètres, pales à la verticale.

La configuration du projet de Pavelotte sera conforme aux prescriptions de l'Armée de l'Air.

3.4. Synthèse de l'analyse des activités environnantes comme facteur d'agression

L'analyse des activités externes environnant le futur parc éolien ne fait apparaître aucune source d'agression potentielle liée à l'environnement matériel pouvant impacter les éoliennes.

Il est précisé dans le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012), que seuls les dommages potentiels sur les personnes seront étudiés (et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1 du Code de l'Environnement). De ce fait, cette étude s'intéresse prioritairement aux dommages sur les personnes.

3.5. Cartographie de synthèse

Il est précisé dans le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012), que l'étude de dangers s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Cependant, les biens, infrastructures et autres établissements peuvent constituer des enjeux à protéger par rapport à l'installation. De ce fait, ceux présents dans la zone d'étude sont pris en compte.

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers :

- pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes⁵, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : 1 personne par tranche de 10 hectares ;
- pour les chemins et voies piétonnes (chemins de randonnée) : 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs / jour en moyenne ;
- pour les zones d'activités : nombre de salariés ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipe.

A noter que la surface de « Terrains aménagés mais très peu fréquentés » en cas de présence d'une route non structurante est calculée sur la base d'une :

- largeur de route de 10 m pour des routes type départemental,
- largeur de route de 8 m pour des voies communales, chemins ruraux et chemins d'exploitation.

⁵ Pour rappel, une route est définie comme « structurante » dans le guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012) lorsque sa fréquentation moyenne annuelle est supérieure à 2 000 véhicules/jour.

Le nombre de personnes et les surfaces ou longueurs associés à chaque secteur sont repris dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Récapitulatif des surfaces sous influence des effets potentiels des phénomènes dangereux dans un rayon de 500 m autour des aérogénérateurs

DANS UN RAYON DE 500 m	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, forêts, ...)	Terrains aménagés mais très peu fréquentés chemins forestiers, ruraux ou d'exploitation	Surface totale (m ²)
	Surface (ha) atteinte par les effets	Surface (ha) atteinte par les effets	
E1	76,91	1,63	78540
E2	77,23	1,31	78540
E3	77,47	1,07	78540

Ce tableau montre que dans la zone d'étude de 500 m ne sont présents que :

- Des terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies, et forêts ;
- Des terrains aménagés mais très peu fréquentés : petites routes et chemins communaux (largeur 8 m).

Remarque : La largeur de la route département D332 a été fixée à 8 m au vu de la réalité du terrain.

Remarque : il est majorant de considérer les chemins en terre comme des terrains aménagés mais très peu fréquentés d'une largeur de 8 m plutôt que de les considérer comme chemin de randonnée au vu de leur faible fréquentation dans la région (12 personnes pour 1000 km de chemin).

Le nombre total de personnes potentiellement impactées pour chaque éolienne est repris dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Nombre de personnes potentiellement impactées dans un rayon de 500m autour de chaque éolienne

DANS UN RAYON DE 500 m	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, forêts, ...)	Terrains aménagés mais très peu fréquentés chemins forestiers, ruraux ou d'exploitation	Nombre total de personnes impacté
	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	
E1	0,769	0,163	0,932
E2	0,772	0,131	0,903
E3	0,775	0,107	0,882

Les plans ci-après présentent l'ensemble des enjeux à protéger dans la zone d'étude de 500 m autour de chaque aérogénérateur du futur parc éolien :

Légende :

-  Chemin de terre
-  Chemins ruraux et d'exploitation
-  Limite de propriété
-  Réseau électrique
-  Limite communale
-  Plateforme
-  Poste de livraison

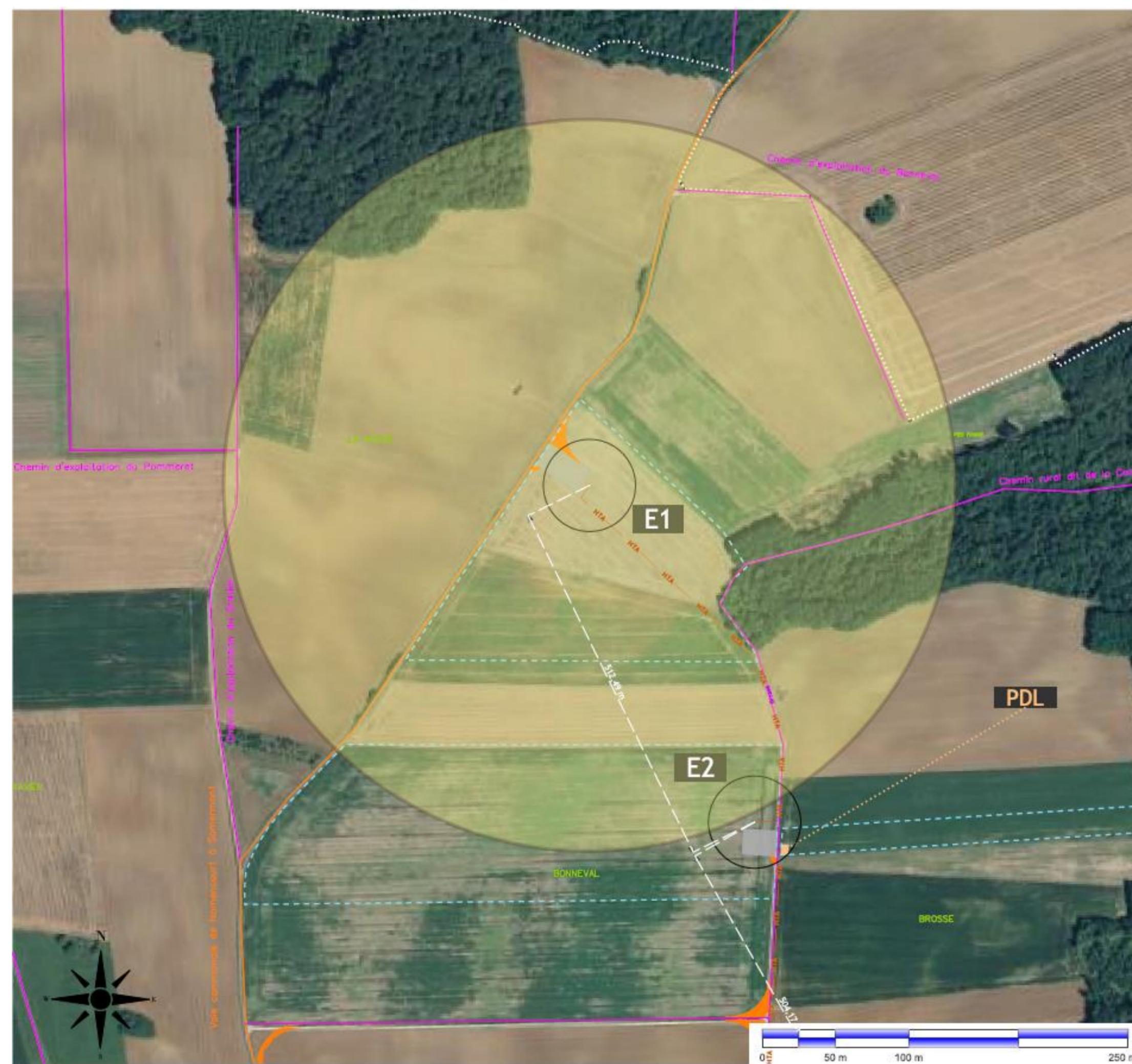
-  Eolienne et emprise du rotor
-  Le nombre de personne potentiellement exposé dans un rayon de 500 m est comprise entre 0 et 1

Echelle : 1 / 2 500

Format : A3

Date : Décembre 2018

Réf. projet : CARP180295



EOLE DE PAVELOTTE SARL

Projet éolien de Pavelotte (52)

Plan de localisation des enjeux à proximité de l'éolienne E2

Légende :

- Chemin de terre
- Chemins ruraux et d'exploitation
- - - Limite de propriété
- - - Réseau électrique
- Limite communale
- Plateforme
- Poste de livraison
- Habitations

○ Eolienne et emprise du rotor

○ Le nombre de personnes potentiellement exposé dans un rayon de 500 m est comprise entre 0 et 1

Echelle : 1 / 2 500

Format : A3

Date : Décembre 2018

Réf. projet : CARP180295

icf

environnement

membre d'Artios Group

Agence Sud Est

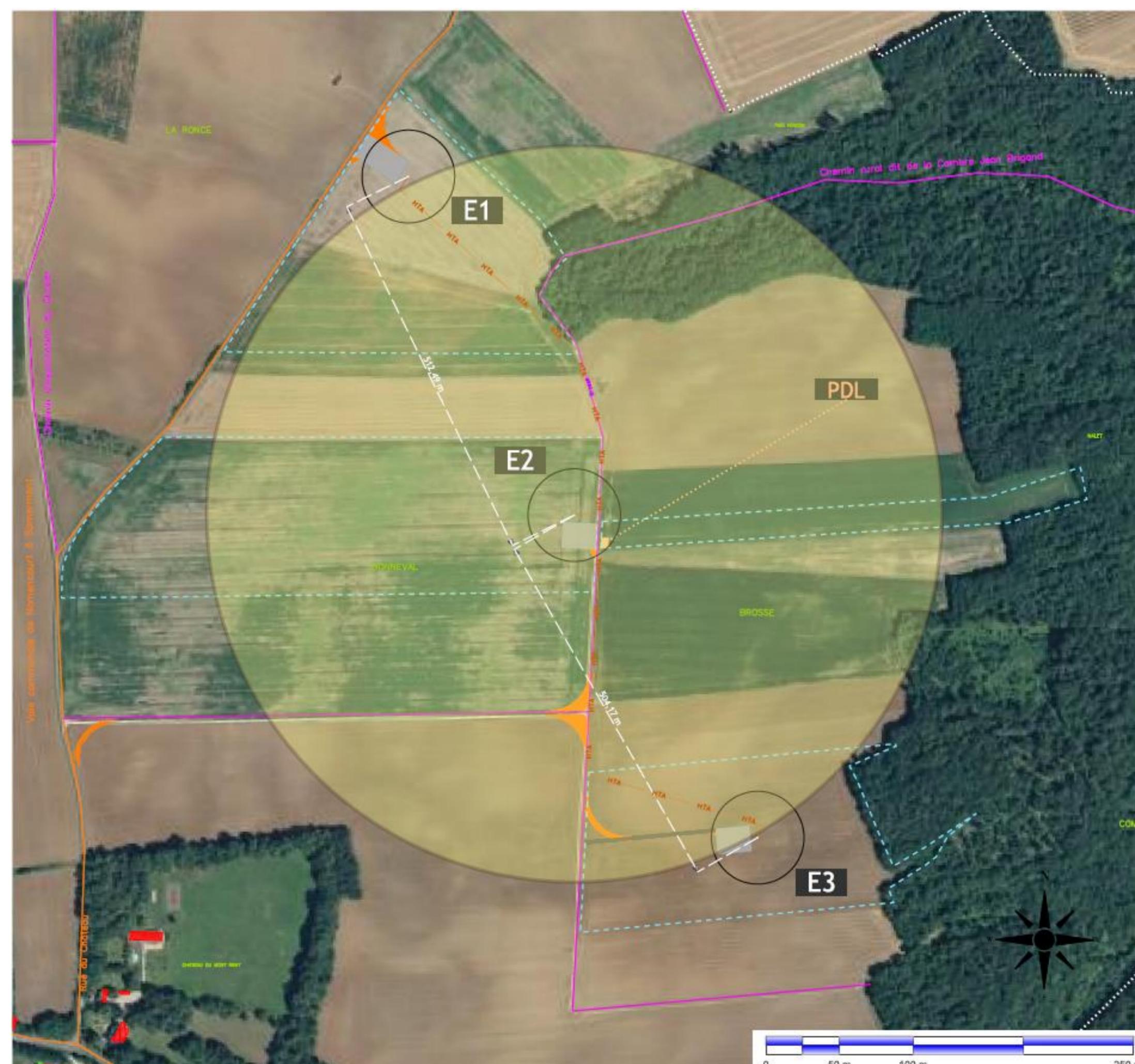
Bâtiment Lorient Petit Arbois

Avenue Louis Philibert - CS 40443

13592 Aix en Provence cedex3

Tél. : 04 42 90 81 20

Fax : 04 42 90 81 21



EOLE DE PAVELOTTE SARL

Projet éolien de Pavelotte (52)

Plan de localisation des enjeux à proximité de l'éolienne E3

Légende :

- Chemin de terre
- Chemins ruraux et d'exploitation
- - - Limite de propriété
- - - Réseau électrique
- Limite communale
- Plateforme
- Poste de livraison
- Eolienne et emprise du rotor
- Le nombre de personne potentiellement exposé dans un rayon de 500 m est comprise entre 0 et 1.

Echelle : 1 / 2 500

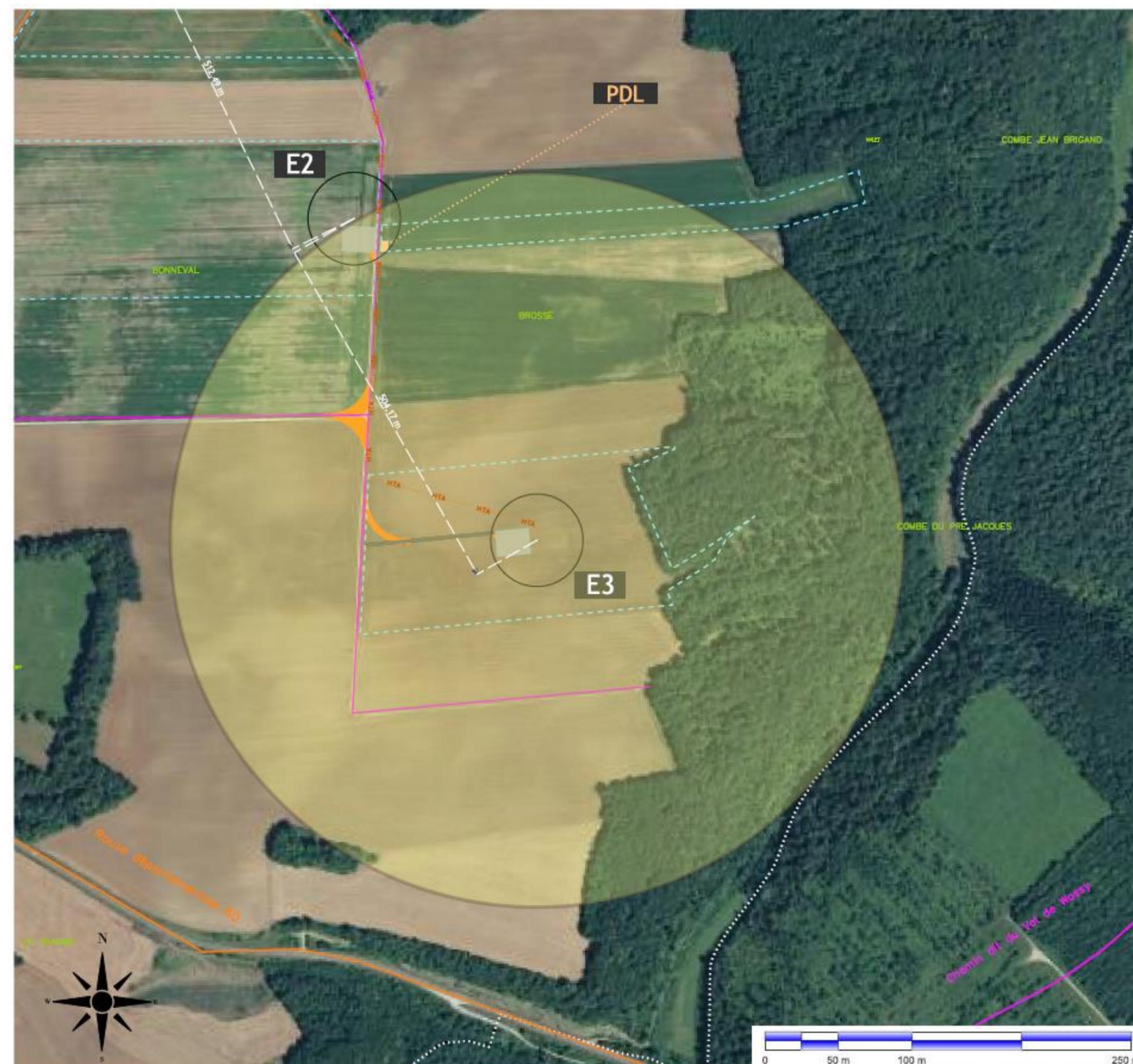
Format : A3

Date : Décembre 2018

Réf. projet : CARP180295



icf
environnement
membre d'Arkea Group
Agence Sud Est
Bâtiment Laennec Petit Arbres
Avenue Louis Philbert • CS 40443
13592 Aix en Provence cedex 3
Tél. : 04 42 90 81 20
Fax. : 04 42 90 81 21



4. Description de l'installation

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

4.1. Caractéristiques de l'installation

4.1.1. Caractéristiques générales d'un parc éolien

4.1.1.1. Généralités

Une éolienne transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique par une génératrice : elle est associée dans la réglementation ICPE au terme « aérogénérateur ».

Les éoliennes peuvent être connectées au réseau électrique ou fournir de l'énergie à des sites isolés. Il existe deux types d'éoliennes : l'éolienne à axe horizontal et l'éolienne à axe vertical.

Le schéma ci-après illustre le fonctionnement d'un parc éolien et la distribution électrique sur le réseau.

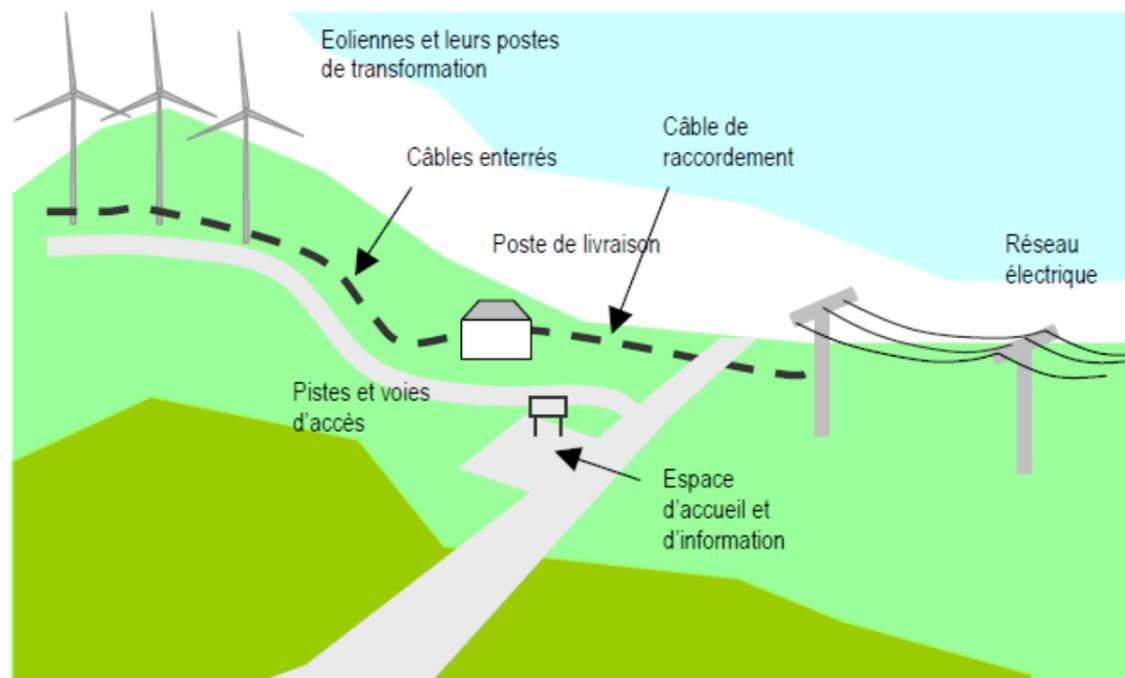


Figure 19: Schéma descriptif d'un parc éolien terrestre (rapports d'échelle non représentatifs)

[Source guide éolien version 2010]

Les différentes étapes de transformation sont synthétisées ci-après (Source : Syndicat des Energies Renouvelables France Énergie Éolienne).

❖ Transformation de l'énergie par les pales

La différence de pression entre les deux faces de la pale crée une force aérodynamique, mettant en mouvement le rotor par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. L'accélération du mouvement de rotation est réalisée grâce au multiplicateur.

❖ Production d'électricité par le générateur

L'énergie mécanique transmise par le multiplicateur est transformée en énergie électrique par le générateur. Le rotor du générateur tourne à grande vitesse et produit de l'électricité à une tension d'environ 690 volts.

❖ Traitement de l'électricité par le convertisseur et le transformateur

Cette électricité ne peut pas être utilisée directement. Elle est donc traitée grâce à un convertisseur, puis sa tension est augmentée à 20 000 Volts par un transformateur. L'électricité est alors acheminée à travers un câble enterré jusqu'à un poste de transformation, pour être injectée sur le réseau électrique, puis distribuée aux consommateurs.

❖ Classification des éoliennes

La production électrique d'une éolienne dépend de plusieurs paramètres :

- la longueur des pales ;
- la génératrice ;
- la vitesse du vent ;
- la densité de l'air.

La puissance produite par une éolienne augmente avec le carré de la longueur des pales, et avec le cube de la vitesse du vent. Les caractéristiques du vent (vitesse moyenne, turbulence, etc...) sont donc des critères importants lors du choix d'un site. Deux paramètres permettent de classer un site :

- la vitesse du vent (« Moyenne » et « Maximale sur 50 ans ») ;
- la turbulence du vent (turbulence pour une vitesse de vent de 15 m/s la longueur des pales).

En France, la classification fait référence à la norme « IEC 61400-1 ». Cette classification est résumée ci-dessous :

Tableau 10: Classes de vent des éoliennes

		Vitesse de vent [m/s]		
Moyenne		[10 : 8.5]] 8.5 : 7.5]	inférieur à 7.5
Maximum / 50 ans		[50 : 42.5]] 42.5 : 37.5]	inférieur à 37.5

Turbulence [%]		Classe de vent de l'éolienne		
		I	II	III
[16% : 14%]	A	IEC IA	IEC IIA	IEC IIIA
[14% : 12%]	B	IEC IB	IEC IIB	IEC IIIB
Inférieur à 12%	C	IEC IC	IEC IIC	IEC IIIC

Les éoliennes industrielles sont dimensionnées pour chacune de ces classes. Il est donc important de faire correspondre la classe du site avec la classe de la turbine. A titre indicatif :

- les éoliennes de « classe IA » sont dimensionnées pour des sites avec beaucoup de vent et assez turbulent ;
- les éoliennes de « classe IIIC » sont dimensionnées pour des sites avec peu de vent et très peu de turbulence.

Les éoliennes ne pouvant être classifiées de manière simple dans l'une des classes précédentes sont classifiées comme classe « S » (Spécial), à définir selon le cas.

❖ Domaine et paramètres de fonctionnement

Quatre « périodes » de fonctionnement d'une éolienne, sont à considérer :

- dès que le vent se lève (à partir de 3 m/s), un automate, informé par un capteur de vent, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent. Les trois pales sont alors mises en mouvement par la seule force du vent. Elles entraînent avec elles le multiplicateur et la génératrice électrique ;
- lorsque le vent est suffisant (3 m/s), l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor tourne alors à sa vitesse nominale ;
- la génératrice délivre alors un courant électrique alternatif à la tension de 690 volts, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent. Ainsi, lorsque cette dernière croît, la portance s'exerçant sur le rotor s'accroît et la puissance délivrée par la génératrice augmente ;
- quand le vent atteint une cinquantaine de km/h, l'éolienne fournit sa puissance maximale, qui est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales (un système hydraulique régule cette portance en modifiant l'angle de calage des pales par pivotement sur leurs roulements ; chaque pale tourne sur elle-même).

Quand le vent atteint une centaine de km/h, l'éolienne est programmée d'arrêter pour des raisons de sécurité.

4.1.1.2. Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, 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.

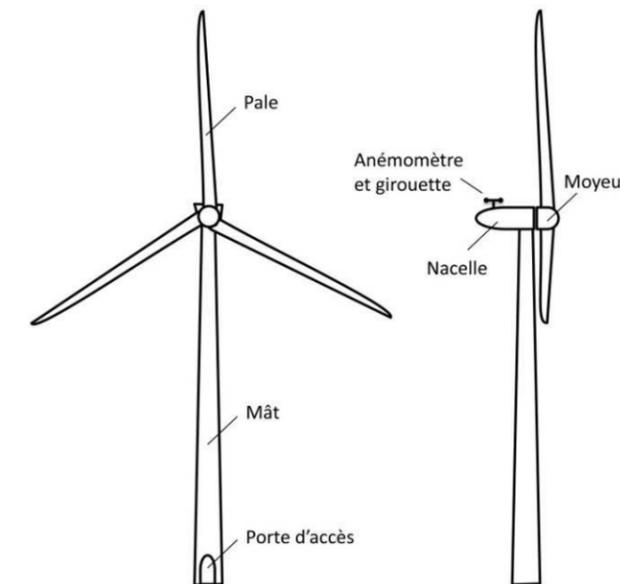


Figure 20 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

❖ Emprise au sol

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :
 La surface de chantier est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
 La fondation de l'éolienne est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
 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.

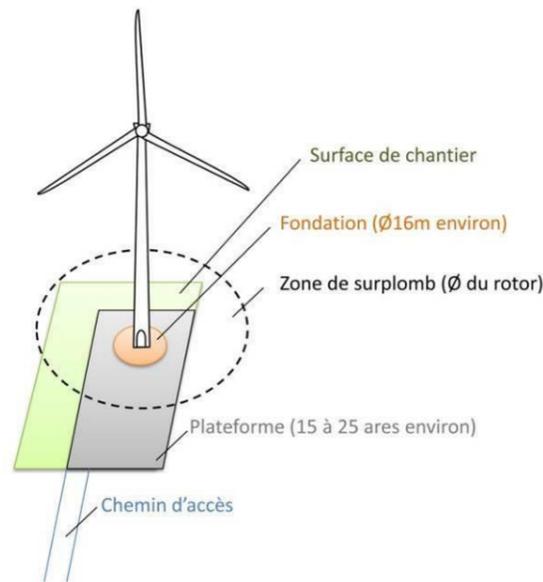


Figure 21 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

(Les dimensions sont données à titre d'illustration)

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

4.1.2. Activités de l'installation

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

4.1.3. Composition de l'installation

Le parc éolien de Pavelotte est composé de :

- 3 aérogénérateurs de modèle Vestas V126, de 3,6 MégaWatt (MW) de puissance unitaire. ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 87 m et un rotor (pales assemblées autour du moyeu) de 126 m, soit des installations de 150 m de hauteur en bout de pale ;
- 1 poste de livraison électrique de longueur 9,2 m, de largeur 2,8 m et de 3,39 m de hauteur hors-sol, à proximité de l'éolienne E2.

Ce parc offrira une puissance nominale de 10,8 MW, pour une production attendue de 22 680 MWh/an.

Le parc nécessite la réalisation de chemins d'une longueur totale de 180 m (5 m de large) et emprunte des chemins existant pour une longueur de 1140 m.

Le projet dans sa globalité occupera environ 9000 m² répartis ainsi :

Tableau 11 : Surfaces d'emprise au sol des équipements du projet éolien de Pavelotte

Installations	Surfaces d'emprise au sol (m ²)					
	Plateforme	Chemins d'accès créés	Aménagement provisoire	Fondations	Total	
Commune de Nomécourt	E1	2338	/	646	416	3400
	E2	1652	/	69	416	2137
	E3	1610	900	390	416	3316
Total Eoliennes	5600	900	1105	1248	8853	
PDL1	138	Sans objet			138	
Total parc	5738	900	1105	1248	8991	

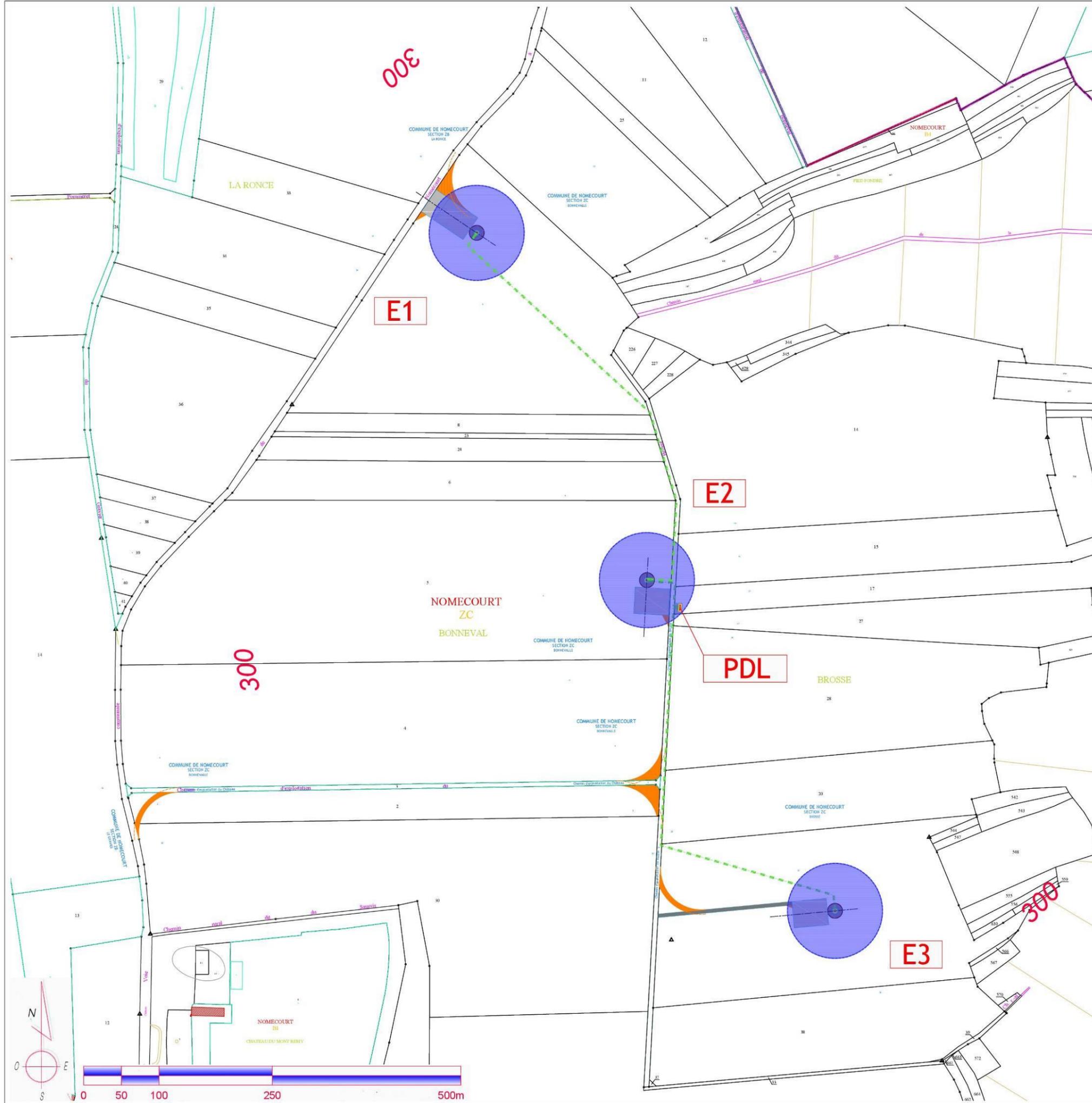
Le tableau suivant précise les coordonnées d'implantation des éoliennes et du poste de livraison électrique dans les divers systèmes de coordonnées.

EOLE DE PAVELOTTE
 Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
 Commune de Nomécourt (52)
 Pièce IV : Etude de Dangers

Tableau 12 : Coordonnées géographiques des installations

Installation	Commune	Département	Référence parcelle cadastrale (section et numéro)	Coordonnées en Lambert 93		Coordonnées en Lambert II étendu		Coordonnées en WGS 84 / UTM 30		Altitude en m NGF
				X	Y	X	Y	Longitude	Latitude	
E1	Nomécourt	Haute-Marne	ZC 9	854138.381	6818483.221	803316.221	2386828.752	5°05'09.01944"	48°26'57.19467"	300.8
E2	Nomécourt	Haute-Marne	ZC 5	854364.043	6818023.090	803545.971	2386370.256	5°05'19.40888"	48°26'42.10496"	295.9
E3	Nomécourt	Haute-Marne	ZC 21	854613.409	6817584.909	803799.252	2385933.926	5°05'30.97830"	48°26'27.70521"	308.8
Poste de Livraison	Nomécourt	Haute-Marne	ZC 17	854407.9167	6817986.6495	803590.185	2386334.167	5°05'21.49688"	48°26'40.88761"	300.09

Le plan suivant présente l'emplacement des aérogénérateurs, du poste de livraison électrique, des plateformes, des chemins d'accès.



LEGENDE :

-  Limites de Communes
-  Position et emprise du rotor de l'éolienne (Ø 126 m)
-  Position Poste de Livraison
-  Câblage électrique enterré (Liaisons inter-éoliennes)
-  Chemin d'accès à créer
-  Aire de grutage (plate-forme)
-  Zone de giration provisoire (plate-forme et accès)
Rayon intérieur de giration : 54 m
-  Bâtimens durs (ex : habitations, commerces, etc ...)
-  Bâtimens légers (ex : hangars, garages, etc ...)

Plan réalisé en Lambert 93

PROJET EOLIEN DE PAVELOTTE
Commune de NOMECOURT

Maitre d'Ouvrage
EOLIE DE PAVELOTTE
42 rue de Champagne
51240 VITRY-LA-VILLE

Ce document est la propriété de la société ASTECA SAS et ne peut être reproduit sans son autorisation préalable.

Abords et Installations		P.Rgl.
		03
Echelle 1/2 500'	Première diffusion NOVEMBRE 2018	

Index	Commentaires	Date	Signature	Vérifié

BUREAU D'ETUDES
ASTECA SAS
Zone Espace Dodeone - Bâtiment 1B
35 Rue Haroun TAZIEFF
54320 MAXEVILLE
Tel : 03 83 34 04 69 - Fax : 03 83 28 51 45



icf PAV_2018 57 - DAE - 22 11 2018 - V2010.dwg

4.2. Fonctionnement de l'installation

4.2.1. Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

4.2.1.1. Généralités

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 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 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.

4.2.1.2. Caractéristiques de l'installation projetée

Les éoliennes étudiées dans le cadre de ce dossier sont des éoliennes terrestres à axe horizontal de gamme industrielle, d'une puissance nominale de 3,6 MW, relevant de la classe IEC IA, IIIA ou S. Elles seront raccordées au réseau national de distribution électrique d'Electricité Réseau Distribution France.

La distance inter-éolienne sera la suivante (éoliennes les plus proches) :

Tableau 13: Distance entre les éoliennes du parc de Pavelotte

	E1	E2	E3
E1		512,5 m	1016,5 m
E2	512,5 m		504,2 m
E3	1016,5 m	504,2 m	

Le poste de livraison électrique est situé à environ 53 m au Sud-est de l'éolienne E2 sur la commune de Nomécourt

Les différentes composantes du parc installé sont reprises dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Caractéristiques du modèle d'éoliennes projetées sur le futur parc de Pavelotte

	VESTAS – V126 – 3,6 MW
Hauteur totale	150 m
Hauteur du mât au moyeu (H)	87 m
Tour	Tour tubulaire en acier
Diamètre du rotor (D)	126 m
Longueur de pale (R)	61,8 m
Largeur moyenne du mât (L)	4,28 m
Largeur à la base de la pale (LB)	2,59 m
Longueur du moyeu	5,46 m

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

	VESTAS – V126 – 3,6 MW
Longueur de pale sans prise en compte du ½ moyeu (R1)	61,8 m
Longueur de pale + longueur ½ moyeu (R2)	63 m
Nombre de pales	3
Matériau des pales	Coquille Epoxy renforcée de fibres de verre et de fibres de carbone
Surface balayée (en m ²)	12 469
Dimension nacelle (hauteur X longueur)	12,8 m X 4,2 m
Durée de vie	25 ans

Tableau 15 : Caractéristiques types du gabarit d'éoliennes projetées sur le parc de Nomécourt

Caractéristiques	Gabarit
Nombre de sections de la tour	5 sections
Nombre de pales	3
Matériau des pales	Matériau composite constitué de fibres de verre, renforcées de résine de polyester
Surface balayée (en m ²)	12 469m ²
Poids approximatifs :	
Poids nacelle :	70 t
Rotor :	24 t
Pale :	14,5 t
Tour :	300 t
Durée de vie	25 ans

L'ensemble des données techniques reprises ci-après dans le document a été fourni par VESTAS.

❖ Production électrique des éoliennes installées

Le domaine de fonctionnement des éoliennes potentiellement installées sur le parc objet de ce dossier est le suivant :

Tableau 16: Domaine de fonctionnement des éoliennes envisagées pour le parc éolien

Domaine de fonctionnement	VESTAS V126-3,6 MW
• Vitesse minimale de vent :	3 m/s
• Vitesse maximale de vent (vitesse de coupure) :	22,5 m/s
• Température ambiante minimale et maximale :	-20 °C à + 40 °C

Si un des paramètres ci-dessus se trouve hors du domaine de fonctionnement, l'éolienne est mise à l'arrêt.

Sous des vitesses de vents réduits, les éoliennes n'atteignent pas leur production nominale. Dans ce cas, le système assure une production partielle. Si la vitesse de vent atteint la valeur nominale de productivité de l'éolienne, la production est constante jusqu'à ce que la limite haute de vent soit atteinte.

❖ Fondations

Le dimensionnement et la construction des fondations sont soumis en France au Contrôle Technique Obligatoire.

Le massif de fondation des éoliennes en béton armé assure l'ancrage de l'éolienne au sol. Il sera conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2 (qui définit les principes généraux de calcul des structures en béton).

Remarque : le parc éolien ne sera pas réalisé sans que des sondages géotechniques soient effectués au droit de chaque implantation projetée afin de concevoir la fondation adaptée au contexte stationnel.

La figure suivante présente la vue générale d'une fondation pour une éolienne VESTAS.

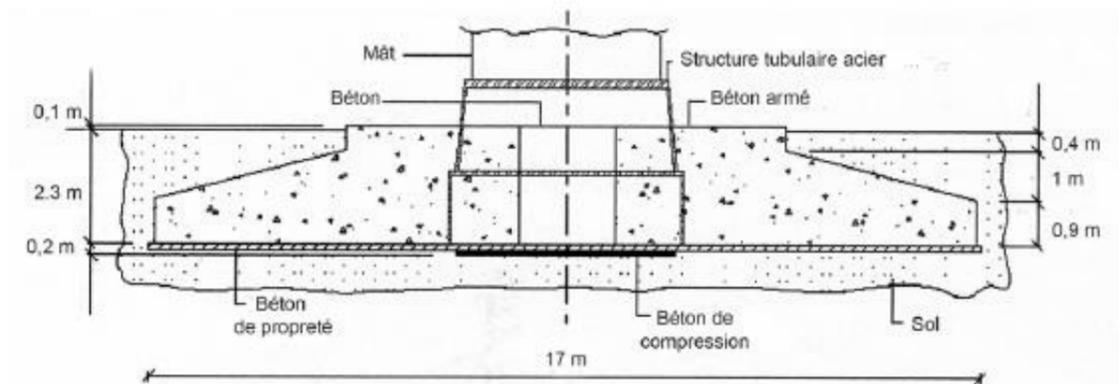


Figure 23: Vue générale d'une fondation pour éolienne VESTAS

[Source : VESTAS]

❖ Rotor et pales

Le rotor est la partie tournante externe de l'éolienne. Il est composé du moyeu et des pales.

Il doit être toujours être orienté face au vent pour optimiser son rendement. C'est la rotation du rotor qui permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur.

Les pales peuvent pivoter d'environ 90 degrés sur leur axe grâce à des vérins hydrauliques montés dans le moyeu. La position individuelle et l'angle des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison, appelé « Système Pitch ». Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle des pales. Le « Système Pitch » est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne. Ce système sert aussi de frein dynamique en positionnant les pales en position drapeau (position où elles offrent le moins de prise au vent) lorsque l'ordre en est donné via les outils de contrôle ou de commande, conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique).

Le nombre impair de pales permet d'augmenter la stabilité de l'éolienne. Chaque pale est indépendante et équipée de son propre pitch (control) system afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande. La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.

❖ Nacelle

La nacelle est constituée d'un habillage aérodynamique. Elle contient :

- Une plateforme de travail et de montage ;
- Un générateur ;
- Un moyeu.

Les principaux éléments de la nacelle sont repris sur la figure suivante :

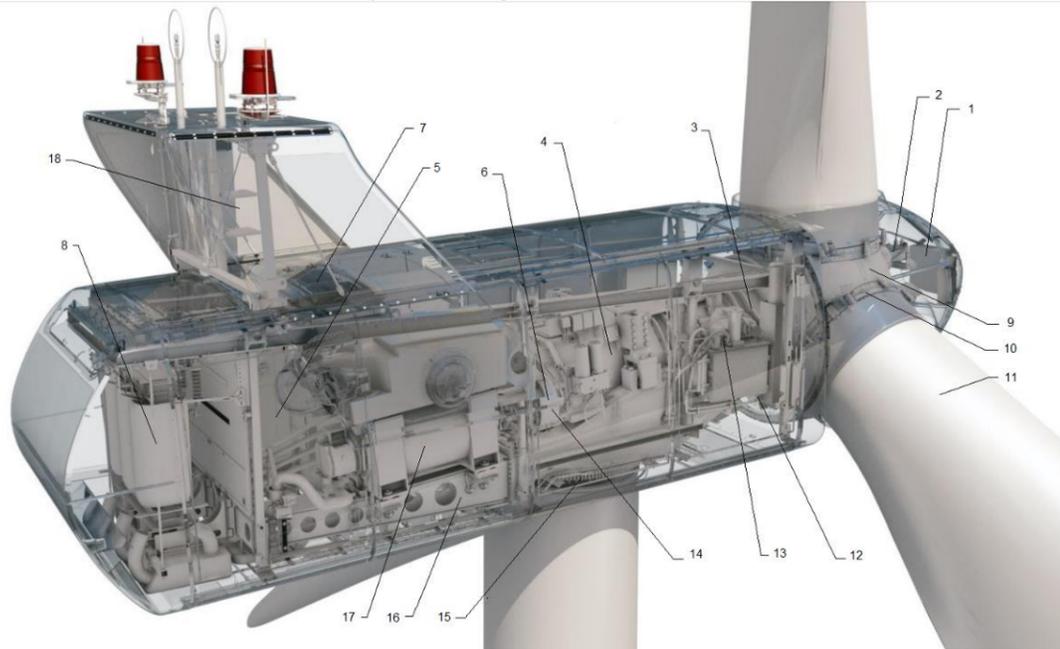


Figure 24: Vue générale d'une nacelle VESTAS

Légende

1) Régulateur du moyeu	10) Roulement de pale
2) Vérin de réglage de pas	11) Pale
3) Arbre principal	12) Verrouillage moyeu
4) Multiplicateur (« Gearbox »)	13) Bloc hydraulique
5) Armoire de régulation	14) Disque d'accouplement
6) Frein à disque	15) Couronne d'orientation (« yaw system »)
7) Treuil	16) Châssis
8) Transformateur 20 kV	17) Alternateur
9) Moyeu de pale	18) Refroidissement d'alternateur

[Source VESTAS]

❖ Système d'orientation de la nacelle (« yaw system »)

Le système d'orientation (« yaw system ») permet à la nacelle de s'orienter face au vent. Il est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs (moteur électrique + systèmes d'engrenages à vis sans fin) solidaires de la nacelle, dont les arbres de sortie comportent un pignon s'engrenant sur une couronne dentée solidaire de la tour. Ces dispositifs permettent la rotation de la nacelle et son maintien en position face au vent. La vitesse

maximum d'orientation de la nacelle est de moins de 0,5 degrés par seconde soit environ une douzaine de minutes pour faire un tour complet.

Le système de contrôle des éoliennes VESTAS optimise l'orientation de la nacelle en fonction de la direction et de la vitesse du vent mesurée. A partir d'une vitesse de 3 m/s, l'éolienne s'oriente face au vent et produit de l'électricité. Au-delà de 20 m/s, l'éolienne s'arrête de produire.

❖ Le multiplicateur (GEARBOX)

Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent » qui tourne à la vitesse du rotor (9,6 à 17 tours par minute), connecté au multiplicateur. Le multiplicateur (GearBox) permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur de l'ordre de 100, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 960 à 1700 tours par minute.

Un disque de frein à commande hydraulique est monté sur l'arbre rapide du multiplicateur pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.

❖ Générateur et transformateur

Les éoliennes VESTAS sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable. Le générateur convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Il délivre une tension de 690 V en courant alternatif, dirigée vers le transformateur élévateur de tension sec (localisé dans une pièce fermée à l'arrière de la nacelle) pour être élevée jusqu'à 20 000 V.

Le courant de sortie est régulé par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Pour l'éolienne VESTAS, le dispositif de contrôle « VESTAS Converter System » (VCS) permet de réguler le fonctionnement du générateur (contrôle de la puissance injectée dans le générateur et de celle injectée dans le réseau en fonction des régimes de marche, basculement régime étoile-triangle, contrôle de la qualité du courant produit, ...).

Le courant de sortie est régulé par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public.

❖ Tour / mât

La tour des éoliennes (également appelée mât), autoportante, supporte la nacelle et le rotor. Ses caractéristiques sont adaptées au diamètre du rotor, à la classe des vents, à la topologie du site et à la puissance recherchée.

❖ Dispositifs de manutention

Afin de faciliter les opérations de maintenance (maintenance de matériel), un palan électrique à chaîne disposé sur une poutre roulante, est implanté dans la nacelle.

En partie arrière de la nacelle, entre le local transformateur et le générateur, une trappe relevable est aménagée dans le plancher afin de permettre, avec ce palan, de hisser depuis le sol les pièces de rechange ou les outils.

❖ Poste de livraison

Les éoliennes d'un même champ éolien sont raccordées au réseau électrique de distribution (ERDF ou régies locales) ou de transport (RTE) via un ou plusieurs postes de livraison. Ces postes font ainsi l'interface entre les installations et le réseau électrique. Chaque poste est équipé d'appareils de comptage d'énergie indiquant

l'énergie soutirée au réseau mais également celle injectée. Il comporte aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont. Les liaisons électriques entre éoliennes et poste(s) de livraison sont assurées par des **câbles souterrains**.

Le poste de livraison électrique est situé à environ 53 m au Sud-est de l'éolienne E2 sur la commune de Nomécourt. Il a pour dimensions : longueur 9,2 m, largeur 2,8 m et hauteur hors sol de 3,39 m.

❖ Réseau inter-éolien

Le transport de l'électricité produite par les éoliennes jusqu'au poste de livraison se fera par un réseau de câbles enterrés dans des tranchées. Ceci correspond au réseau interne. Les liaisons électriques souterraines seront constituées d'une torsade de câbles HTA pour le transport de l'électricité, d'un ruban de cuivre pour la mise à la terre et d'une gaine PVC avec des fibres optiques qui permettra la communication et la télésurveillance des équipements. D'une puissance maximale de 9MW aux postes de livraison, ce réseau souterrain disposant d'une tension de service de 20 kV reliera les transformateurs 20kV/690kV situés dans chaque éolienne aux 2 postes de livraison localisés à l'extrémité de chaque ligne d'éoliennes. Un schéma-type de câble éolien est présenté ci-dessous :



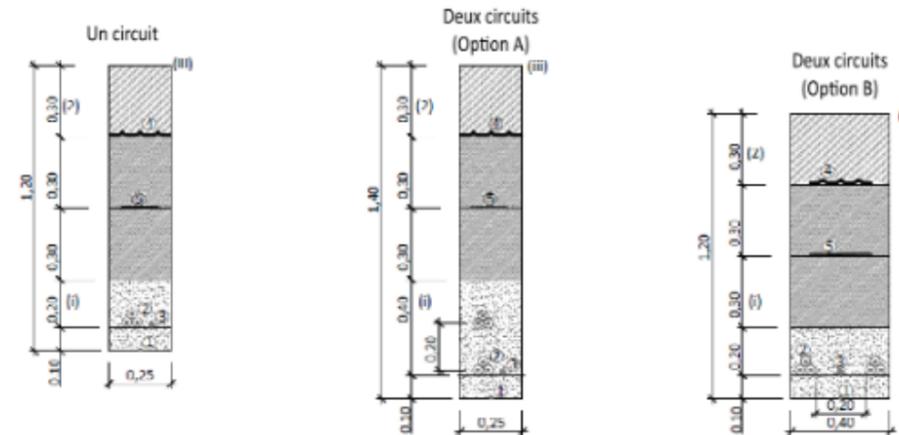
A l'aide d'une trancheuse, les câbles protégés de gaines seront ainsi enterrés dans des tranchées de 1,2 à 1,4 mètre de profondeur et de 25 à 40 centimètres de largeur. Au sein du parc, les câbles inter-éoliens seront autant que possible enterrés en accotement des chemins existants ou créés afin de limiter les impacts visuels et environnementaux. Les tranchées seront remblayées à court terme afin d'éviter les phénomènes de drains, de ressuyage ou d'érosion des sols par la pluie et le ruissellement. Le passage de câble fera l'objet des procédures de sécurité en vigueur. Pour le passage sous les voies de circulations des mesures de sécurité seront prises afin de garantir la sécurité des ouvriers et celle des automobilistes (ex : signalisation, circulation alternée ...). A noter que la présence de câbles enterrés au sein des parcelles cultivées ne présente pas de contrainte particulière compte tenu de la profondeur des tranchées. Par ailleurs, il est précisé que, sur les portions de voirie abritant des canalisations d'eau potable enterrées, une attention particulière sera portée au tracé du raccordement électrique : celui-ci pourra se faire sous l'accotement opposé aux canalisations d'eau.

Coupe-type tranchée raccordement électrique



(i) - En cas d'absence de sable, le câble sera enveloppé dans un geotextile

Coupe-type tranchée raccordement électrique (passage sous voirie)



(ii) - Les solutions avec des carreaux préfabriqués, du béton ou sans protection mécanique doivent être définies durant la phase projet par l'ingénieur travaux

(iii) - Si la route empruntée est déjà couverte d'un revêtement, la même solution peut être adoptée en respectant l'épaisseur réglementaire demandée par le gestionnaire

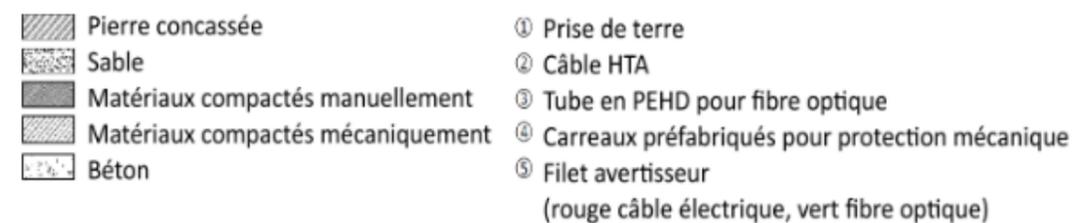


Figure 25: Coupe type de tranchée pour le raccordement électrique

❖ Installations électriques externes

Les installations électriques externes respecteront le décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 pris pour l'exécution des dispositions du livre II du code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions du travail) en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques complété par les référentiels normatifs NFC-15-100 pour la basse tension, et NFC-13-100 et NFC-13-200 pour la haute tension.

❖ L'alimentation électrique de l'éolienne

Pour son fonctionnement, une éolienne nécessite une alimentation électrique pour :

- le fonctionnement de certains équipements ;
- l'excitation de la génératrice ;
- le contrôle commande ;
- l'éclairage.

L'alimentation électrique de l'éolienne sera fournie :

- soit par l'éolienne elle-même ;
- soit par le réseau électrique lors des phases d'arrêt de l'éolienne.

Des onduleurs (ou UPS, Uninterruptible Power Supply) seront utilisés pour assurer temporairement l'alimentation des balisages lumineux et des systèmes de commande en cas de perte du réseau d'alimentation public. Ces systèmes permettent notamment de pallier aux dysfonctionnements liés aux microcoupures électriques. En cas de perte d'alimentation, l'éolienne est rapidement mise en sécurité avec un arrêt progressif du rotor.

Les tensions électriques dans les différentes parties de l'installation (éolienne, transformateur, câbles souterrains, local technique, poste de livraison...) sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau 17: Tensions dans les différents équipements de l'aérogénérateur

Equipement	Tension dans les différents équipements de l'aérogénérateur
Générateur	690 V
Câbles HT	20 000 V
Transformateur	0,69 kV -> 20 kV
Système Auxiliaire	240 V ou 400 V
Système d'alimentation sans coupure (UPS)	124 ou 48V

❖ Les voies 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 routes ou chemins forestiers existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés.

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

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

Aucune clôture ne sera construite autour des constructions ou accès.

L'accès aux éoliennes se fera par la route départementale D60 au sud. Les chemins ruraux existants seront utilisés de manière privilégiée, et renforcés, afin d'éviter la création de nouveaux chemins qui consommeraient de l'espace agricole. Ainsi, de la D60, les chemins empruntés sont les suivants :

- Pour accéder à l'éolienne E1 : voie communale de Nomécourt à Sommermont ;
- Pour accéder aux éoliennes E2 et E3 : chemin d'exploitation du Château puis chemin d'exploitation du Brossé. Un seul nouveau chemin sera créé afin de desservir l'éolienne E3 depuis ce chemin.

La surface des chemins à créer pour accéder aux éoliennes pour l'ensemble du parc de Pavelotte est d'environ 900 m². Le parc nécessite la réalisation de chemins d'une longueur totale de 180 m et emprunte des chemins existant pour une longueur de 1140 m.

Aucune clôture ne sera construite autour des constructions ou accès.

❖ Effectifs

L'activité associée aux éoliennes ne nécessite pas de présence permanente de personnel. De ce fait, aucune personne en charge de l'exploitation du parc éolien ne sera présente sur le site.

❖ Exploitation des installations

La maintenance des équipements et les autres interventions d'urgence seront réalisées par le personnel du constructeur d'éoliennes choisi dans le cadre d'un contrat de maintenance de longue durée pour le suivi télé-opérationnel des machines, et toute intervention, lourde ou légère.

Les horaires de travail du personnel sur le site seront variables en fonction de l'ampleur des opérations de maintenance.

Les aérogénérateurs sont tous intégrés dans le système de surveillance SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs.

Ce système est facile à configurer et à s'adapter à n'importe quelle disposition d'un parc éolien, y compris ceux avec une grande variété de modèles d'éoliennes. Il peut rapidement et de manière fiable relier n'importe quelle topologie de parc éolien basé sur la technologie de réseau Ethernet. Il peut également intégrer des installations de parcs éoliens comme sous-stations électriques, les équipements de puissance réactive, batteries de condensateurs, etc

Ce système prend en charge une grande variété de protocoles de communication utilisés dans les systèmes de parcs éoliens. La communication avec les éoliennes est basée sur un protocole robuste et efficace.

Avec ce système, l'utilisateur peut effectuer les tâches suivantes en permanence :

- Suivre et surveiller l'équipement du parc éolien ;
- Être informé de la production d'énergie de chaque éolienne dans le parc éolien ;
- Surveiller les alarmes pour les différents éléments du parc éolien en temps réel et afficher le journal des alarmes ;
- Envoyer des ordres directs pour les éoliennes (démarrer, mettre en pause ou de passer en mode d'urgence) et les sous-stations ;
- Analyser l'évolution des variables au cours du temps d'une manière simple, grâce aux graphiques de tendances ;
- Créer des rapports de production et la disponibilité ;
- Intégrer l'équipement de compensation de puissance réactive ;
- Gérer la maintenance prédictive.

Ces données se conforment à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement :

- chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur ;
- l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur ;
- l'exploitant dresse la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels du constructeur retenu ou de la société EOLE DE PAVELOTTE, formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité. Toutes les interventions (pour montage, maintenance, contrôles) font l'objet de 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.

4.2.2. Sécurité de l'installation

L'objectif de ce paragraphe est de montrer que l'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité.

Le porteur de projet justifie dans la Notice Descriptive disponible en Pièce II du dossier d'Autorisation Environnementale que son installation est conforme aux prescriptions relatives à la sécurité citées dans l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980.

Les divers types d'éoliennes font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes

internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

- la norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception » spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. La présente norme concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien ;
- la norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « essais de conformité et certification » définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performances, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques ;
- la norme CEI/TS 61400-23:2001 Avril 2001 intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

Le porteur de projet s'engage à n'utiliser que des machines dûment certifiées conformes aux normes internationales fixées par la CEI et NF. Un certificat de conformité sera dûment demandé auprès du constructeur à cet effet.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- la génératrice est construite suivant le standard IEC60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par la norme ISO81400-4 ;
- la protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4 ;
- la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004 relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques ;
- le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

Les machines installées seront équipées de différents dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de pouvoir stopper le fonctionnement de l'éolienne en toute sécurité (et donc limiter les risques associés à l'installation) suite à la détection de dysfonctionnements ou des conditions climatiques difficiles.

❖ 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.

Bien qu'une seule pale en drapeau (frein aérodynamique) suffise à stopper l'éolienne, cette dernière possède 3 freins aérodynamiques indépendants (un frein par pale).

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.

En cas d'urgence (par exemple, en cas de coupure du réseau), chaque pale du rotor est mise en sécurité en position de drapeau par son propre système de réglage de pale d'urgence alimenté par batterie. L'état de charge et la disponibilité des batteries sont garantis par un chargeur automatique.

❖ Système de protection foudre

Les aérogénérateurs sont protégés contre les effets de la foudre par un système de transmission qui va des récepteurs de la pale et de la nacelle à la fondation, à travers l'enveloppe protectrice, le châssis et la tour.

Ce système empêche le passage de la foudre à travers les composants qui sont sensibles à ces décharges. Le système électrique comporte également une protection contre les surtensions supplémentaires.

Tous ces systèmes de protection sont conçus pour obtenir une protection maximale, conformément aux normes CEI 62305. IEC 61400 et IEC61024, considérées comme les normes de référence.

❖ Système de détection de givre / glace

Les dépôts de glace et de givre peuvent réduire le rendement et accroître la sollicitation du matériel (déséquilibre du rotor) et la nuisance sonore. La glace formée peut également présenter un danger pour les personnes et les biens en cas de chute ou de projection.

La commande de l'éolienne mesure, à l'aide de deux sondes de température indépendantes, la température de l'air sur la nacelle et en pied du mât, afin de détecter si les conditions sont propices à la formation de givre.

❖ Système de surveillance des principaux paramètres

Les machines installées seront équipées de différents dispositifs de surveillance et de contrôle garantissant la sécurité de l'éolienne, notamment :

- Surveillance des vibrations et turbulences ;
- Surveillance des échauffements et températures ;
- Surveillance de pression ;
- Surveillance de niveau d'huile ;
- Surveillance de niveau du circuit de refroidissement ;
- Surveillance des dysfonctionnements électriques ;
- Surveillance des vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent ;
- Surveillance de la vitesse du vent ;
- Surveillance de la vitesse de rotation de l'éolienne.

Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité sont surveillées par un système électronique et, en plus, là où cela est requis, par l'intervention à un niveau hiérarchique supérieur de capteurs mécaniques. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.

❖ Opération de maintenance de l'installation

Il existe deux types de maintenance :

- la maintenance préventive : elle consiste à changer les composants des éoliennes suivant leur cycle de vie. De plus, suivant un calendrier précis, les éléments les plus sollicités sont régulièrement vérifiés par des entreprises compétentes. Cette maintenance est réalisée par le personnel du constructeur qui sera choisi ;

- la maintenance curative : elle consiste à changer les composants lorsque ceux-ci sont en panne. Cette maintenance est réalisée par le personnel du constructeur qui sera choisi.

La maintenance est généralement composée d'une à plusieurs équipes de deux personnes compétentes dont le rayon d'action n'excède pas la centaine de kilomètres. Ainsi, leur intervention est rapide toute l'année et 24h/24.

Des opérations de maintenance périodique seront programmées tout au long des années de fonctionnement des éoliennes afin de vérifier l'état et le fonctionnement de leurs sous-systèmes, détaillées dans les procédures spécifiques.

Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

❖ Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes, ou dans le poste de livraison du parc éolien.

Toutefois, ponctuellement lors des maintenances lourdes, le responsable du site en charge de la maintenance peut exceptionnellement accepter un stockage temporaire sur les rétentions du local à déchet. Les recommandations sécurité pour ce cas sont indiqués dans le plan de prévention pour chacun des parcs éoliens en fonctionnement, comme illustré ci-dessous.

4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1. Raccordement électrique

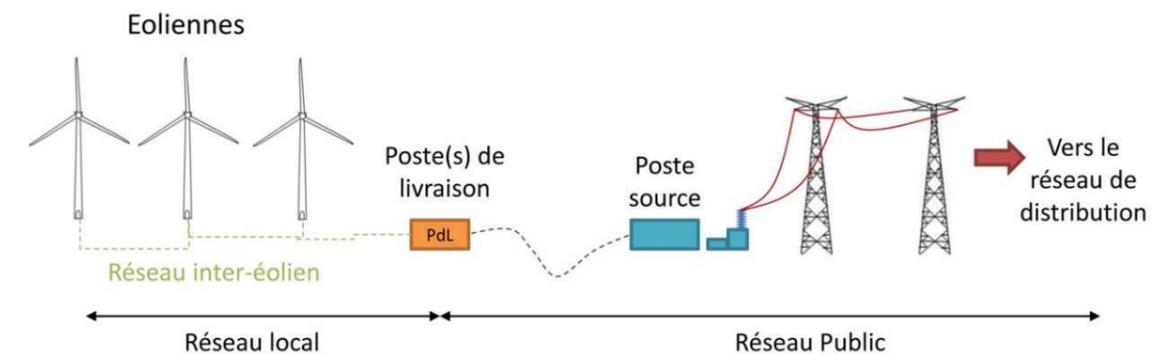


Figure 26: Raccordement électrique des installations

4.3.1.1. Réseau inter-éolien

Les liaisons électriques inter-éoliennes et entre les éoliennes et le poste de livraison seront assurées par des câbles souterrains.

4.3.1.2. Poste de livraison et réseau électrique externe

La tension à la sortie de chaque poste de livraison est de 20 kV (20 000 V). Tout le transport de l'énergie se fera en souterrain du site au poste de livraison et du poste de livraison au poste source Brousseval à une distance de 10 km au Nord-ouest.

A noter qu'une seule liaison électrique relie l'éolienne au réseau public, cette liaison fonctionnant en alimentation du réseau lors du fonctionnement de l'éolienne et en retour depuis le réseau lors des phases d'arrêt.

4.3.1.3. Autres réseaux

Aucun véritable réseau autre que le réseau électrique (par exemple réseau de gaz, d'alimentation en eau potable ou d'assainissement) ne sera présent sur le futur parc éolien car non nécessaires pour son fonctionnement. Pour chaque câble, des gaines blindées visant à limiter au maximum tout rayonnement électromagnétique seront utilisées.

Il n'existera pas de puits ou de captage d'eau potable ou industrielle sur le terrain.

4.4. Organisation de la sécurité sur site

Les éléments relatifs aux moyens de protection et de prévention sont détaillés ci-dessous :

- accès limité sur site selon procédure stricte ;
- contrats de maintenance périodique de l'ensemble des équipements présents ;
- consignes d'exploitation ;
- plan de prévention établi entre l'entreprise utilisatrice et l'entreprise extérieure ;
- systèmes de détection incendie ;
- moyens internes de lutte contre l'incendie : un extincteur sera présent dans la nacelle et un extincteur sera disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu), accessibles, adaptés aux risques, signalés et contrôlés. A l'heure actuelle, les éoliennes ne sont pas équipées de systèmes fixes d'extinction incendie ;
- accès pour les pompiers possible avec un véhicule spécialisé ;
- formation du personnel aux risques encourus sur site.

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour le montage, pour l'exploitation et la maintenance, sont des personnels de porteur de projet et/ou du constructeur retenu formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité. Toutes les interventions (pour montage, maintenance, contrôles) font l'objet de 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.

5. Identification des potentiels de dangers de l'installation

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger »)⁶, 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.

5.1. Potentiels de dangers liés aux produits

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

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

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

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit ne sera stocké dans les aérogénérateurs, dans le poste de livraison ou à l'extérieur des installations.

L'ensemble des informations concernant les dangers pour la santé et l'environnement lié à l'utilisation des produits dangereux et les mesures préventives à adopter est fourni dans les fiches de données sécurité (FDS) qui seront affichées sur site.

Les chapitres qui suivent ont pour but de synthétiser les dangers des produits stockés et utilisés sur le site sur la base de leurs propriétés.

5.2. Classification des substances dangereuses

Les substances stockées ou employées sur site peuvent être associées à un symbole de risque. Le classement donné est conforme au règlement CLP n°1272/2008 du 16 décembre 2008 à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006.

5.2.1. Produits mis en œuvre sur le site

Les produits présents en phase d'exploitation sont :

- l'huile hydraulique et l'huile de lubrification ;
- les graisses pour les roulements et systèmes d'entrainements ;
- l'antigel ;
- les lubrifiants, décapants, produits de nettoyage
- gaz utilisé comme milieu isolant (SF₆).

Ces substances ou produits chimiques seront présents en quantité restreinte sur le futur parc éolien. Leurs caractéristiques sont reprises dans le tableau de synthèse ci-après.

Tableau 18 : Caractéristiques des produits chimiques présents

Produits	Utilisation	Risques	Quantité approximative
Huile hydraulique	Utilisée pour le circuit haute pression (centrale hydraulique utilisée pour maintenir en pression le circuit d'huile servant à l'orientation des pales et le circuit de frein)	Inflammable. Nocif pour l'Homme	Environ 300 litres
Huile de lubrification	Utilisée au niveau du multiplicateur	/	Environ 400 litres dans chaque éoliennes
Antigel	/	Nocif pour l'Homme	/
Eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol)	Utilisée comme liquide de refroidissement	/	Environ 120 litres
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	Gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique (possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important)	/	La quantité présente varie suivant le nombre de caissons composant la cellule : entre 1,5 kg et 2,15 kg

Aucune mesure n'a été prise pour protéger le parc éolien des accidents majeurs de transport de matières dangereuses sur les voies de communication qui ne sont pas liés à son activité.

De plus, les faibles quantités transportées de produits dangereux pour son activité ne justifient pas la mise en place d'une procédure spécifique.

⁶ 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

5.2.2. Analyse des potentiels de dangers présentés par les incompatibilités entre les produits mis en jeu et entre les produits et les matériaux

5.2.2.1. Règles d'incompatibilité

De façon à ne pas accroître les potentiels de danger, certains produits présentent des incompatibilités. Les substances appartenant à des classes de risques différentes selon le tableau des incompatibilités des produits chimiques ci-dessous, doivent être placées dans des zones de stockage séparées.

C'est le cas par exemple des substances comburantes et inflammables, qui stockées ensemble, présenteront un risque plus important.

	 Inflammable	 Comburant	 Corrosif	 Toxique	 Nocif	 Nocif / Irritant
 Inflammable	+	×	×	×	×	+
 Comburant	×	+	×	×	×	×
 Corrosif	×	×	Base - Base + Acide - Acide + Acide - Base ×	×	×	×
 Toxique	×	×	×	+	+	+
 Nocif	×	×	×	+	+	+
 Nocif / Irritant	+	×	×	+	+	+

Figure 27 : Grille de compatibilité des produits dangereux



Les produits compatibles peuvent être stockés ensemble



Les produits incompatibles ne doivent pas être stockés ensemble

5.2.2.2. Application au site

Compte-tenu des matières stockées, aucune précaution particulière de séparation des produits selon les règles d'incompatibilité n'est réalisée sur le site.

A noter qu'il n'y a pas d'incompatibilité vis-à-vis des matériaux utilisés pour le stockage des produits présents, les matériaux étant adaptés aux produits.

Aucun produit ne présente d'instabilité particulière.

La réaction chimique ne sera pas retenue pour la suite de l'étude.

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

Pour le site étudié, il n'existe pas de procédé industriel en tant que tel.

Les éoliennes peuvent présenter des défaillances et présenter un risque pour l'environnement, les infrastructures et les populations environnantes, malgré les équipements de sécurité et les maintenances réalisées.

Les équipements identifiés en première approche comme dangereux et susceptibles, en cas de défaillance, de conduire à des effets de nature à porter atteinte aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement sont repris ci-après.

Il n'existera pas de stockage aérien et/ou enterré de produits dangereux sur le parc, ni d'opération de transfert de ce type de produits dans les équipements.

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Pavelotte sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Synthèse des potentiels de dangers liés aux équipements

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
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

N.B : Ne sont pris en compte que les événements physiquement vraisemblables, à l'exclusion de ceux résultant des actes de malveillance.

Compte tenu des caractéristiques des équipements, ceux-ci seront retenus pour la suite de l'étude, un incident physique ayant une probabilité non nulle.

5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

Conformément à la circulaire du 28 décembre 2006 et au guide du 25 juin 2003, relative aux principes généraux des études de dangers des ICPE, la réduction des potentiels de dangers peut être obtenue de différentes manières :

- en supprimant ou substituant aux procédés et aux produits dangereux, à l'origine de ces dangers potentiels, des procédés ou produits présentant des risques moindres ;
- en réduisant autant qu'il est possible le potentiel présent sur le site sans augmenter les risques.

5.3.1. Principales actions préventives

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

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

Pour l'équipement en lui-même :

Le Maître d'Ouvrage installera sur le site des éoliennes de dernière technologie limitant ainsi le risque d'incident.

Pour les pales :

Le projet intègre uniquement des éoliennes tripales, permettant ainsi de limiter les vibrations et la fatigue du rotor.

Pour l'emplacement des éoliennes :

Les éoliennes ont été implantées à une distance de plus de 500 m des premières habitations.

Substitution des produits utilisés :

Les huiles et lubrifiants utilisés sont des produits de base des installations de réparation et de maintenance qui ne peuvent être remplacés.

Pour les zones de manipulation de produits dangereux :

Afin de limiter la pollution des sols et du sous-sol lors d'un déversement accidentel, la zone de fondation est bétonnée.

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

Autres :

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

❖ En ce qui concerne les potentiels de dangers extérieurs au site :

Pour la foudre :

Il n'est pas possible d'agir pour supprimer ou diminuer le nombre d'impacts de foudre. Une protection contre la foudre est installée sur les éoliennes de façon à ne pas ajouter aux risques potentiellement existants, de facteur aggravant qui pourrait conduire :

- à l'apparition d'un incendie ;
- de matières combustibles ou de matériaux inflammables,
- de construction,
- à des discontinuités dans l'écoulement des courants de foudre préjudiciables dans le cas d'atmosphères explosibles (gaz, vapeurs, poussières en couche ou en nuage).

Toutes les éoliennes du constructeur envisagé sont équipées d'un système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400. Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. En effet, le point haut de l'éolienne représente un point singulier en cas d'orage. De plus, les matériaux constituant la pale sont des matériaux synthétiques (résine et fibre de verre) mauvais conducteurs électriques et donc ne facilitant pas l'écoulement des charges en cas de coup de foudre.

Les protections installées sont considérées comme suffisantes pour qu'une Analyse des Risques Foudre (ARF) ne soit pas à réaliser conformément à l'Arrêté du 15 janvier 2008 et à sa circulaire du 24 avril 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées

Pour le Transport de Matières Dangereuses :

Aucune mesure n'a été prise pour protéger le parc éolien des accidents majeurs de transport de matières dangereuses sur les voies de communication qui ne sont pas liés à son activité.

De plus, les faibles quantités transportées de produits dangereux pour son activité ne justifient pas la mise en place d'une procédure spécifique.

5.3.2. Utilisations des meilleures techniques disponibles

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la Directive n° 2010/75/UE du 24/11/10 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), dite directive IED, afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

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

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

6. Analyse des retours d'expérience

L'objectif de ce chapitre de l'étude de dangers est de rappeler les différents incidents et accidents qui sont survenus dans la filière éolienne :

- afin d'en faire une synthèse en vue de l'analyse des risques pour l'installation ;
- afin d'en tirer des enseignements pour une meilleure maîtrise du risque dans le parc éolien projeté.

Les accidents et incidents représentatifs ont été analysés pour établir un retour d'expérience au bénéfice de l'exploitation du site. Il n'existe à ce jour aucune véritable base de données en France recensant les accidents dans les parcs éoliens. L'accidentologie a été analysée sur la base :

- de l'état des accidents et incidents survenus sur les parcs exploités par le porteur de projet ou ses filiales (données fournies par le développeur – accidentologie interne) ;
- de l'état des accidents répertoriés dans le cadre d'activités similaires (accidentologie externe).

A noter que les bases de données consultées ne regroupent que les accidents ou incidents déclarés et connus. Aucune obligation de déclaration des accidents ou incidents sur des aérogénérateurs n'était obligatoire avant le classement en ICPE de ces installations. Le recensement des accidents présenté est basé sur l'honnêteté de la communication des constructeurs ou exploitants de parcs éoliens. L'ensemble des tableaux suivants ne saurait donc être exhaustif. Cette synthèse exclut les accidents du travail (hors champ ICPE) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

Dans les tableaux qui suivent, sont repris les accidents pertinents liés aux activités et installations étudiées survenus sur des installations et activités similaires à celles objet de notre étude et leur typologie/conséquences. Sont également présentés les moyens de protection et de prévention adoptés par le constructeur retenu et/ou EOLE DE PAVELOTTE afin de supprimer ou de réduire les conséquences de l'accident.

6.1. Inventaire des accidents et incidents en France

Cette étape d'analyse de l'accidentologie permet, le cas échéant, de compléter la liste des événements redoutés. Une étude des accidents ayant impliqué le même type d'installation a été réalisée sur la base :

- De la base de données ARIA exploitée par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI)⁷ du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement ;
- Du rapport sur la sécurité des installations éoliennes de juillet 2004 du Conseil général des Mines (N° 04-5) ;
- De données issues de la Fédération de l'Énergie Éolienne (FEE) ;
- De données collectées sur des sites traitant du domaine de l'éolien (Vent de colère, Vent du bocage, Caithness Windfarm Information Forum, ...).

⁷ Cette base de données dresse l'inventaire des accidents technologiques et industriels survenus en France et dans le monde. Elle recense essentiellement les événements accidentels qui ont ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées ne peut être considéré comme exhaustif. Les accidents survenus hors des installations mais liés à leur activité sont aussi traités, en particulier ceux mettant en cause le transport de matières dangereuses.

6.1.1. Analyse de la base de données ARIA

La recherche d'accident sur ARIA a été menée parmi les 47 000 accidents recensés à l'aide de mots-clés, de critères de typologie d'accident et de critères d'activité, repris dans le tableau ci-après. Les mots clés CODE NAF « D35-11 », « éolienne » et « aérogénérateur » ont été utilisés.

Les résultats de cette recherche mettent en évidence :

- 40 accidents français pertinents ;
- 4 accidents de travail (surlignés en gris).

Le tableau récapitulatif de ces accidents est en ANNEXE 1.

6.1.2. Analyse du rapport sur la sécurité des éoliennes du Conseil Général des Mines

Le rapport sur la sécurité des installations éoliennes de juillet 2004 du Conseil général des Mines (N° 04-5) mentionne les incidents suivants :

Pour la France :

Cinq incidents majeurs ayant entraîné des dégâts importants, voire la ruine de la machine (effondrement) ont été identifiés par la mission en France métropolitaine :

Novembre 2000 : le mât d'une machine VESTAS V39 de la ferme éolienne de Port-la-Nouvelle (Aude) s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale ;

28 décembre 2002 : lors de l'installation d'une des éoliennes (0,85 MW) du parc de Nevian Grande Garrigue (Aude) : une des pales s'est détachée et a entraîné l'effondrement du mât ;

1er janvier 2004 : au Portel (Boulogne-sur-Mer) cassure d'une puis des deux autres pales au niveau de la tête du rotor avec rupture du mât à mi-hauteur ;

20 mars 2004 : à Loon Plage (port de Dunkerque) couchage d'une éolienne avec le mât et une partie de sa fondation qui a été arrachée, suivi de l'éclatement de la nacelle, rotor et pales ;

Janvier 2018 : une éolienne du parc de Bouin (85) est tombée à la suite du passage de la tempête Carmen
 En 2001, bris de pales en bois ayant entraîné l'éjection de masses plus ou moins importantes à Salles-Limousis dans l'Aude (3 pales brisées retrouvées au pied des machines)

En février 2002, bris d'hélice et mât plié à Wormhout (Nord - 59) ;

Plusieurs fermes d'éoliennes auraient subi d'importants dégâts, et notamment des débuts d'incendie, par suite de coups de foudre.

A la date du rapport, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer.

Incidents et accidents de travail :

Comme précisé dans de nombreuses études, dont le document Éoliennes et santé publique - Synthèse des connaissances - Direction de la santé environnementale et de la toxicologie de l'Institut National de Santé Publique Du Québec, Septembre 2009, « les risques d'accident sont principalement liés aux phases de construction ou de démantèlement, à la maintenance d'un parc éolien et plus précisément au transport des composantes par des véhicules lourds, à la circulation de la machinerie de chantier, à l'assemblage de la structure et à la présence d'équipements sous haute tension ». Nous pouvons également noter les accidents liés au contact direct du personnel avec les éléments sous tension.

6.1.3. Analyse des données issues du Syndicat des énergies renouvelables (SER) et de France Energie Eolienne (FEE)

Une sélection des accidents répertoriés notamment par SER et FEE sur les 10 dernières années en France (hors accidents cités dans les chapitres ci-avant) est présentée chronologiquement par typologie dans le tableau ci-après :

Tableau 20: Accidentologie externe

Type d'événement	Date	Lieu	Puissance des éoliennes concernées (en MW)	Causes	Conséquences
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis (11)	0,75	Tempête	Bris de pale en bois sur une éolienne bipale
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis (11)	0,75	Dysfonctionnement du système de freinage	Bris de pales en bois sur trois éoliennes et morceaux disséminés sur 100 m
Rupture de pale	22/06/2004 et 08/07/2004	Pleyber-Christ (29)	0,3	Tempête	Survitesse puis projection de bouts de pale sur deux éoliennes à 50 m
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac (11)	0,75	Non précisée	Bris trois pales
Rupture de pale	2005	Wormhout (59)	0,4	Non précisée	Bris de pale
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ (29)	0,3	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Chute d'une pale de 20 m
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade (11)	0,66	Acte de malveillance	Incendie d'une éolienne qui s'est propagé jusqu'à la nacelle
Effondrement	03/12/2006	Bondues (59)	0,08	Tempête	Effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle suite au sectionnement du mât
Rupture de pale	31/12/2006	Ally (43)	1,5	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvin (29)	1,3	Défaut au niveau des charnières	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite)
Collisions avion avec deux éoliennes	04/04/2008	Plouguin (29), lieu-dit « Lescoat »	2	Obstination à atteindre la destination, en régime de vol à vue, par conditions météorologiques défavorables	Légère dégradation des pales des éoliennes par les extrémités des ailes gauche et droite de l'avion qui se trouvent sectionnées
Rupture de pale	19/07/2008	Erize la Brûlée (55)	2	Foudre et défaut de pale	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre
Incendie	28/08/2008	Vauvillers (80)	2	Problème au niveau d'éléments électroniques	Incendie de nacelle

Type d'événement	Date	Lieu	Puissance des éoliennes concernées (en MW)	Causes	Conséquences
Rupture de pale	26/12/2008	Raival (55)	2	Non précisée	Chute de pale
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène (84)	2,3	Coup de foudre	Bout de pale d'une éolienne ouvert
Incendie	21/10/2009	Froidfond Espinassière (85)	2	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Incendie de la nacelle
Effondrement	30/05/2010	Port-la-Nouvelle (11)	0,2	Rotor endommagé par effet de survitesse. La dernière pale 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	Effondrement d'une éolienne
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort (26)	0,75	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, survitesse	Emballement de 2 éoliennes et incendie de nacelle

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.

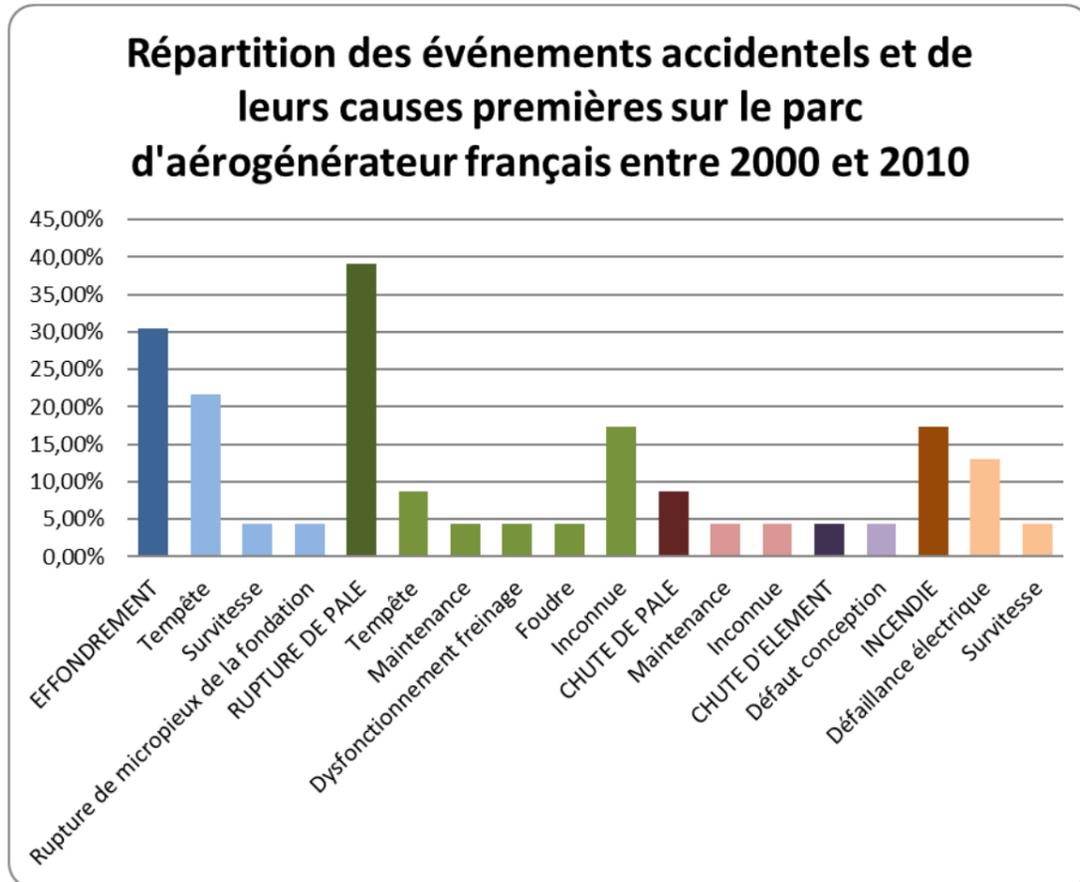


Figure 28 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2010

[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

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.

6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international

Caithness Windfarm Information Forum (CWIF) tient des statistiques mondiales sur les accidents de tout type d'éolienne (industrielle ou privée) de toute génération. La liste est arrêtée au 30 septembre 2018. A cette date, 2 314 accidents ont été répertoriés depuis les années 1970. Les statistiques des différents types accidents éoliens issues de cette base de données sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 21 : Statistiques des accidents éoliens (CWIF) (données au 30/09/2018)

Année	Projections de glaces	Dommages environnementaux (sur le site lui-même ou sur la faune)	Effondrements de structure	Incendies	Bris de pale	Nombre d'accident
Avant 2000	9	1	15	7	35	109
2000	0	0	9	3	4	30
2001	0	1	3	2	6	17
2002	2	1	9	24	15	70
2003	2	8	7	17	13	66
2004	4	1	4	16	15	60
2005	4	6	7	14	12	71
2006	3	5	9	12	17	83
2007	0	10	13	21	23	125
2008	3	21	9	17	20	131
2009	4	13	16	17	26	131
2010	1	19	9	13	20	120
2011	1	20	13	20	20	170
2012	1	20	10	19	28	168
2013	0	16	14	24	35	174
2014	1	21	13	19	31	164
2015	1	18	12	18	19	154
2016	3	22	11	28	21	165
2017	1	16	14	24	16	182
2018	2	17	5	19	12	123
TOTAL	42	236	202	334	388	2186

[Source : Caithness Windfarm Information Forum]

Le graphique suivant issu du guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens (Version de mai 2012) montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

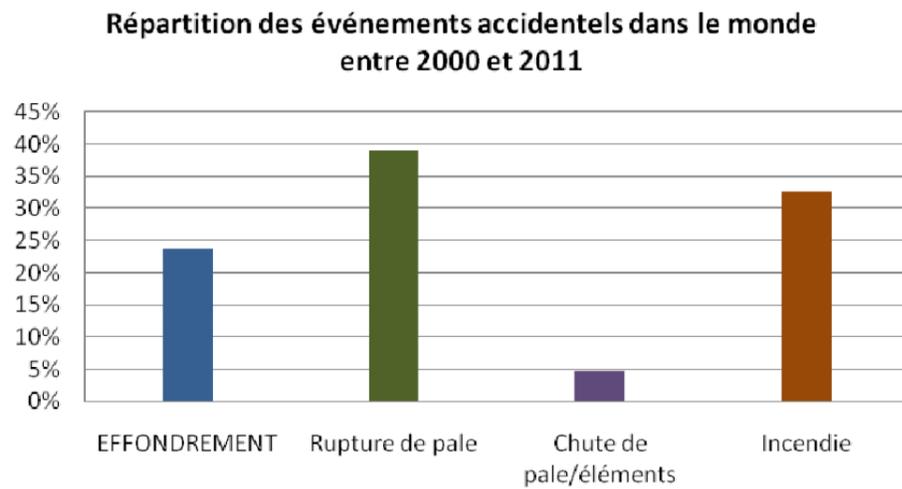


Figure 29 : Répartition des événements accidentels dans le monde

[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

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).

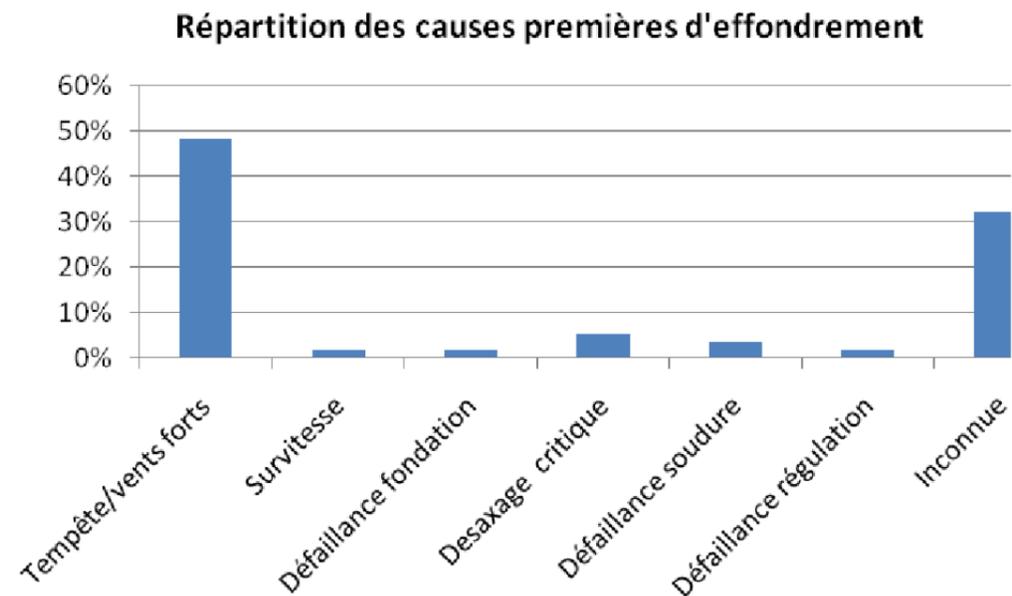


Figure 30 : Répartition des causes premières d'effondrement

[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

Répartition des causes premières de rupture de pale

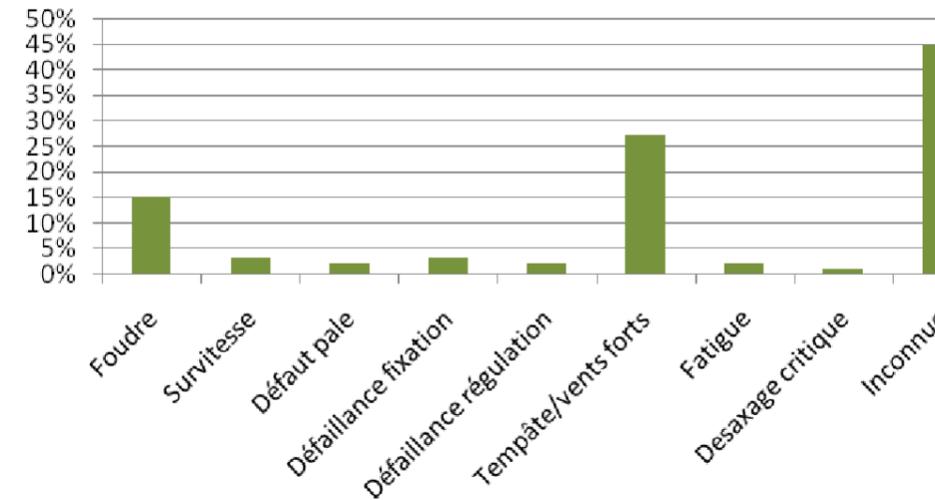


Figure 31 : Répartition des causes premières de rupture de pale

[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

Répartition des causes premières d'incendie

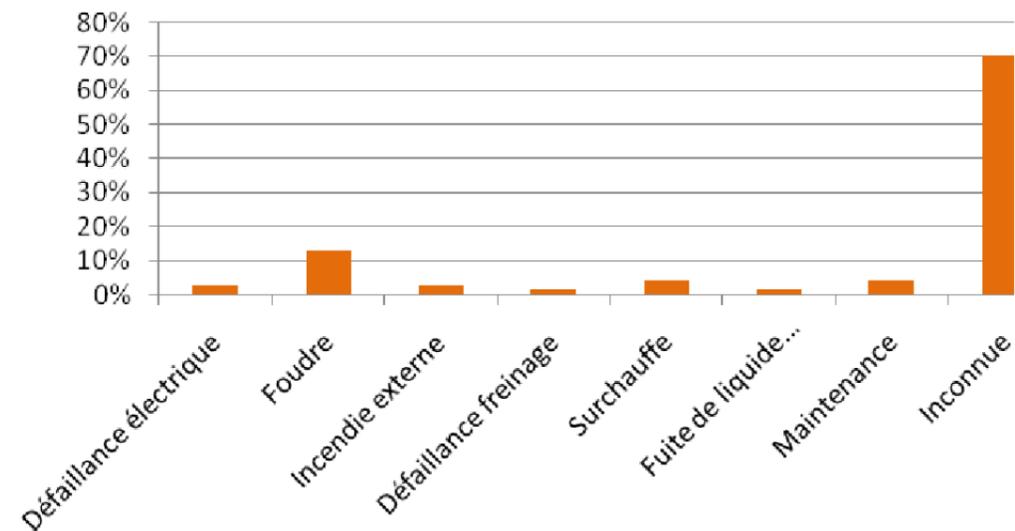


Figure 32 : Répartition des causes premières d'incendie

[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

D'après Caithness Windfarm Information Forum (CWIF), 138 accidents mortels ont été recensés :

- 111 accidents concernent des travailleurs de l'industrie éolienne (construction, entretien, etc.) ou des propriétaires/exploitants de petites éoliennes ;
- 72 décès concernent des personnes civiles (personnes à proximité, transport, accident d'avion, etc.)

Le tableau ci-dessous récapitule les pertes humaines liées aux accidents d'éoliennes :

Tableau 22 : Statistiques des accidents éoliens entraînant une perte humaine (au 30/09/2018)

Année	Nombre d'accident mortel
Avant 2000	24
2000	3
2001	0
2002	1
2003	4
2004	4
2005	4
2006	5
2007	5
2008	11
2009	8
2010	8
2011	15
2012	16
2013	4
2014	2
2015	7
2016	6
2017	9
2018	2

[Source : Caithness Windfarm Information Forum]

6.3. Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant

Le projet éolien objet de ce dossier est porté par la société Eole de Pavelotte, filiale de la société Les Vents Champenois. Les Vents Champenois est une société créée en 2013 suite à la décision des sociétés Calycé Développement et TTR Energy de réunir leurs compétences au sein d'une nouvelle entité.

Aucun accident n'a été répertorié sur les parcs en exploitation.

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

6.4.1. Analyse de l'évolution des accidents en France

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

La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant.

Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres.

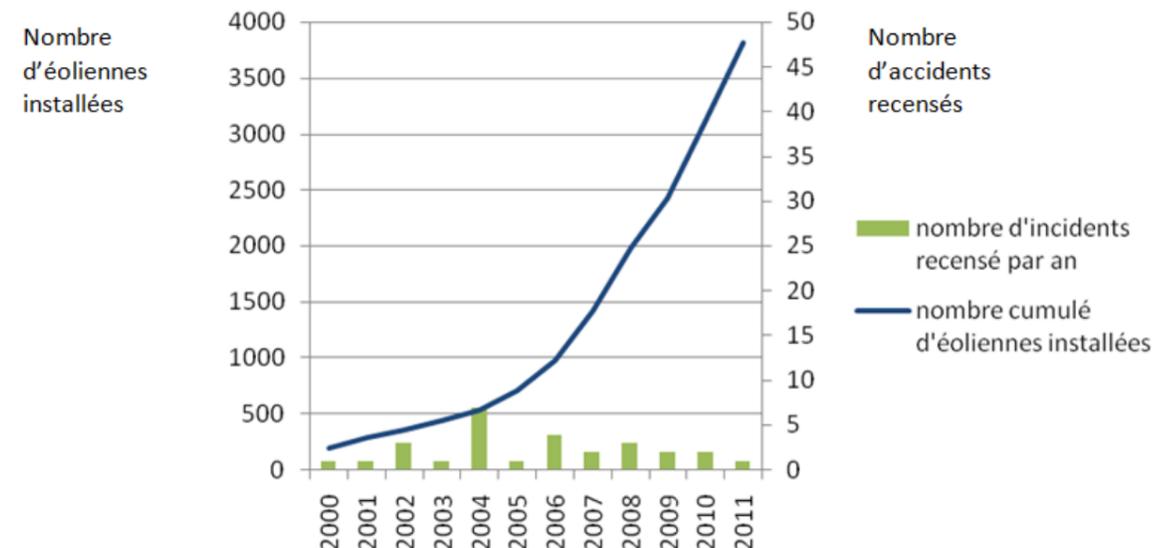


Figure 33 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées entre 2000 et 2011

[Source : Guide technique de l'INERIS relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012]

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

6.4.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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.

Sur la base de l'ensemble des accidents énumérés ci-avant, le tableau suivant présente, par typologie d'accident, les principaux moyens de protection et de prévention adoptés par le constructeur et/ou EOLE DE PAVELOTTE afin de supprimer ou de réduire leurs conséquences.

Tableau 23: Principaux moyens de protection et de prévention adoptés pour réduire les accidents

Evénement	Moyens de protection et de prévention adoptés capables de supprimer ou de réduire les accidents
Chute d'éléments (dont glace) et de nacelle	Contrôle périodique Détection de balourd et système de détection du givre
Effondrement	Etude préalable de sol Calcul des fondations selon les normes en vigueur Contrôle des calculs et des travaux Renforcement du sol naturel Déclaration de conformité selon normes en vigueur
Incendie	Capteurs de température avec alarmes Alarme de niveau sur les circuits d'huiles Vérification périodique des organes de sécurité Détecteurs de fumée Protection foudre (mise à la terre + para-surtenseurs) Consignes et procédures
Rupture de pale	Choix des matériaux adaptés aux contraintes Essais de résistance et de fatigue sur séries prototypes avec validation par une société de contrôle Contrôles lors de la fabrication Protection foudre
Collision	Luminaire d'aviation sur chaque turbine
Survitesse de la turbine	Capteur de vitesse de vent alarmé avec arrêt par le système de conduite pour des vents supérieurs à 25 m/s (mise en drapeau de la turbine) Arrêt sur survitesse du rotor par le système de sécurité

6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie

Comme indiqué dans le Guide INERIS, 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.

7. Analyse préliminaire des risques

7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif l'identification :

- des situations dangereuses amenant à des risques majeurs⁸ pour le site ;
- des mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets.

Elle met en œuvre des méthodes qualitatives basées sur le retour d'expérience et l'état de l'art dans le domaine des études de dangers.

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.

7.2. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques

Conformément à 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, 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.

7.3. Recensement des agressions externes potentielles

Les « agressions externes potentielles » provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes.

Les tableaux suivants constituent une synthèse des agressions externes identifiées par le groupe de travail à l'origine du guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012.

7.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel, d'après le guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012) à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km et des autres aérogénérateurs qui seront reportés dans un rayon de 500 mètres. Ces informations sont issues de la recherche menée au chapitre 3.1 et 3.3.

⁸ Dans le cas des scénarios d'effondrement, de projection ou de chute d'objets tels que retenus pour les parcs éoliens, un accident majeur correspond à l'atteinte d'une cible.

Tableau 24 : Distance des installations aux agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Présence dans le périmètre concerné	Distance par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Oui RD332	80 m à l'Ouest de E1
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Non	/
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Non	/
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Non	/

7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels identifiées au chapitre 3.2 :

Tableau 25 : Intensité des agressions externes liées aux phénomènes naturels à laquelle les aérogénérateurs seront soumis

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	Commune de Pavelotte non concernée par un risque Tempête Emplacement non compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux
Foudre	La protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 (Juin 2010) et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 (Décembre 2006) et IEC62305-4
Inondation	Zone d'implantation non située en zone inondable Installations en zone à aléa faible ou très faible pour les remontées de nappe

Comme indiqué dans le guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, « les agressions externes liées à des inondations ou à des incendies de forêt ou de cultures ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même ».

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques puisque la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) sera 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.

7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Le tableau ci-dessous présente l'analyse générique des risques, appliquée au site. 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

Les différents scénarios listés dans ce tableau sont regroupés et numérotés par thématique (x6), en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail ayant participé à la rédaction du guide technique⁹ :

- « 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.

⁹ constitué de l'INERIS et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes. L'INERIS a validé la méthodologie suivie dans le présent guide, au regard de la réglementation en vigueur et des pratiques actuelles en matière d'étude de dangers dans les autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

Tableau 26 : Résultats de l'APR générique pouvant être considérée comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet ¹⁰
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 ¹⁰
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

¹⁰ « 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

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet ¹⁰
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 mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de	Chute fragments et chute mât	2

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet ¹⁰
				prévention (N°13)		
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

[Source : Guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - Mai 2012]

- 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.

7.5. Effets Domino

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.

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

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

D'après les informations collectées dans le chapitre 3.1.4, il n'existe aucune autre ICPE située dans un rayon de 100 mètres autour des aérogénérateurs. De ce fait, comme indiqué dans le Guide technique INERIS, aucune évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE n'est à réaliser.

7.6. Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc éolien de Pavelotte. Ils sont issus du guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, et vérifiés par le constructeur choisi (mesures effectivement prises).

Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- Fonction de sécurité : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d'« empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité ;
- Numéro de la fonction de sécurité : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple ;
- 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) ;
- 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 ») ;

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre qui analyse la courbe de puissance de la machine permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt automatique rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre (quand les conditions climatiques sont revenues normales), soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 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).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	N		
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.		

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

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 En cas d'urgence « Emergency stop » si température trop élevée.		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de températures de chaque capteur.		
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 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. 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 (vitesses de vents au-delà de 25 m/s), 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, et d'un frein hydraulique commandé par les arrêts d'urgence en complément du frein aérodynamique (il permet le maintien du rotor par action sur l'arbre rapide). Système de sécurité indépendant VOG : « VESTAS Overspeed Guard » à sécurité positive auto-surveillée (mise en drapeau des pales).		
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 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.		
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 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.		
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 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. (notamment de l'usure du frein et de la 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 de la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. Présence de 2 boutons dits « Trip F60 » (disposés sur les armoires électriques du bas de la tour et de la nacelle).		
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. Prises de terre individuelles, intégrées dans les fondations puis connectées sur une barre de terre située en pied de mât où sont raccordés les équipements électriques de l'installation et le dispositif de protection contre la foudre.		
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 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.		

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de Dangers

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 leurs déclenchements 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 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. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	DéTECTEURS de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : - de contenir et arrêter la propagation de la pollution, - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...), - de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an.		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides, joints, etc.) Procédures qualifiées. Attestation du contrôle technique de construction		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1/12/23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne d'orientation de la nacelle, 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 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.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance.		
Description	Préconisations du manuel de maintenance. Formation du personnel.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite.		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 min		
Efficacité	100 %. NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.		
Tests	Pitch system testé tous les ans lors des maintenances préventives.		
Maintenance	Tous les ans		

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
	SANS OBJET		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

7.7. Conclusion de l'Analyse Préliminaire des Risques

Dans le cadre de l'APR appliquée au site sur la base de l'APR générique, trois catégories de scénarios ont été exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Tableau 27 : Liste des catégories de scénarii exclus dans le cadre de l'APR

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. 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	En cas d'incendie du poste de livraison, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton des postes de livraison. Il est également noté que la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 Août 2011 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques. Toutefois, il devra être identifié et cité en conclusion de l'étude.

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques au chapitre suivant 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.

8. Etude détaillé des risques

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

8.1. Rappel des définitions

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 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. Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et toxique. Cet arrêté est complété par la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. 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 de l'INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

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.

8.1.1. 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 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, 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 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.

8.1.2. Intensité

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

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 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 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 : seuil 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.

8.1.4. Probabilité

L'annexe I de 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 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Tableau 28 : Classes d'Intensité

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

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

8.1.3. Gravité

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de 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, 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.

Tableau 29 : Classes des Seuils de gravité

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

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet sera effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1 du Guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, basée sur la fiche n°1 de 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 n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, sera comptabilisé l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante. Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse de risque, les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...), les surfaces des terrains (non bâti, bâti, zones d'habitats, ...) et/ou la longueur des voies de circulation) seront prises en compte.

Tableau 30 : Classes de Probabilité

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

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes ;
- du retour d'expérience français ;
- des définitions qualitatives de l'Arrêté du 29 Septembre 2005 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.

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 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 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.

8.1.5. Niveau du risque

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire abrogée¹¹ du 29 septembre 2005 relative aux critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « SEVESO », visés par l'arrêté du 10 mai 2000 modifié reprise dans 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 n° 2003-699 du 30/07/03 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages mentionnée ci-dessus sera utilisée.

Tableau 31 : Niveau de risque et grille de criticité

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

Avec :

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

[Source : Guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - Mai 2012]

8.2. Caractérisation des scénarios retenus

Le tableau suivant reprend les caractéristiques considérées pour le projet, ainsi que les valeurs retenues dans la suite de cette présente étude :

Caractéristique	Hauteur en bout de pale (m) H	Hauteur jusqu'au bas de pale (m) h	Diamètre du rotor (m) D	Hauteur de mât (m) M
Aérogénérateurs modèle Vestas V126	150	24	126	87

Caractéristique	Longueur de pale (m) P	Diamètre du mât (m) d	Largeur de la base de pale (m) B	Hauteur du moyeu (m) hm
Aérogénérateurs modèle Vestas V126	62	4,28	2,59	1

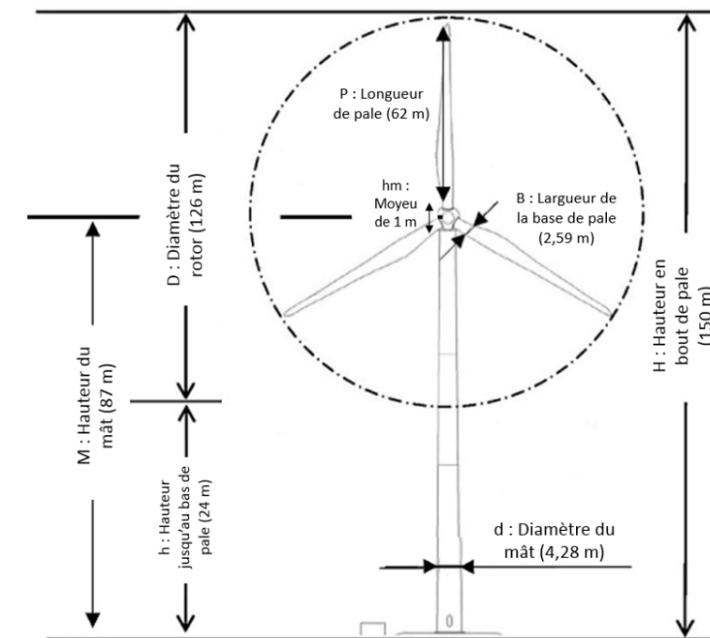


Figure 34 : Schéma des éoliennes du projet de Pavelotte

¹¹ Texte abrogé 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.

8.2.1. Effondrement de l'éolienne

8.2.1.1. 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 du parc éolien de Pavelotte.

Remarque : 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.

8.2.1.2. 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 dans le cas du parc éolien de Pavelotte.

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale - 150 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = (H) \times L + 3 \cdot R_1 \cdot LB/2$ = 613,23	$Z_E = \pi \times (H+R_2)^2$ = 70 215	Z_I/Z_E = 0,87 % (<1%)	Exposition modérée

Avec :

R₁ est la longueur de pale sans prise en compte du ½ moyeu : 62 m

R₂ est la longueur de pale + longueur ½ moyeu¹² = 62,5 m

H est la hauteur du mât = 87 m

L est la largeur moyenne du mât¹³ = 4,28 m

LB est la largeur de la base de pale = 2,59 m

¹² Avec un moyeu d'environ 1 m de haut (hm)

¹³ Valeur prise en milieu de mât compte-tenu de ses caractéristiques

8.2.1.3. Gravité

En fonction de cette intensité et du Tableau 29, 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, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne (150 m) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale – 150 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) ¹⁴	Gravité considéré
E1	0,074	Modéré
E2	0,088	Modéré
E3	0,070	Modéré

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe 3.

8.2.1.4. 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 ¹⁵	4,5 x 10 ⁻⁴	Retour d'expérience
Specification of minimum distances ¹⁶	1,8 x 10 ⁻⁴ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005 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.

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'expérience¹⁷, soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de 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, 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

¹⁴ La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers, repris en Annexe 1 du guide technique INERIS

¹⁵ 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

¹⁶ Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004

¹⁷ 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.

depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ». Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

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

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

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

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

8.2.1.5. Acceptabilité

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale – 150 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable

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

8.2.2. Chute de glace

8.2.2.1. 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.

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.

8.2.2.2. 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 éolien de Pavelotte, la zone d'effet a donc un rayon de $123/2$ soit 63 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

8.2.2.3. 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 dans le cas du parc éolien de Pavelotte.

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol = 63 m)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ = 1	$Z_E = \pi \times (D/2)^2$ = 12 468	Z/Z_E = 0,0080 % (< 1 %)	Exposition modérée

Avec :

Z_I est la zone d'impact,

Z_E est la zone d'effet,

D est le diamètre du rotor : 122 m

SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1 m^2$).

8.2.2.4. Gravité

En fonction de cette intensité et du Tableau 29, 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, dans la zone de survol de l'éolienne de 63 m :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol = 63 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,012	Modéré
E2	0,020	Modéré
E3	0,012	Modéré

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe 3.

8.2.2.5. Probabilité

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

8.2.2.6. Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Pavelotte, 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 = 63 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Pavelotte, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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.

8.2.3. Chute d'éléments de l'éolienne

8.2.3.1. 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 (la zone d'effet a donc un rayon de 63 mètres).

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Pavelotte.

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol = 63 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R_1 * LB / 2$ = 80,29	$Z_E = \pi \times (D/2)^2$ = 12 468	Z_I / Z_E = 0,64 % (< 1 %)	Exposition modérée

Avec :

R_1 est la longueur de pale sans prise en compte du ½ moyeu : 58,8 m

d est le degré d'exposition,

Z_I la zone d'impact,

Z_E la zone d'effet,

D est le diamètre du rotor : 126 m.

LB est la largeur de la base de pale des aérogénérateurs de l'installation = 2,59 m

8.2.3.3. Gravité

En fonction de cette intensité et du Tableau 29, 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, dans la zone de survol de l'éolienne :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol = 63 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,012	Modéré
E2	0,020	Modéré
E3	0,012	Modéré

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe 3.

8.2.3.4. 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 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 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.

8.2.3.5. Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Pavelotte, 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 = 63 m)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Pavelotte, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales

8.2.4.1. Zone d'effet

Dans l'accidentologie française, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne.

D'après le guide technique INERIS - Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens de Mai 2012, 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.

8.2.4.2. 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 dans le cas du parc éolien de Pavelotte (il faut également noter que la projection peut concerner uniquement des fragments et non la pale entière).

Projection de pale ou de fragment de pale (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
$Z_i = R_1 * LB / 2$ = 80,29	$Z_E = \pi \times r^2$ = 785 398	Z_i / Z_E = 0,010 % (< 1 %)	Exposition modérée

Avec :

d est le degré d'exposition,

Z_i la zone d'impact,

Z_E la zone d'effet,

R_1 est la longueur de pale sans prise en compte du $\frac{1}{2}$ moyeu : 62 m

r est le rayon de la zone d'effet = 500 m

LB est la largeur de la base de pale des aérogénérateurs de l'installation = 2,59 m

8.2.4.3. Gravité

En fonction de cette intensité et du Tableau 29, 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, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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	0,932	Modéré
E2	0,903	Modéré
E3	0,882	Modéré

Le détail du nombre de personnes potentiellement exposées à ce phénomène dangereux est présenté en Annexe 3.

8.2.4.4. 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 ¹⁸	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines ¹⁹	$1, 1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances ²⁰	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité « B », « C » ou « E ».

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ événement par éolienne et par an). Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 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, 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

¹⁸ Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24

¹⁹ 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

²⁰ Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieursgeselschaft, 2004

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, modifié le 06 novembre 2014, 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 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 ».

8.2.4.5. Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Pavelotte, 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	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable

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

8.2.5. Projection de glace

8.2.5.1. 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 référence²¹ propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace. La distance d'effet est de 1,5 fois la hauteur de moyeu + le diamètre de rotor.

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures²². 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.

Ainsi, pour le parc éolien de Pavelotte, la distance d'effet est donc de 319,5 m

8.2.5.2. 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 éolien de Pavelotte.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+D)$ autour de l'éolienne soit 319,5 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ = 1	$Z_E = \pi \times [1,5 \times (H+D)]^2$ = 320 694	0,0003 % (< 1 %)	Exposition modérée

Avec :

d est le degré d'exposition,

Z_i la zone d'impact,

Z_E la zone d'effet,

H la hauteur au moyeu = 87 m

SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²)

D est le diamètre du rotor = 126 m

²¹ Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000

²² Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003

8.2.5.3. Gravité

En fonction de cette intensité et du Tableau 29, 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, dans la zone d'effet de ce phénomène :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 1,5 \times (H+2R)$ autour de l'éolienne soit 319,5 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,370	Modéré
E2	0,372	Modéré
E3	0,393	Modéré

Le détail du calcul du nombre de personnes impactées est présenté en Annexe 3.

Il a été observé dans la littérature disponible²³ qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

8.2.5.4. Probabilité

D'après le guide INERIS, 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.

²³ Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000

8.2.5.5. Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Pavelotte, 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 soit 319,5 m)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modéré	oui	Acceptable
E2	Modéré	oui	Acceptable
E3	Modéré	oui	Acceptable
E4	Modéré	oui	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Pavelotte, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1. Tableau de synthèse des scénarios étudiés

8.3.1. Tableau de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Le tableau regroupe les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Tableau 32 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	70 215 m ²	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée pour les 3 éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	12 468 m ²	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée pour les 3 éoliennes
Chute de glace	12 468 m ²	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée pour les 3 éoliennes
Projection de pales ou de fragments de pales	785 398 m ²	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée pour les 3 éoliennes
Projection de glace	302 694 m ²	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée pour les 3 éoliennes

Remarque : les événements redoutés centraux étudiés ci-avant ne concernent que la phase d'exploitation du parc. En phase de construction et de remise en état, seul le personnel de chantier intervenant peut-être sous influence d'un effondrement d'éolienne ou d'une chute d'un élément ou d'un morceau de glace. Les riverains ne peuvent être soumis à ces dangers hors phase d'exploitation compte-tenu de la distance des habitations.

8.3.2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

Le positionnement des accidents potentiels de chacun des phénomènes dangereux étudiés est repris dans la matrice de criticité de synthèse ci-dessous afin de conclure à l'acceptabilité (ou non) du risque généré par le parc éolien de Pavelotte :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré		1 / 4	2	5	3

Tableau 33 : Synthèse des scénarios étudiés et acceptabilité des risques associés

- 1 : Effondrement de l'éolienne (pour les 3 éoliennes)
- 2 : Chute d'éléments de l'éolienne (pour les 3 éoliennes)
- 3 : Chute de glace (pour les 3 éoliennes)
- 4 : Projection de pales ou de fragments de pale (pour les 3 éoliennes)
- 5 : Projection de glace (pour les 3 éoliennes)

Avec :

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- qu'un seul accident figure en case jaune (Chute de glace pour les 3 éoliennes), il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans 7.6 sont mises en place.

Le risque généré par le futur parc est donc acceptable car le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée est acceptable.

8.3.3. Cartographie des risques

La carte de synthèse des risques ci-après présente, pour chaque aérogénérateur, pour les scénarios détaillés dans le tableau de synthèse :

- les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques
- l'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux
- le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet

EOLE DE PAVELOTTE SARL

Projet éolien de Pavelotte (52)

Carte de synthèse des risques associée à l'éolienne E1

Légende :

- Chemin de terre
- Chemins ruraux et d'exploitation
- - - Limite de propriété
- - - Réseau électrique
- Limite communale
- Plateforme
- Poste de livraison

● Rayon de la zone de survol de 63m = zone d'effet chute de glace et d'éléments avec une **Intensité modérée** pour la chute de glace et d'éléments et **0,012** équivalent personne permanente exposée

● Rayon de 150 m = zone d'effet d'effondrement avec une **Intensité modérée** et **0,074** équivalent personne permanente exposée

● Rayon de 319,5 m = zone d'effet projection de glace avec une **Intensité modérée** et **0,370** équivalent personne exposée

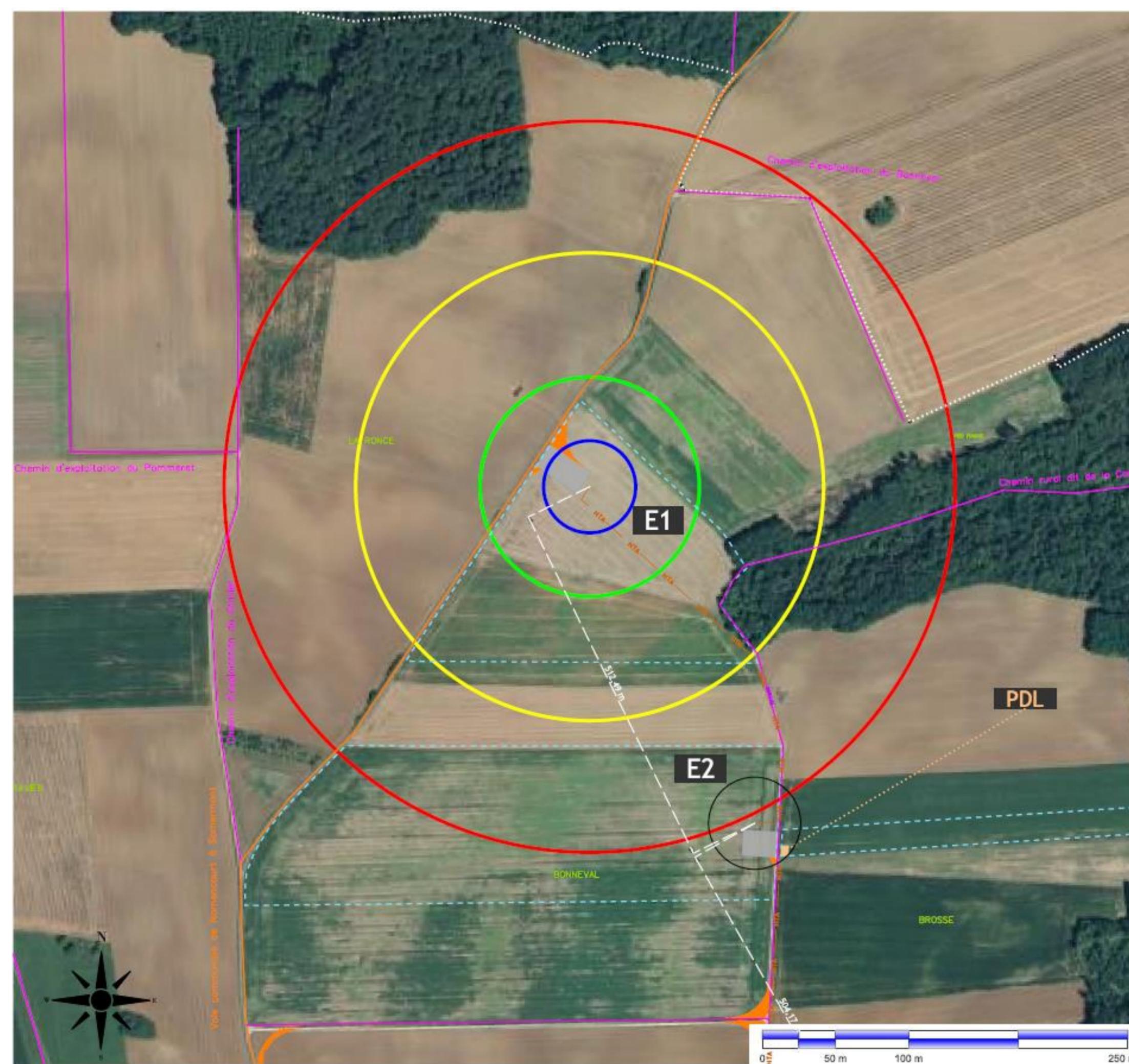
● Rayon de 500 m = zone d'effet de projection de pale ou de fragment de pale avec une **Intensité modérée** et **0,932** équivalent personne permanente exposée

Echelle : 1 / 2 500

Format : A3

Date : Décembre 2018

Réf. projet : CARP180295



EOLE DE PAVELOTTE SARL

Projet éolien de Pavelotte (52)

Carte de synthèse des risques associée à l'éolienne E2

Légende :

- Chemin de terre
- Chemins ruraux et d'exploitation
- - - Limite de propriété
- - - Réseau électrique
- - - Limite communale
- Plateforme
- Poste de livraison

■ Rayon de la zone de survol de 63m = zone d'effet chute de glace et d'éléments avec une **Intensité modérée** pour la chute de glace et d'éléments et **0,020** équivalent personne permanente exposée

■ Rayon de 150 m = zone d'effet d'effondrement avec une **Intensité modérée** et **0,088** équivalent personne permanente exposée

■ Rayon de 319,5 m = zone d'effet projection de glace avec une **Intensité modérée** et **0,372** équivalent personne exposée

■ Rayon de 500 m = zone d'effet de projection de pale ou de fragment de pale avec une **Intensité modérée** et **0,903** équivalent personne permanente exposée

Echelle : 1 / 2 500

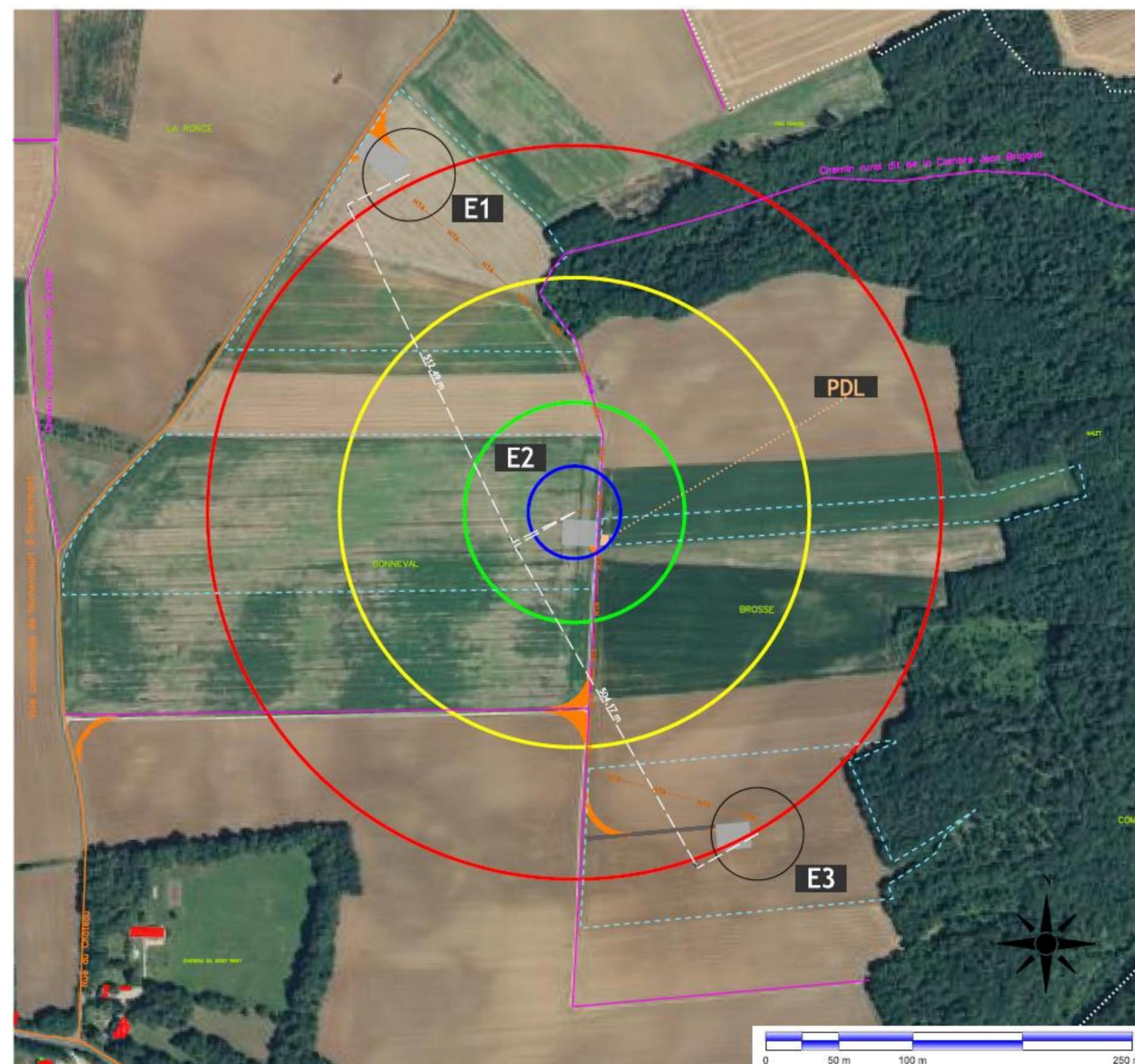
Format : A3

Date : Décembre 2018

Réf. projet : CARP180295



Bâtiment Leannec Petit Arbols
Avenue Louis Philbert • CS 40443
13502 Aix en Provence cedex 3
Tél. : 04 42 90 81 20
Fax : 04 42 90 81 21



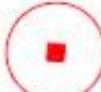
EOLE DE PAVELOTTE SARL

Projet éolien de Pavelotte (52)

Carte de synthèse des risques
associée à l'éolienne E3

Légende :

-  Chemin de terre
-  Chemins ruraux et d'exploitation
-  Limite de propriété
-  Réseau électrique
-  Limite communale
-  Plateforme
-  Poste de livraison

-  Rayon de la zone de survol de 63m = zone d'effet chute de glace et d'éléments avec une **Intensité modérée** pour la chute de glace et d'éléments et **0,012** équivalent personne permanente exposée
-  Rayon de 150 m = zone d'effet d'effondrement avec une **Intensité modérée** et **0,070** équivalent personne permanente exposée
-  Rayon de 319,5 m = zone d'effet projection de glace avec une **Intensité modérée** et **0,393** équivalent personne exposée
-  Rayon de 500 m = zone d'effet de projection de pale ou de fragment de pale avec une **Intensité modérée** et **0,882** équivalent personne permanente exposée

Echelle : 1 / 2 500

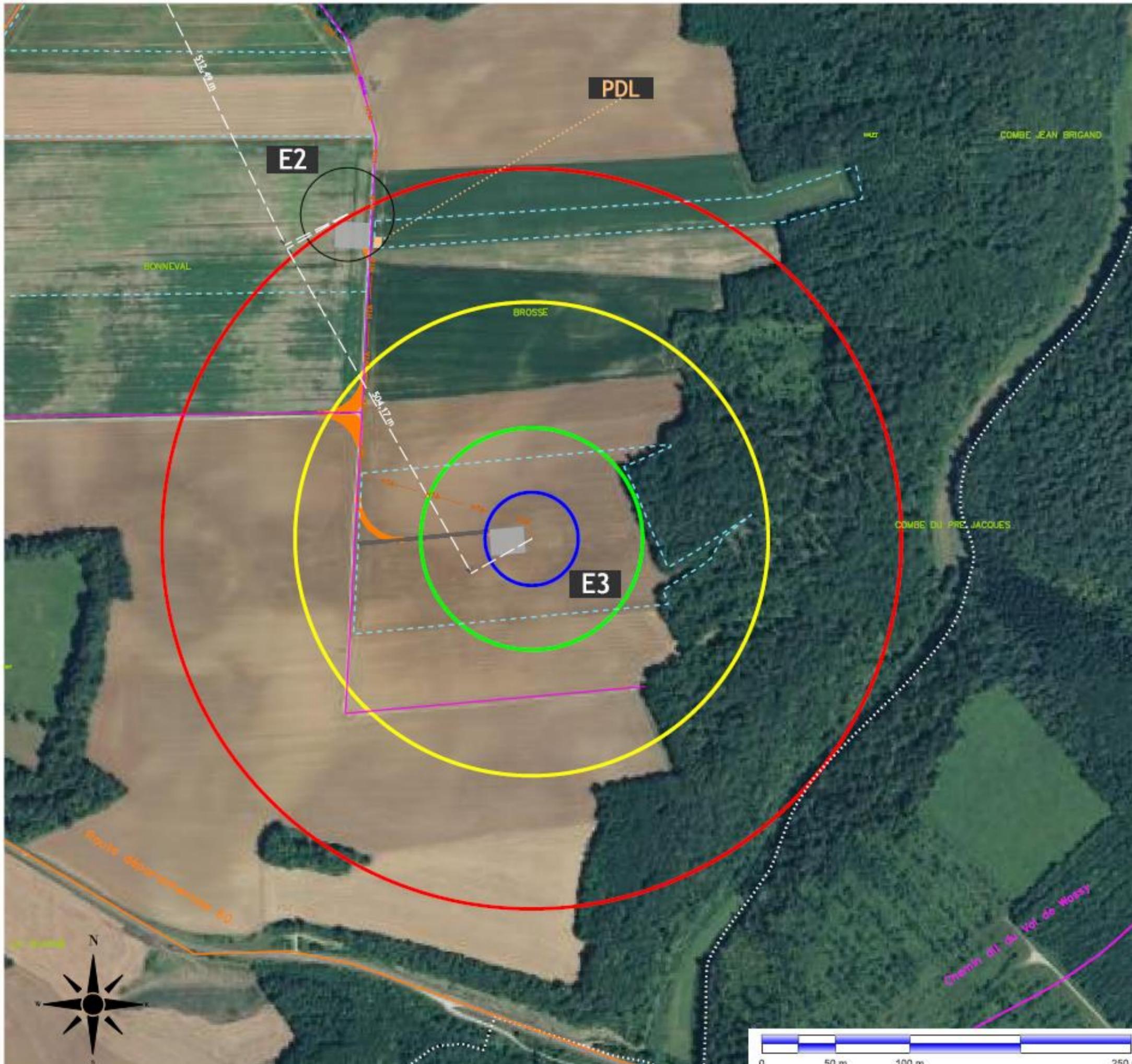
Format : A3

Date : Décembre 2018

Réf. projet : CARP180295


icf
environnement
membres d'Action Groupa

Agence Sud Est
Bâtiment Laennec Petit Arbols
Avenue Louis Philibert • CS 40443
13592 Aix en Provence cedex 3
Tél. : 04 42 90 81 20
Fax. : 04 42 90 81 21



9. Conclusion

Le présent document constitue l'étude de dangers du futur projet éolien de Pavelotte.

Les installations projetées sont des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (éoliennes) regroupant 3 aérogénérateurs dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.

Suite à la publication du Décret n° 2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), la société EDPR France Holding doit ainsi déposer auprès des services préfectoraux un Dossier de Demande d'Autorisation Environnemental au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Au regard de cette nouvelle réglementation, les installations du futur parc projeté sont classées sous la rubrique ICPE 2980 de la nomenclature ICPE.

Le futur parc présente principalement des risques de projection d'éléments, et dans une moindre mesure, d'incendie (n'a pas été modélisé compte-tenu des résultats de l'APR générique réalisée par l'INERIS dans le cadre de l'édition de son guide technique spécifique relatif à la conduite de l'étude de dangers et maîtrise des risques technologiques dans le cadre des parcs éoliens - Version de mai 2012).

Cinq accidents majeurs identifiés par l'INERIS ont fait l'objet d'une caractérisation plus approfondie. Il s'agit des accidents suivants :

- Effondrement d'une éolienne ;
- Chute d'élément d'une éolienne ;
- Chute de glace issue d'une éolienne ;
- Projection de pales ou de fragments de pale d'une éolienne ;
- Projection de glace issue d'une éolienne.

La probabilité et la gravité des accidents majeurs les plus significatifs en termes de risque sont les suivants :

➤ Pour l'effondrement (pour les 3 éoliennes) :

Probabilité comprise entre 10^{-5} et 10^{-4} correspondant à un phénomène « rare »

Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet ;

➤ Pour la chute de glace (pour les 3 éoliennes) :

Probabilité supérieure à 10^{-2} correspondant à un phénomène « Courant²⁴ »

Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet ;

➤ Pour la projection de pales ou de fragments de pale :

Probabilité comprise entre 10^{-5} et 10^{-4} correspondant à un phénomène « rare »

Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet pour les 3 éoliennes.

➤ Pour la chute d'élément de l'éolienne (pour les 3 éoliennes) :

Probabilité comprise entre 10^{-4} et 10^{-3} correspondant à un phénomène « Improbable²⁵ »

Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet ;

➤ Pour la projection de glace (pour les 3 éoliennes) :

Probabilité comprise entre 10^{-3} et 10^{-2} correspondant à un phénomène « probable »

Gravité modérée avec présence humaine exposée inférieure à « une personne » dans la zone d'effet.

Le positionnement des accidents potentiels de chacun des phénomènes dangereux étudiés a été réalisé dans la matrice de criticité de synthèse, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 relative aux critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « SEVESO », reprise dans 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.

Ce positionnement a été réalisé afin de conclure à l'acceptabilité (ou non) du risque généré par le parc éolien de Pavelotte.

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- qu'un seul accident figure en case jaune (Chute de glace pour les 3 éoliennes), il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6.

En particulier, la maintenance, la surveillance des installations, la formation du personnel ainsi que les procédures de sécurité, d'entretien et de travail sont des éléments essentiels de la sécurité et du bon fonctionnement du parc éolien.

Pour rappel, le guide technique de l'INERIS précise que l'étude de dangers s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Cependant, les biens, infrastructures et autres établissements peuvent constituer des enjeux à protéger par rapport à l'installation.

Le risque généré par le futur parc est donc acceptable car le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée est acceptable.

Aussi, de façon globale, les risques d'accidents majeurs liés aux activités sur le futur parc éolien peuvent être considérés comme maîtrisés et aucun plan d'action particulier n'est à prévoir.

²⁴ 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.

²⁵ 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.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

ANNEXES

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

ANNEXE 1 : Accidentologie « éolienne », « aérogénérateur »

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

Titre	Date	Numéro ARIA	Pays	Département	Commune	Classe de danger CLP	Causes profondes	Causes premières	Conséquences	Echelle	Contenu
Incendie d'éolienne	05/06/2018	51681	FRANCE	34	AUMELAS	Water-react. 1	/	Panne	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Un feu se déclare vers 18h45 dans la nacelle d'une éolienne de 70 m de haut. 10 minutes plus tard, l'exploitant découple à distance le parc éolien du réseau électrique. Des éléments de l'éolienne en feu chutent au sol. Les flammes se propagent en partie basse de l'aérogénérateur. Les pompiers laissent l'incendie se terminer sous surveillance mais placent des lances en prévention d'une propagation du sinistre à la végétation. La nacelle de l'aérogénérateur est presque totalement détruite. 50m ² de végétation ont brûlé. L'accès à la zone est interdit et surveillé. Les débris sont ramassés. Selon la presse, un dysfonctionnement électrique serait à l'origine de l'incendie.
Incendies criminels dans un parc éolien	01/06/2018	51675	FRANCE	26	MARSANNE	Self-react. D	/	Acte de malveillance	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, 3Ec, OM	Vers 2h30, un feu se déclare au pied d'une éolienne dans un parc composé de 8 aérogénérateurs. L'incendie se propage jusqu'à sa nacelle. Les pompiers placent des lances en prévention de l'extension du sinistre à la végétation car des morceaux incandescents chutent au sol. Ils maîtrisent l'incendie. La nacelle est entièrement brûlée ainsi que la base des pales mais celles-ci restent en place. Une deuxième éolienne fait également l'objet d'un départ de feu, mais celui-ci est resté confiné à sa base. Des barrières sont posées sur les accès et un gardiennage est effectué. La gendarmerie conclut que l'origine de l'événement est criminelle : les portes d'accès aux éoliennes impliquées ont été fracturées et du combustible est découvert. L'exploitant estime les dégâts à 2 M€.
Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	51122	FRANCE	11	CONILHAC-CORBIERES	Flam. Aerosol 2	/	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Vers 11h30, l'aérofrein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés. À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute. Un accident similaire est survenu sur ce parc 2 ans auparavant (ARIA 47675).
Chute d'une pale d'éolienne	04/01/2018	50905	FRANCE	55	NIXEVILLE-BLERCOURT	/	/	Vent Défauts matériels	/	OH, OEn, OEc, OM	Dans un parc éolien, l'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt, lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol. L'exploitant sécurise la zone. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m. Un gardiennage est mis en place 24 h/24.
Chute d'une éolienne lors d'une tempête	01/01/2018	50913	FRANCE	85	BOUIN	Flam. Liq. 3, Aquatic Chronic 3	Formation et qualification des personnels Procédures et consignes	Vent Action non requise (réalisée)	Conséquences économiques et sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	En début de matinée lors d'une tempête, le mât d'une éolienne de 60 m de haut se brise en 2. Les 55 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. L'exploitant arrête les 7 autres éoliennes du parc. Il met en place un gardiennage. L'exploitant réalise une expertise de l'éolienne mise en service en 2003, conjointement avec son fabricant. 3 jours avant l'accident, alors que le vent souffle à plus de 40 m/s, le contrôle de l'orientation des 3 pales de l'éolienne est perdu. Le système de contrôle des pales stoppe automatiquement la turbine. Les conditions météorologiques ne permettant pas d'intervention directe sur l'aérogénérateur, la situation est diagnostiquée à distance. À la suite d'une erreur d'interprétation des données, un opérateur place l'éolienne dans une position qui entraîne une augmentation rapide de la vitesse du rotor, dépassant la limite de sécurité. Les dispositifs de protection contre la survitesse s'activent, mais la machine ne s'arrête pas à cause d'une usure anormale des blocs de frein du système d'orientation des pales. Les charges mécaniques exercées sur le mât excèdent alors largement les limites de conception de l'éolienne, qui s'effondre. Les investigations de l'exploitant lui permettent de découvrir que le protocole des inspections de maintenance ne couvrait pas la liaison mécanique entre le moteur et les freins. L'usure de cet équipement n'a pas été détectée lors des contrôles annuels. Les autres éoliennes du site redémarrent après des vérifications spécifiques et le remplacement de leurs blocs de frein du système d'orientation des pales. L'exploitant : révisé la procédure d'intervention en cas de défaillance du système d'orientation des pales et y forme ses agents ; met à jour les instructions de maintenance de ce système : le remplacement de tout ou partie des blocs de frein est planifié tous les 5 ans ; met en place un outil spécifique pour le diagnostic d'une défaillance potentielle des blocs de frein qui compare la position effective des pales à la consigne ; adresse une note de sécurité aux exploitants des parcs équipés du même type d'éolienne.
Chute du carénage d'une éolienne	08/11/2017	50694	FRANCE	27	ROMAN	Self-react. E	/	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	En fin d'après-midi, le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt. L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines. La tête de chaque boulon doit reposer sur 2 rondelles (l'une en vinyle, l'autre métallique) permettant de répartir les efforts. Il s'avère que les rondelles métalliques étaient absentes. Les contraintes étaient donc mal réparties et la fibre de verre s'est arrachée autour des rondelles vinyles. L'exploitant procède au contrôle des carénages des autres aérogénérateurs du parc. Aucun défaut n'est découvert. Il intègre la vérification des boulonnages de fixation du carénage à son plan d'inspection hebdomadaire. L'exploitation du parc éolien reprend le lundi 13. Le carénage accidenté est remplacé.
Bris d'une pale d'éolienne	05/08/2017	50148	FRANCE	2	PRIEZ	/	/	Rupture	Conséquences économiques et sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'événement.
Fuite d'huile sur une éolienne	24/07/2017	50898	FRANCE	56	MAURON	Expl. 1.6, Carc. 1B, Carc. 1B	/	Perte de confinement, étanchéité (sans rupture)	Conséquences environnementales	OH, OEn, OEc, OM	Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol. L'éolienne est arrêtée et des absorbants sont disposés au sol. Le flexible est remplacé. L'éolienne redémarre le lendemain. Une société spécialisée réalise un diagnostic de l'état des milieux sur 3 500 m ² en réalisant 7 sondages du sol. Seule une zone de pollution de 2 m ² sur 10 cm de profondeur est identifiée au pied du mât. Une société de traitement évacue ces graviers impactés. La vétusté du flexible serait à l'origine de la fuite.
Chute d'un aérofrein d'une éolienne	17/07/2017	50291	FRANCE	76	FECAMP	STOT SE 1	Organisation du travail et encadrement	Mode dégradé	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Vers 23h30, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée. L'éolienne est arrêtée. Un arrêt pour maintenance étant programmé 6 jours après, les autres aérogénérateurs du site sont maintenus en fonctionnement. Durant cet arrêt, les mécanismes d'aérofreins et les pales de toutes les machines sont inspectées. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'installation redémarre le 16/08/17. L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine. Il étudie l'opportunité d'augmenter la fréquence d'inspection des mécanismes de fixation des aérofreins ou leur modification, notamment pour fiabiliser l'action de la vis anti-rotation.
Chute d'une pale d'éolienne	24/06/2017	49902	FRANCE	62	CONCHY-SUR-CANCHE	Acute Tox. 4	/	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mat. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. L'exploitant arrête l'installation ainsi que les 4 autres aérogénérateurs du site, du même modèle. Il met en place un périmètre de sécurité et condamne l'accès au site. Le vent était faible au moment de l'événement.
Chute de pale d'éolienne due à la foudre	08/06/2017	49768	FRANCE	16	AUSSAC-VADALLE	/	Choix des équipements et procédés	Foudre	Conséquences économiques et sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne. L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuite, puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

Titre	Date	Numéro ARIA	Pays	Département	Commune	Classe de danger CLP	Causes profondes	Causes premières	Conséquences	Echelle	Contenu
Feu dans la nacelle d'une éolienne	06/06/2017	49746	FRANCE	28	ALLONNES	Self-react. F,Flam. Gas 1	/	Mode dégradé	Conséquences économiques et sociales Dommages matériels internes Interruption de la circulation, Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	Vers 18 h, un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant met en sécurité les 17 machines du parc éolien. Les secours coupent la circulation sur la N154. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle, vers 19h30. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. L'exploitant met en place un gardiennage. Le lendemain, l'inspection des installations classées se rend sur les lieux. Des coulures d'hydrocarbures sont constatées sur le mât. Les dégâts sont de nature à compromettre la stabilité mécanique du mât, de la nacelle, des pales et du rotor de l'éolienne. En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre. Il exclut la piste d'un impact de foudre. Un arrêté préfectoral d'urgence demande à l'exploitant : la mise en sécurité de l'éolienne avec démontage des éléments risquant de chuter et matérialisation d'un périmètre de sécurité de 300 m ; une surveillance de l'environnement avec analyse de la pollution des sols et évacuations des déchets. L'éolienne est démantelée le 17/06.
Rupture d'une pale d'éolienne	27/02/2017	49359	FRANCE	55	LAVALLEE	/	/	Vent, Rupture	Conséquences économiques et sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise. Un orage violent s'est abattu sur la zone de 18 h à 18h30. À 18h07, l'alarme "vent fort" de l'éolienne voisine s'est déclenchée. L'alarme "capteur de vibration" de l'éolienne endommagée s'est déclenchée à la même heure. À 18h10, le réseau électrique a été coupé, provoquant la perte de liaison avec le parc éolien. L'exploitant a découvert la casse le lendemain en se rendant sur place pour remettre le parc en service. Le parc avait été mis en service en février 2011. Le fabricant de l'éolienne réalise l'expertise de la pale. Ses vérifications lui permettent d'exclure un défaut de fabrication et de confirmer le respect des spécifications. L'hypothèse d'un impact de foudre est également écartée : aucune trace d'impact n'est retrouvé. Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale. Le contrôle de 2 autres éoliennes du parc ne révèle pas de défaut.
Chute d'un élément d'une pale d'éolienne	27/02/2017	49374	FRANCE	79	TRAYES	STOT RE 1	Formation et qualification des personnels, Organisation des contrôles	Rupture, Action non requise (réalisée),	Conséquences économiques et sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'éolienne n°4 : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 4 éoliennes du parc en position de sécurité et initie des expertises. Il collecte les débris et sécurise le site. L'exploitant envisage qu'un défaut au niveau du bord d'attaque de la pale puisse être la cause du bris de pale. Il écarte les possibilités d'un impact de foudre, ou de fortes rafales de vent. La pale accidentée est remplacée. L'éolienne redémarre le 11/10/17. L'expertise du fabricant conclut à un défaut de fabrication. Par erreur, les couches de tissu du bord d'attaque ont été coupées, manuellement, niveau de la ligne de jonction des 2 coques lors des opérations de ponçage des excès de colle après démoulage de la pale. Dans cette zone, les coques n'étaient maintenues entre elles que par le mastic et la peinture de finition. À l'issue des contrôles sur les 4 autres éoliennes du parc, 2 d'entre elles sont remises en service. Des défauts sont découverts sur les 2 autres : les plans de collages entre la poutre structurelle interne (le spar) et les demi-coques aérodynamiques (blade shells) présentent par endroits d'importantes zones de décohésion ; des fissurations, portant atteinte aux structures des coques aérodynamiques et des plans de collages des bords d'attaque et bords de fuite des pales, sont présentes ; des collecteurs de foudre (diverter strip) sont manquants ou endommagés à la pointe de certaines pales. L'exploitant s'engage à réaliser les réparations nécessaires avant la remise en service de ces 2 éoliennes.
Chute d'une pale d'une éolienne	18/01/2017	49151	FRANCE	80	NURLU	STOT RE 2	/	Vent, Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Un particulier constate qu'une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Il informe l'exploitant qui arrête toutes les machines du parc en activité. Arrivés sur site à 11h30, des agents demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité autour de la zone. Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute. Sur place le lendemain, l'inspection des installations classées constate que les 2/3 de la pale sont brisés, mais que son armature est toujours en place. L'essentiel des débris se situe à moins de 90 m du mât. Les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.
Rupture des pales d'une éolienne	12/01/2017	49104	FRANCE	11	TUCHAN	Flam. Aerosol 2	/	Vent, Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. Il met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès. L'éolienne, de 600 kW mise en service en 2002, était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent quelques jours auparavant. Cette rupture a eu pour conséquence le désaccouplement du rotor avec le multiplicateur, donc de rendre inopérant le frein mécanique. Bien que mise en position de sécurité (parallèle au vent et aérofrein des pales activé), les vents à 25 m/s ont provoqué la rupture des pales à cause d'une vitesse de rotation excessive. Après expertise, l'exploitant conclut que la cause la plus probable de la casse de l'arbre lent est un endommagement du roulement avant sur lequel l'arbre est posé. Cette défaillance aurait induite une contrainte importante en flexion sur la partie arrière, à l'entrée dans le multiplicateur, provoquant sa rupture. Aucune faiblesse n'est identifiée dans la structure de la matière de l'arbre. Les contrôles réalisés sur les autres installations de son parc ne détectent pas d'anomalie. Afin d'éviter le renouvellement de cet incident, l'exploitant prévoit d'équiper tous ses aérogénérateurs d'un capteur inductif de présence. Couplé au système de contrôle/commande de l'éolienne, ceci permettrait de mettre l'éolienne en sécurité dès que le roulement avant viendrait à s'affaïsser de plus de 1 mm. Dans pareil cas, un contrôle visuel et fonctionnel de l'ensemble roulement/arbre lent serait engagé. De plus, un contrôle vibratoire de la chaîne d'entraînement est planifié à intervalles réguliers afin de détecter un éventuel défaut d'alignement ou une contrainte particulière. L'éolienne accidentée est remise en service après réparation de son mât et remplacement des pièces endommagées (pales, multiplicateur, arbre lent).
Fissure sur une pale d'éolienne	11/01/2017	49413	FRANCE	59	LE QUESNOY	Acute Tox. 1	/	Défauts matériels	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Une fissure est constatée sur une pale d'une éolienne. L'exploitant arrête l'installation. L'expertise de la pale conclut que le dommage est suffisamment réduit pour être réparable. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à son remplacement. L'exploitant envisage d'effectuer cette réparation au printemps, lorsque les conditions météorologiques permettront d'intervenir sans la déposer. Selon l'exploitant, le défaut ne présente pas de caractère générique.
Électrisation d'un employé dans une éolienne	14/09/2016	48588	FRANCE	10	LES GRANDES-CHAPELLES	Flam. Aerosol 1	/	Action requise	Blessés employés	1H, OEn, OEc, OM	Vers 15 h, un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne. Les pompiers spécialisés dans les interventions en hauteur évacuent la victime consciente.
Feu dans une éolienne	18/08/2016	48471	FRANCE	60	DARGIES	Acute Tox. 2	/	Panne totale (HS)	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut. Des pompiers spécialisés dans les interventions en milieux périlleux effectuent une reconnaissance en partie haute de la machine. Ils ouvrent une trappe de ventilation. Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de commande en serait le point de départ.
Feu dans une éolienne	10/08/2016	48426	FRANCE	80	HESCAMPS	STOT RE 2	/	Mode dégradé	Blessés employés légèrement Conséquences économiques Dommages matériels internes	1H, OEn, OEc, OM	Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il redescend seul les 70 m de l'échelle intérieure de l'éolienne. Il est légèrement intoxiqué par les fumées. Les pompiers contrôlent l'extinction complète et procèdent à la ventilation. Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.
Fuite d'huile dans une éolienne	28/05/2016	48264	FRANCE	28	JANVILLE	Self-react. F,Carc. 1B,Carc. 1B,Flam. Gas 1	/	Perte de confinement, étanchéité (sans rupture)		OH, OEn, OEc, OM	À 15h15, un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. Il arrête celle-ci et contacte l'équipe de maintenance. Arrivés à 17 h, les agents mettent en place des absorbants. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol. La défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne est à l'origine de la fuite. L'installation est réparée 2 jours plus tard. L'exploitant effectue une campagne de remplacement des raccords identiques du parc.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

Titre	Date	Numéro ARIA	Pays	Département	Commune	Classe de danger CLP	Causes profondes	Causes premières	Conséquences	Echelle	Contenu
Chute d'une pale d'éolienne	07/03/2016	47763	FRANCE	22	CALANHEL	Flam. Sol 2, Expl. 1.6	/	Panne totale (HS) Rupture	Conséquences économiques, environnementales, sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité Pertes d'exploitation internes	OH, OEn, OEc, OM	Vers 18 h, une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. L'exploitant est alerté par un agriculteur. Un intervenant se rend sur place et constate les dégâts. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute. Il balise la zone pour prévenir des chutes possibles d'éléments du rotor. Huit autres turbines du parc sont mises à l'arrêt. Les 2 dernières, ayant fait l'objet d'une révision intégrale récente, sont maintenues en fonctionnement. Le lendemain, le site est sécurisé. La pale est déplacée, en dehors de la zone de culture. Les gros débris composés de matériaux composites et d'éléments mécaniques métalliques, projetés sur 50 m, sont regroupés pour expertise. La totalité des 54 billes de roulement est récupérée. Les débris de petite taille ne pouvant être retirés intégralement, les exploitants des parcelles agricoles concernées sont informés. La zone d'entreposage est balisée. A l'origine, une rupture du système d'orientation. L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale. L'éolienne avait fait l'objet d'une maintenance complète en septembre 2015. Son roulement ne présentait pas d'usure anormale. Cependant, une série d'alarmes était survenue le matin de l'événement. Une panne sur un groupe hydraulique avait nécessité l'intervention des équipes de maintenance. Après réparation, l'éolienne avait été redémarrée vers 14 h. L'exploitant prend les mesures immédiates suivantes : démantèlement de l'éolienne impactée ; réalisation d'un protocole de contrôle, par le fabricant, du roulement et de la boulonnerie de toutes les pales avant redémarrage des unités arrêtées ; inhibition du réarmement automatique de la turbine sur apparition d'une alarme de dysfonctionnement du système d'orientation des pales ; limitation de la puissance produite à 650 kW (au lieu de 800 kW) pour une période d'observation de 7 jours.
Rupture de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	07/02/2016	47675	FRANCE	11	CONILHAC-CORBIERES	Flam. Aerosol 2	/	Panne	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	OH, OEn, 1Ec, OM	Vers 11h30, l'aérofrein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol. L'exploitant procède à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien à distance. Les secours sécurisent les lieux. 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. Une campagne de contrôle des pales, aérofreins et de la chaîne de sécurité de chaque éolienne est réalisée.
Chute des pales et du rotor d'une éolienne	10/11/2015	47377	FRANCE	55	MENIL-LA-HORGNE	/	Choix des équipements et procédés	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes	OH, OEn, OEc, OM	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. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Le centre de supervision à distance du parc constate la perte de communication avec l'éolienne. Il la découple du réseau. Le lendemain, les agents de maintenance constatent sur place la rupture du rotor. Ils sécurisent la zone. Les 6 autres éoliennes du parc sont mises à l'arrêt. Les débris, disséminés sur 4 000 m ² , sont ramassés. Selon l'exploitant, les premières constatations indiqueraient une défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce. Une non-conformité dans le processus de moulage de cette pièce de fonderie en acier est suspectée. Un défaut métallurgique, de type inclusion de laitier, aurait fragilisé la pièce et conduit à sa rupture par fatigue. Les contrôles réalisés sur les autres éoliennes du parc ont mis en évidence que ce type de défaut était présent sur un des autres arbres lents, au même niveau que celui accidenté. Au total 54 éoliennes du même modèle sont installées en France. Les services du ministère du développement durable demandent au fabricant d'établir un programme de contrôle adapté. A la suite des contrôles effectués sur les autres arbres lents du même parc d'éolienne, 2 d'entre eux sont remplacés.
Feu d'éolienne	24/08/2015	47062	FRANCE	28	SANTILLY	Self-react. F, Flam. Gas 1	/	Panne	Conséquences économiques, sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance. Les chemins menant à l'éolienne sont interdits à la circulation.
Feu d'éolienne.	06/02/2015	46237	FRANCE	79	LUSSERAY	STOT RE 1	/		Conséquences économiques Dommages matériels	OH, OEn, OEc, OM	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.
Chute d'une pale d'éolienne	05/12/2014	46030	FRANCE	11	FITOU	Flam. Aerosol 2	/	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels	OH, OEn, OEc, OM	A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérofrein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments-là sont encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité la pale endommagée vers le bas. L'exploitant effectue une inspection visuelle des pales des 8 autres éoliennes du parc. En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollement sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise.
Feu d'éolienne	09/01/2014	44831	FRANCE	8	ANTHENY	/	/	Danger latent	Conséquences économiques, sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, OEc, OM	Un feu se déclare vers 18 h au niveau de la partie moteur d'une éolienne de 2,5 MW. Le parc éolien est isolé électriquement. Un périmètre de sécurité de 300 m est mis en place. Le feu s'éteint de lui-même vers 20 h. La nacelle est détruite, le rotor est intact. Le balisage aéronautique de la machine étant hors-service, les services de l'aviation civile sont alertés. La presse évoque un incident électrique pour expliquer le départ de feu. L'éolienne sinistrée est démantelée le 17/06 par basculement à l'explosif. Cette opération nécessite la mise en place d'un périmètre de sécurité de 1 km.
Incident sur un accumulateur dans une éolienne	01/07/2013	44150	FRANCE	34	CAMBON-ET-SALVERGUES	Press. Gas, Press. Gas, Water-react. 1	Formation et qualification des personnels Certification Procédures et consignes Choix des équipements et procédés	Danger latent Action non requise (réalisée) Mal effectuée	Blessés grave Conséquences économiques Conséquences humaines Dommages matériels internes	1H, OEn, OEc, OM	Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Cet accumulateur est un cylindre de 10 L comportant deux compartiments : l'un contient de l'huile reliée au circuit hydraulique des pales de l'éolienne et l'autre de l'azote sous environ 100 bar de pression. Alors qu'il a terminé l'opération de remplissage du compartiment azote, pour laquelle il a positionné un outillage spécifique sur un raccord de l'accumulateur, le technicien de maintenance dévisse la vanne d'isolement de l'accumulateur, au lieu de l'embout de l'outillage. Une dépressurisation brutale de l'azote se produit, projetant une partie de la vanne au visage de l'opérateur ce qui lui brise le nez et plusieurs dents. L'inhalation du gaz provoque également un décollement de l'oesophage. L'opérateur est aidé par un collègue pour descendre de la nacelle puis hospitalisé. La gendarmerie place l'accumulateur de gaz sous scellé pour expertise. Le risque que représente le dévissage de cette vanne d'isolement alors que l'accumulateur contient du gaz sous pression a été identifié par le fabricant. La parade de conception mise en oeuvre consiste à réaliser sur la visserie de la vanne une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à l'échappement du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total de la vanne et son éventuelle projection. L'analyse de l'exploitant lui permet de réaliser les constats suivants : le dispositif d'alerte (perforation de la visserie) de l'accumulateur sur lequel s'est produit l'accident était opérationnel cependant la procédure d'intervention ne mentionnait ni l'existence, ni la signification de ce signal d'alerte. L'expertise réalisée sur l'équipement ne fait ressortir aucun constat de dégradation du matériel. Les causes de cet accident semblent donc directement liées des défaillances organisationnelles : la conscience des risques associés aux interventions sur des équipements sous pression, la formation de l'intervenant à sa tâche pression et les procédures opérationnelles n'étaient pas suffisamment robustes. Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hub d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.
Feu d'éolienne	17/03/2013	43630	FRANCE	51	EUVY	/	/	Panne	Conséquences économiques, environnementales, sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	OH, OEn, 2Ec, OM	Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieux périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Les maires des communes voisines se sont rendus sur place. Au moment du départ de feu, le vent soufflait à 11 m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique après avoir écarté la malveillance. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse. Les 18 machines sont inspectées. A la suite de l'accident, l'exploitant et la société chargée de la maintenance étudient la possibilité d'installer des détecteurs de fumées dans les éoliennes.

EOLE DE PAVELLOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

Titre	Date	Numéro ARIA	Pays	Département	Commune	Classe de danger CLP	Causes profondes	Causes premières	Conséquences	Echelle	Contenu
Rupture d'une pale d'éolienne	06/03/2013	43576	FRANCE	11	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	Flam. Aerosol 2	/	Rupture	Conséquences économiques, sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	0H, 0En, 0Ec, 0M	A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone. L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard. L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.
Feu d'éolienne	05/11/2012	43228	FRANCE	11	SIGEAN	Flam. Aerosol 2	Gestion des risques	Panne	Atteinte à la flore sauvage Conséquences économiques, environnementales, sociales Dommages matériels internes Périmètre de sécurité	0H, 0En, 2Ec, 0M	Un feu se déclare vers 17 h sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien ; un voisin donne l'alerte à 17h30. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante. Les pompiers éteignent l'incendie vers 21h30. L'exploitant met en place un balisage de sécurité à l'aube le lendemain. A la suite de la chute d'une pale à 15h20, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place. Le 08/11, la municipalité interdit par arrêté l'accès au chemin menant à l'éolienne. Le feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante. Cet accident met en question la fiabilité des dispositifs de protection électrique, les possibilités de suraccident (propagation de l'incendie à la végétation environnante, chute de pale) et des pistes d'amélioration dans la détection et la localisation des incendies d'éoliennes, ainsi que dans la réduction des délais d'intervention.
Chute d'éolienne	30/05/2012	43110	FRANCE	11	PORT-LA-NOUVELLE	Flam. Aerosol 2	/	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes	0H, 0En, 0Ec, 0M	Un promeneur signale à 7h30 la chute d'une éolienne. Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé.
Chute d'une pale d'éolienne	18/05/2012	42919	FRANCE	28	FRESNAY-L'EVEQUE	Self-react. F,Flam. Gas 1	Organisation du travail et encadrement Organisation des contrôles	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	0H, 0En, 0Ec, 0M	Dans un parc de 26 éoliennes de 2 MW mis en service en 2008, un aérogénérateur est mis à l'arrêt vers 3 h suite à la détection d'une oscillation anormale. L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 t, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub. Le pied de mat se situe à 190 m de la D389 et à 400 m de l'A10. L'analyse des relevés des capteurs et des compte-rendus d'entretien ne révèle aucune anomalie ni signe précurseur (contraintes anormales qui auraient pu endommager le roulement, vibration suspecte avant la rupture, différence d'orientation des pales, défaut d'aspect visuel lors des contrôles...). Des traces de corrosion sont détectées dans les trous d'alésages traversant une des bagues du roulement reliant pale et hub. Selon le fabricant, cette corrosion proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement. L'installation est remise en service fin octobre après remplacement de la pale endommagée et mise en place de nouveaux roulements possédant une protection contre la corrosion. L'exploitant demande à l'entreprise en charge de la maintenance, et fabricante, des éoliennes du parc de: procéder au contrôle visuel des roulements de l'ensemble des éoliennes tous les 3 mois. procéder au contrôle acoustique des roulements et de mesurer le niveau de corrosion. supprimer la corrosion des alésages à risque. contrôler l'absence de fissures résiduelles par courant de Foucault. Les roulements de toutes les éoliennes du parc sont remplacés au cours de l'été 2018.
Chute d'un employé dans la nacelle d'une éolienne.	15/12/2010	39464	FRANCE	44	POUILLE-LES-COTEAUX	Flam. Liq. 3,Org. Perox. B	/	/	Blessés graves Conséquences humaines	1H, 0En, 0Ec, 0M	A 10 h, un employé chargé de la maintenance d'une éolienne fait une chute de 3 m à l'intérieur de la nacelle, située à 98 m du sol. Le technicien est gravement blessé au dos mais ne présente ni fracture ni atteinte de la moelle épinière. Une équipe du GRIMP l'évacue par l'extérieur de l'éolienne et le transfère dans un hôpital à Nantes.
Éolienne endommagée par un incendie.	21/10/2009	42906	FRANCE	85	FROIDFOND	Flam. Liq. 3,Aquatic Chronic 3	/	Panne	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	0H, 0En, 0Ec, 0M	Un feu se déclare vers 20 h sur l'une des 9 éoliennes de 2 MW d'un parc mis en service 3 ans plus tôt. Les aérogénérateurs sont mis à l'arrêt par le système de contrôle automatique. Les pompiers éteignent l'incendie à 23 h. L'exploitant précise dans un communiqué de presse qu'à l'exception de l'éolienne détruite, aucun autre dommage n'a été observé. Un court-circuit dans le transformateur sec embarqué en nacelle serait à l'origine du sinistre.
Pâle brisée par la foudre sur une éolienne.	19/07/2008	42904	FRANCE	55	ERIZE-LA-BRULÉE	/	Organisation du travail et encadrement Identification des risques Organisation des contrôles Procédures REX insuffisantes	Foudre Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	0H, 0En, 0Ec, 0M	En fin d'après-midi, une trentaine de débris en fibre de verre est retrouvée au sol à 150 m d'une éolienne. Le maire prévient la préfecture de la Meuse et la Protection civile vers 19h15 et l'équipe de permanence de la société exploitant le parc arrête l'éolienne à 19h45. Les projectiles, dont le plus gros mesure 5 m de long et pèse 50 kg, proviennent de l'extrémité d'une pale touchée par la foudre.
Eolienne heurtée par un bimoteur de tourisme	04/04/2008	42884	FRANCE	29	PLOUGUIN	Self-react. G,Expl. 1.6	/	Véhicule Action non requise (réalisée)	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	0H, 0En, 0Ec, 0M	Dans l'après-midi, l'aile d'un bimoteur de tourisme léger heurte une pale d'éolienne. Aucun blessé n'est à déplorer. Le pilote, unique passager de l'appareil, réussit à atterrir sur l'aéroport de Brest-Guivapas et déclare l'incident aux autorités de l'aviation civile. Les gendarmes localisent l'éolienne et l'entreprise chargée de sa maintenance est contactée pour l'arrêter et pratiquer une expertise. Les mauvaises conditions météo (selon la préfecture, des "entrées maritimes" rendaient les conditions de vol difficile) ont conduit le pilote à voler au-dessous de l'altitude autorisée.
Chute de 70 m de trappe d'éolienne.	11/10/2007	42896	FRANCE	29	PLOUVIEN	Self-react. G,Expl. 1.6	Identification des risques Organisation des contrôles		Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	0H, 0En, 0Ec, 0M	Dans la matinée, un chasseur traversant un parc d'aérogénérateurs découvre une pièce métallique de 50 cm de diamètre. Il alerte un voisin puis la gendarmerie en fin de journée. Il s'agit d'une trappe de visite de 50 cm de diamètre tombée de la nacelle d'une éolienne située 70 m plus haut. Celle-ci est mise à l'arrêt. L'exploitant identifie une défaillance de la charnière de la trappe et modifie l'ensemble des charnières du parc.
Pale d'éolienne brisée.	02/03/2007	43107	FRANCE	50	CLITOURPS	Met. Corr. 1	Gestion des risques	Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	0H, 0En, 0Ec, 0M	Une pale d'aérogénérateur se brise. Un débris long de 5 m est projeté dans un champ à 200 m du mât. Averti en fin de matinée par un riverain, le maire contacte l'exploitant du parc éolien dont les bureaux sont situés à Montpellier. Celui-ci dépêche sur site son agent de maintenance local afin d'arrêter l'éolienne endommagée qui a continué à fonctionner.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

Titre	Date	Numéro ARIA	Pays	Département	Commune	Classe de danger CLP	Causes profondes	Causes premières	Conséquences	Echelle	Contenu
Malveillance sur éolienne.	18/11/2006	42909	FRANCE	11	ROQUETAILLAD E	Flam. Aerosol 2	/	Acte de malveillance	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	OH, 0En, 3Ec, 0M	Vers minuit, un incendie sur deux aérogénérateurs provoque la mise à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien (par le système de contrôle automatique). Des chasseurs passant sur place le lendemain donnent l'alerte. Le feu est d'origine criminelle : des saboteurs sont entrés par effraction dans les mâts pour y placer des bouteilles de gaz de 13 kg, des pneus et des hydrocarbures. L'une des nacelles est totalement détruite. Sur l'autre, l'explosion de bouteille de gaz a propulsé une tôle de protection de la nacelle à 50 m et aurait soufflé les flammes. Les dégâts sont estimés à 2 millions d'€. Suite à l'accident, de nombreux détecteurs de présence sont installés sur le site. Les deux éoliennes sont reconstruites 2 ans plus tard dans le cadre de travaux d'extension du parc.
Chute de pale.	07/10/2006	42891	FRANCE	29	PLEYBER-CHRIST	Self-react. G, Expl. 1.6	/	Panne	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	OH, 0En, 0Ec, 0M	Une pale d'une des 5 éoliennes d'un parc se décroche et chute au sol, sans faire de victime. Deux autres événements de ce type ont déjà affecté ces aérogénérateurs en 2004 (ARIA 42887 et 42889). L'accident se produit alors que le permis de construire du site a été annulé et qu'une nouvelle demande est en cours d'instruction. Le parc sera finalement démantelé en 2011.
Chute de morceaux d'éolienne.	08/07/2004	42889	FRANCE	29	PLEYBER-CHRIST	Self-react. G, Expl. 1.6	Organisation des contrôles	Vent Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels internes Pertes d'exploitation internes	OH, 0En, 0Ec, 0M	Par une matinée de vent fort, 3 morceaux de pales d'éolienne (2 de 2,5 m et 1 de 1,5 m) sont retrouvés dans un champ. Aucun blessé n'est déploré. L'enchaînement de cet accident et d'un autre similaire survenu 2 semaines plus tôt (ARIA 42887) conduit le tribunal administratif de Rennes à annuler en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.
Chute de pale d'éolienne.	22/06/2004	42887	FRANCE	29	PLEYBER-CHRIST	Self-react. G, Expl. 1.6	Organisation des contrôles	Vent Rupture	Conséquences économiques Dommages matériels Pertes d'exploitation	OH, 0En, 0Ec, 0M	Par une nuit de vent fort, une pale de l'une des 5 éoliennes d'un parc se brise en heurtant le mat. Après d'autres désordres similaires (ARIA 42889), le tribunal administratif de Rennes annule en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.

Les paramètres pris en compte ainsi que leurs modes de cotation sont explicités dans le tableau ci-après.

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

🌿 Conséquences environnementales		1	2	3	4	5	6
		■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
Env10	Quantité d'animaux sauvages tués, blessés ou rendus impropres à la consommation humaine (t)	$Q < 0,1$	$0,1 \leq Q < 1$	$1 \leq Q < 10$	$10 \leq Q < 50$	$50 \leq Q < 200$	$Q \geq 200$
Env11	Proportion P d'espèces animales ou végétales rares ou protégées détruites (ou éliminées par dom-mage au biotope) dans la zone accidentée	$P < 0,1 \%$	$0,1\% \leq P < 0,5\%$	$0,5\% \leq P < 2\%$	$2\% \leq P < 10\%$	$10\% \leq P < 50\%$	$P \geq 50\%$
Env12	Volume V d'eau polluée (en m ³) *	$V < 1000$	$1000 \leq V < 10\ 000$	$10\ 000 \leq V < 0,1\ \text{Million}$	$0,1\ \text{Million} \leq V < 1\ \text{Million}$	$1\ \text{Million} \leq V < 10\ \text{Millions}$	$V \geq 10\ \text{Millions}$
Env13	Surface S de sol ou de nappe d'eau souterraine nécessitant un nettoyage ou une décontamination spécifique (en ha)	$0,1 \leq S < 0,5$	$0,5 \leq S < 2$	$2 \leq S < 10$	$10 \leq S < 50$	$50 \leq S < 200$	$S \geq 200$
Env14	Longueur L de berge ou de voie d'eau nécessitant un nettoyage ou une décontamination spécifique (en km)	$0,1 \leq L < 0,5$	$0,5 \leq L < 2$	$2 \leq L < 10$	$10 \leq L < 50$	$50 \leq L < 200$	$L \geq 200$

* Le volume est donné par l'expression Q/C_{adm} où :

- ✓ Q est la quantité de substance rejetée,
- ✓ C_{adm} est la concentration maximale admissible de la substance dans le milieu concerné fixée par les directives européennes en vigueur.

€ Conséquences économiques		1	2	3	4	5	6
		■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
€15	Domages matériels dans l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€16	Pertes de production de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€17	Domages aux propriétés ou pertes de production hors de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	-	$0,05 \leq C < 0,1$	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$C \geq 10$
€18	Coût des mesures de nettoyage, décontamination ou réhabilitation de l'environnement (exprimé en Millions d'€)	$0,01 \leq C < 0,05$	$0,05 \leq C < 0,2$	$0,2 \leq C < 1$	$1 \leq C < 5$	$5 \leq C < 20$	$C \geq 20$

👤 Conséquences humaines et sociales		1	2	3	4	5	6
		■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
H3	Nombre total de morts : dont -employés -sauveteurs extérieurs -personnes du Public	- - - -	1 1 - -	2 - 5 2 - 5 1 -	6 - 19 6 - 19 2 - 5 1	20 - 49 20 - 49 6 - 19 2 - 5	≥ 50 ≥ 50 ≥ 20 ≥ 6
H4	Nombre total de blessés avec hospitalisation de durée ≥ 24 h : dont -employés -sauveteurs extérieurs -personnes du Public	1 1 1 -	2 - 5 2 - 5 2 - 5 -	6 - 19 6 - 19 6 - 19 1 - 5	20 - 49 20 - 49 20 - 49 6 - 19	50 - 199 50 - 199 50 - 199 20 - 49	≥ 200 ≥ 200 ≥ 200 ≥ 50
H5	Nombre total de blessés légers soignés sur place ou avec hospitalisation < 24 h : dont -employés -sauveteurs extérieurs -personnes du Public	1 - 5 1 - 5 1 - 5 -	6 - 19 6 - 19 6 - 19 1 - 5	20 - 49 20 - 49 20 - 49 6 - 19	50 - 199 50 - 199 50 - 199 20 - 49	200 - 999 200 - 999 200 - 999 50 - 199	≥ 1000 ≥ 1000 ≥ 1000 ≥ 200
H6	Nombre de tiers sans abris ou dans l'incapacité de travailler (bâtiments extérieurs et outil de travail endommagé...)	-	1 - 5	6 - 19	20 - 99	100 - 499	≥ 500
H7	Nombre N de riverains évacués ou confinés chez eux > 2 heures x nbre d'heures (personnes x nb d'heures)	-	$N < 500$	$500 \leq N < 5\ 000$	$5\ 000 \leq N < 50\ 000$	$50\ 000 \leq N < 500\ 000$	$N \geq 500\ 000$
H8	Nbre N de personnes privées d'eau potable, électricité, gaz, téléphone, transports publics plus de 2 heures x nb d'heures (personne x heure)	-	$N < 1\ 000$	$1\ 000 \leq N < 10\ 000$	$10\ 000 \leq N < 100\ 000$	$100\ 000 \leq N < 1\ \text{million}$	$N \geq 1\ \text{million}$
H9	Nombre N de personnes devant faire l'objet d'une surveillance médicale prolongée (≥ 3 mois après l'accident)	-	$N < 10$	$10 \leq N < 50$	$50 \leq N < 200$	$200 \leq N < 1\ 000$	$N \geq 1\ 000$

🚒 Matières dangereuses relâchées		1	2	3	4	5	6
		■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
Q1	Quantité Q de substance effectivement perdue ou rejetée par rapport au seuil « Seveso » *	$Q < 0,1 \%$	$0,1\% \leq Q < 1\%$	$1\% \leq Q < 10\%$	$10\% \leq Q < 100\%$	De 1 à 10 fois le seuil	≥ 10 fois le seuil
Q2	Quantité Q de substance explosive ayant effectivement participé à l'explosion (équivalent TNT)	$Q < 0,1\ \text{t}$	$0,1\ \text{t} \leq Q < 1\ \text{t}$	$1\ \text{t} \leq Q < 5\ \text{t}$	$5\ \text{t} \leq Q < 50\ \text{t}$	$50\ \text{t} \leq Q < 500\ \text{t}$	$Q \geq 500\ \text{t}$

* Utiliser les seuils hauts de la directive Seveso en vigueur. En cas d'accident impliquant plusieurs substances visées, le plus haut niveau atteint doit être retenu.

Les 18 paramètres de l'échelle européenne

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

ANNEXE 2 : Détails des calculs de nombre de personnes impactées pour les 5 accidents

EOLE DE PAVELOTTE
Dossier de demande d'autorisation environnementale pour l'exploitation du Projet éolien de Pavelotte
Commune de Nomécourt (52)
Pièce IV : Etude de dangers

Le décompte des personnes potentiellement touchées par un accident s'est déroulé comme suit :

- Détermination de la surface impactée par le scénario pour chaque catégorie de zones (routes, forêts, ...),
- Calcul du nombre de personnes présentes en fonction de la fréquentation des zones précédemment déterminées.

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers :

- pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : 1 personne par tranche de 100 ha ;
- pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : 1 personne par tranche de 10 hectares.

A noter que la surface de « Terrains aménagés mais très peu fréquentés » en cas de présence d'une route non structurante est calculée sur la base d'une :

- largeur de route de 8 m pour des voies communales, chemins ruraux et chemins d'exploitation.

PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENTS DE PALE	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, forêts, ...)		Terrains aménagés mais très peu fréquentés chemins forestiers, ruraux ou d'exploitation		Nombre total de personnes impacté
	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	
E1	76,91	0,769	1,63	0,163	0,932
E2	77,23	0,772	1,31	0,131	0,903
E3	77,47	0,775	1,07	0,107	0,882

PROJECTION DE GLACE	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, forêts, ...)		Terrains aménagés mais très peu fréquentés chemins forestiers, ruraux ou d'exploitation		Nombre total de personnes impacté
	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	
E1	31,52	0,3152	0,553	0,0553	0,370
E2	31,35	0,3135	0,582	0,0582	0,372
E3	32,07	0,3207	0,720	0,0720	0,393

EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, forêts, ...)		Terrains aménagés mais très peu fréquentés chemins forestiers, ruraux ou d'exploitation		Nombre total de personnes impacté
	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	
E1	6,98	0,0698	0,0376	0,00376	0,074
E2	6,82	0,0682	0,2000	0,0200	0,088
E3	7,02	0,0702	0	0	0,070

CHUTE DE GLACE	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, forêts, ...)		Terrains aménagés mais très peu fréquentés chemins forestiers, ruraux ou d'exploitation		Nombre total de personnes impacté
	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	
E1	1,25	0,0125	0	0	0,012
E2	1,17	0,0117	0,080	0,0080	0,020
E3	1,25	0,0125	0	0	0,012

CHUTE D'ELEMENTS DE L'EOLIENNE	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, friches, forêts, ...)		Terrains aménagés mais très peu fréquentés chemins forestiers, ruraux ou d'exploitation		Nombre total de personnes impacté
	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	Surface (ha) atteinte par les effets	Nombre de personnes potentiellement présente dans la zone	
E1	1,25	0,0125	0	0	0,012
E2	1,17	0,0117	0,080	0,0080	0,020
E3	1,25	0,0125	0	0	0,012