PROJET EOLIEN DE VAUX-COULOMMES II - COMMUNES DE COULOMMES-ET-MARQUENY (08) ET VAUX-CHAMPAGNE (08)

Dossier de demande d'autorisation environnementale

PIECE 7 : Etude de dangers et Résumé non technique

Rapport final V1

Dossier 24061005
02/12/2025

réalisé par

Auddicé Grand Est
6 place Sainte-Croix
51000 Châlons-en-Champagne
03 26 64 05 01

PROJET EOLIEN DE VAUX-COULOMMES II - COMMUNES DE COULOMMES-ET-MARQUENY (08) ET VAUX-CHAMPAGNE (08)

Dossier de demande d'autorisation environnementale

PIECE 7 : Etude de dangers et Résumé non technique

Rapport final V1

AN AVEL BRAZ

Version	Date	Description
Rapport final V1	02/12/2025	Etude de dangers et son Résumé Non Technique

	Nom - Fonction
Rédaction	Aurélie COFFRAND – Ingénieure environnement

Agence Hauts-de-France
Agence Grand-Est
Agence Île-de-France
Agence Seine-Normandie
Agence Auvergne Massif-Central
Agence Val-de-Loire
Agence Bourgogne Franche Comté
Agence Sud

Agir pour l'avenir de vos projets

auddice.com

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1. PREAMBULE 5
1.1 Objectif de l'étude de dangers 6
1.2 Contexte législatif et réglementaire 6
1.3 Nomenclature des installations classées 7
1.4 Document de référence, guide technique INERIS/SER FEE 7
CHAPITRE 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION 9
2.1 Renseignements administratifs 10
2.2 Localisation du site 10
2.3 Définition de l'aire d'étude 10
CHAPITRE 3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION 13
3.1 Environnement humain 14
3.1.1 Zones urbanisées ou urbanisables 14
3.1.2 Etablissements recevant du public (ERP) 14
3.1.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) SEVESO et installations nucléaires de base 14
3.1.4 Autres activités 14
3.2 Environnement naturel 16
3.2.1 Contexte climatique 16
3.2.2 Risques naturels 16
3.3 Environnement matériel 17
3.3.1 Voies de communication 17
3.3.2 Réseaux publics et privés 17
3.4 Cartographie de synthèse 19
3.4.1 Méthodologie de comptage 19
3.4.2 Hypothèse de travail 19
CHAPITRE 4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION 21
4.1 Caractéristiques de l'installation 22
4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien 22
4.1.2 Activité de l'installation 23
4.1.3 Composition de l'installation 23
4.2 Fonctionnement de l'installation 24
4.2.1 Principe général du fonctionnement d'un aérogénérateur 24
4.2.2 Sécurité de l'installation 27
4.2.3 Opérations de maintenance de l'installation 28
4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux 29
4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation 30
4.3.1 Raccordement électrique 30
4.3.2 Autres réseaux 30
CHAPITRE 5. IDENTIFICATION DES DANGERS POTENTIELS DE L'INSTALLATION 31
5.1 Potentiels de dangers liés aux produits et déchets 32
5.1.1 Inventaire des produits 32
5.1.2 Dangers des produits 32
5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation 33
5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source 34
5.3.1 Principales actions préventives 34
5.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles 34
CHAPITRE 6. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE 35
6.1 Inventaire des accidents et incidents en France 36
6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international 37
6.3 Inventaires des accidents majeurs sur les sites de l'exploitant 38
6.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience 38
6.4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France 38
6.4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents 38
6.4.3 Limites d'utilisation de l'accidentologie 38
CHAPITRE 7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 39
7.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques 40
7.2 Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques 40
7.3 Recensement des agressions externes potentielles 40
7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines 40
7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels 40
7.4 Scénarios étudiés dans l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) 41
7.5 Effets dominos 43
7.6 Mise en place des mesures de sécurité 43
7.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques 48
CHAPITRE 8. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES 49
8.1 Rappel des définitions 50
8.1.1 Cinétique 50
8.1.2 Intensité 50
8.1.3 Gravité 51
8.1.4 Probabilité 51
8.1.5 Acceptabilité 52
8.2 Présentation des modèles d'éoliennes 53
8.2.1 Dimensions des éoliennes 53
8.2.2 Comparaison des différentes éoliennes 53
8.3 Caractérisation des scénarios retenus 55
8.3.1 Effondrement de l'éolienne 55
8.3.2 Chute de glace 57
8.3.3 Chute d'éléments de l'éolienne 58
8.3.4 Projection de pales ou de fragments de pales 60
8.3.5 Projection de glace 62
8.4 Synthèse de l'étude détaillée des risques 64
8.4.1 Tableaux de synthèse des scénarios étudiés 64
8.4.2 Cartographie des risques 64
8.4.3 Synthèse de l'acceptabilité des risques 64
CHAPITRE 9. CONCLUSION 75
CHAPITRE 10. RESUME NON TECHNIQUE 77
10.1 Introduction 78
10.2 Présentation de l'installation 78

10.3 Identification des dangers et analyse des risques associés 80
10.3.1 Les sources de dangers 80
10.3.2 Les enjeux à protéger 81
10.3.3 Analyse des risques 83
10.3.4 Etude détaillée des risques 84
10.3.5 Synthèse de l'acceptabilité des risques 85
10.3.6 Cartes des risques avec zones de risques et vulnérabilités identifiées 85
10.4 Conclusion 96

ANNEXES 97

Annexe 1 – Bibliographie 98
Annexe 2 – Annexes au guide technique INERIS et compléments à l'accidentologie 99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Rubrique des installations classées au titre des ICPE 7
Tableau 2. Arrêtés de catastrophes naturelles sur les communes de Griselles et de l'aire d'étude de 500 m . 17
Tableau 1. Modèles des aérogénérateurs 23
Tableau 2. Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison 23
Tableau 3. Découpage fonctionnel de l'installation 26
Tableau 4. Dangers potentiels d'une éolienne 33
Tableau 5. Agressions externes liées aux activités humaines 40
Tableau 6. Analyse générique des risques 42
Tableau 7. Ensemble des tableaux des fonctions de sécurité (INERIS) 47
Tableau 8. Scénarios exclus de l'étude détaillée 48
Tableau 9. Grille de cotation en intensité issue du guide technique 50
Tableau 10. Grille de cotation en gravité de l'arrêté du 29 septembre 2005 51
Tableau 11. Grille de cotation en probabilité de l'arrêté du 29 septembre 2005 51
Tableau 12. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010 52
Tableau 13. Modèles d'éoliennes considérés dans ce projet 53
Tableau 14. Rayon des zones d'effet par modèle d'éoliennes 53
Tableau 15. Degrés d'exposition dans chaque zone d'effet 53
Tableau 16. Nombre de personnes décomptées dans les zones d'impacts 53
Tableau 21. Scénario chute de glace – calcul de l'intensité 57
Tableau 22. Scénario chute de glace – cotation de la gravité 57
Tableau 23. Scénario chute de glace – acceptabilité du risque 58
Tableau 24. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – calcul de l'intensité 58
Tableau 25. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – cotation de la gravité 59
Tableau 26. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – acceptabilité du risque 59
Tableau 27. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – calcul de l'intensité 60
Tableau 28. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – cotation de la gravité 60
Tableau 29. Probabilité de rupture de tout ou partie de pale et valeurs retenues 61
Tableau 30. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – acceptabilité du risque 61
Tableau 31. Scénario projection de glace – calcul de l'intensité 62
Tableau 32. Scénario projection de glace – cotation de la gravité 63
Tableau 33. Scénario projection de glace – acceptabilité du risque 63
Tableau 34. Synthèse de la cotation des risques – étude détaillée 64
Tableau 35. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010 64
Tableau 36. Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison 78
Tableau 37. Dangers potentiels relatifs aux éoliennes 80
Tableau 38. Agressions externes liées aux activités humaines 80
Tableau 39. Classes de probabilité 84
Tableau 40. Synthèse de la cotation des risques – étude détaillée 84
Tableau 41. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010 85

LISTE DES CARTES

Carte 1. Situation du projet 11
Carte 2. Distance des éoliennes aux habitations 15
Carte 3. Projet et inondations par remontées de nappes 16
Carte 4. Synthèse des contraintes autour du projet 18
Carte 5. Carte des enjeux de l'étude de danger 20
Carte 6. Coupes de trachées possibles 30
Carte 7. Carte des risques Eolienne E1 65
Carte 8. Carte des risques Eolienne E2 66
Carte 9. Carte des risques Eolienne E3 67
Carte 10. Carte des risques Eolienne E4 68
Carte 11. Carte des risques Eolienne E5 69
Carte 12. Carte des risques Eolienne E6 70
Carte 13. Carte des risques Eolienne E7 71
Carte 14. Carte des risques Eolienne E8 72
Carte 15. Carte des risques Eolienne E9 73
Carte 16. Carte des risques Eolienne E10 74
Carte 17. Situation du projet 79
Carte 18. Carte des enjeux de l'étude de danger 82
Carte 19. Carte des risques Eolienne E1 86
Carte 20. Carte des risques Eolienne E2 87
Carte 21. Carte des risques Eolienne E3 88
Carte 22. Carte des risques Eolienne E4 89
Carte 23. Carte des risques Eolienne E5 90
Carte 24. Carte des risques Eolienne E6 91
Carte 25. Carte des risques Eolienne E7 92
Carte 26. Carte des risques Eolienne E8 93
Carte 27. Carte des risques Eolienne E9 94
Carte 28. Carte des risques Eolienne E10 95

CHAPITRE 1. PREAMBULE

1.1 Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par AN AVEL BRAZ**,** pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Vaux-Coulommes II, autant technologiquement réalisable qu'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 un parc éolien. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Vaux-Coulommes II, 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**, 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.

Le parc éolien de Vaux-Coulommes II est situé sur les communes de Coulommes-et-Marqueny et Vaux-Champagne dans les Ardennes.

1.2 Contexte législatif et réglementaire

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du code de l'environnement relative aux installations classées. Selon l'article L 181-25 du code de l'environnement, l'étude de dangers précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

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

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu, défini par l'article D181-15-2 § III du code de l'environnement, est conforme à la méthodologie habituelle :

- description de l'environnement et du voisinage ;
- description des installations et de leur fonctionnement ;
- identification et caractérisation des potentiels de danger ;
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- réduction des potentiels de danger ;
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs) ;
- analyse préliminaire des risques ;
- étude détaillée de réduction des risques ;
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection ;
- représentation cartographique ;
- résumé non technique de l'étude des dangers.

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

1.3 Nomenclature des installations classées

Un parc éolien est classé au titre de la loi relative aux installations classées pour la protection de l'environnement[1].

Le décret n° 2011-984 du 23 août 2011 et n° 2019-1096 du 30 octobre 2019 modifiant la nomenclature des installations classées inscrit les éoliennes terrestres au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) par la rubrique suivante :

Rubrique	Libellé de l'installation	Classement	Rayon d'affichage
2980	Installation terrestre de production 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 : autorisation	**A : Autorisation**	**6 km**
	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 : Autorisation	**A : Autorisation**	**6 km**
	b) inférieure à 20 MW : Déclaration	**D : Déclaration**	

Tableau 1. Rubrique des installations classées au titre des ICPE

Le parc éolien de Vaux-Coulommes II, dont les éoliennes ont une hauteur de mât au sens de la réglementation ICPE (mât + nacelle) de 118 m, est soumis à Autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement. Chaque éolienne du parc dispose en effet d'une hauteur de nacelle (toit) supérieure à 50 mètres.

1.4 Document de référence, guide technique INERIS/SER FEE

Cette étude se base sur le guide technique « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » version de mai 2012, qui a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS et de professionnels du syndicat des énergies renouvelables (SER). Dans la suite de l'étude, ce guide sera appelé « guide technique ».

« *Il s'agit d'un document de type nouveau dans son approche, qui a pour vocation d'accompagner les différents acteurs de l'éolien (porteurs de projets, exploitants, services de l'Etat, associations, etc.) dans la démarche d'évaluation des risques potentiels liés à un parc éolien. Compte tenu de la technologie mise en œuvre dans les parcs éoliens, il apparaissait possible et souhaitable de traiter cette analyse de manière générique, afin de pouvoir transcrire les résultats présentés dans ce guide à l'ensemble des parcs éoliens installés en France.*

Ainsi, ce guide est le reflet de l'état de l'art en matière de maîtrise des risques technologiques pour les parcs éoliens, en l'état actuel des connaissances des experts ayant participé à son élaboration. Si d'autres techniques ou méthodes apparaissaient à l'avenir, elles seraient étudiées en détail et intégrées à l'analyse menée dans ce guide. »

Ainsi dans le cadre de cette étude, de nombreux paragraphes génériques ont été repris directement du guide.

[1] Loi N°76-663 du 19 juillet 1976 modifiée, Code de l'Environnement (Art. L511-1)

CHAPITRE 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1 Renseignements administratifs

Ce dossier est destiné à présenter le parc éolien Vaux-Coulommes II que la société AN AVEL BRAZ projette d'implanter sur les communes de Coulommes-et-Marqueny et Vaux-Champagne dans le département des Ardennes, en région Grand-Est.

Maître d'ouvrage	Adresse
AN AVEL BRAZ	3, rue de l'Arrivée 75015 PARIS

Etude de dangers réalisée par le bureau d'études Auddicé Grand Est :

- ✓ Ingénieur environnement : Aurélie COFFRAND
- ✓ Cartographe : Jean-Marie PLESSIS et Sylvain DEBORDE

2.2 Localisation du site

Le parc éolien de Vaux-Coulommes II est composé de 10 aérogénérateurs et 4 postes de livraison, localisés sur les communes de Coulommes-et-Marqueny et Vaux-Champagne dans les Ardennes (08).

Carte 1. Situation du projet en page 11

2.3 Définition de l'aire d'étude

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection.

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui seront néanmoins représentés sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter (Cf. § 7.7Conclusion de l'analyse préliminaire des risques en page 48).

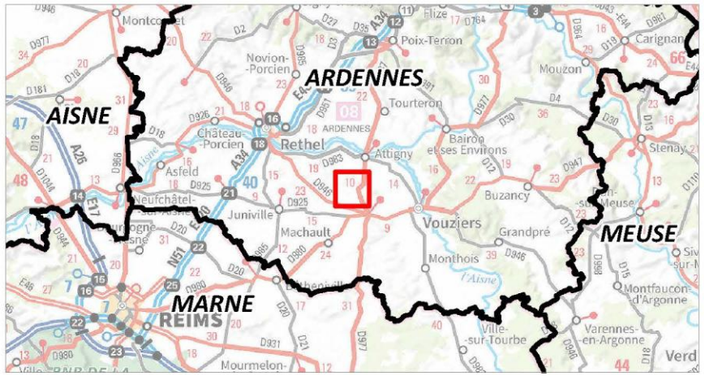
La zone d'étude (périmètre de 500 m autour des éoliennes) se situe sur les communes suivantes :

- Chardeny ;
- Coulommes-et-Marqueny ;
- Leffincourt ;
- Pauvres ;
- Quilly ;
- Saulces-Champenoises ;
- Vaux-Champagne.

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte de situation



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne

Limites administratives

- Limite communale

0 0,5 1

Kilomètres

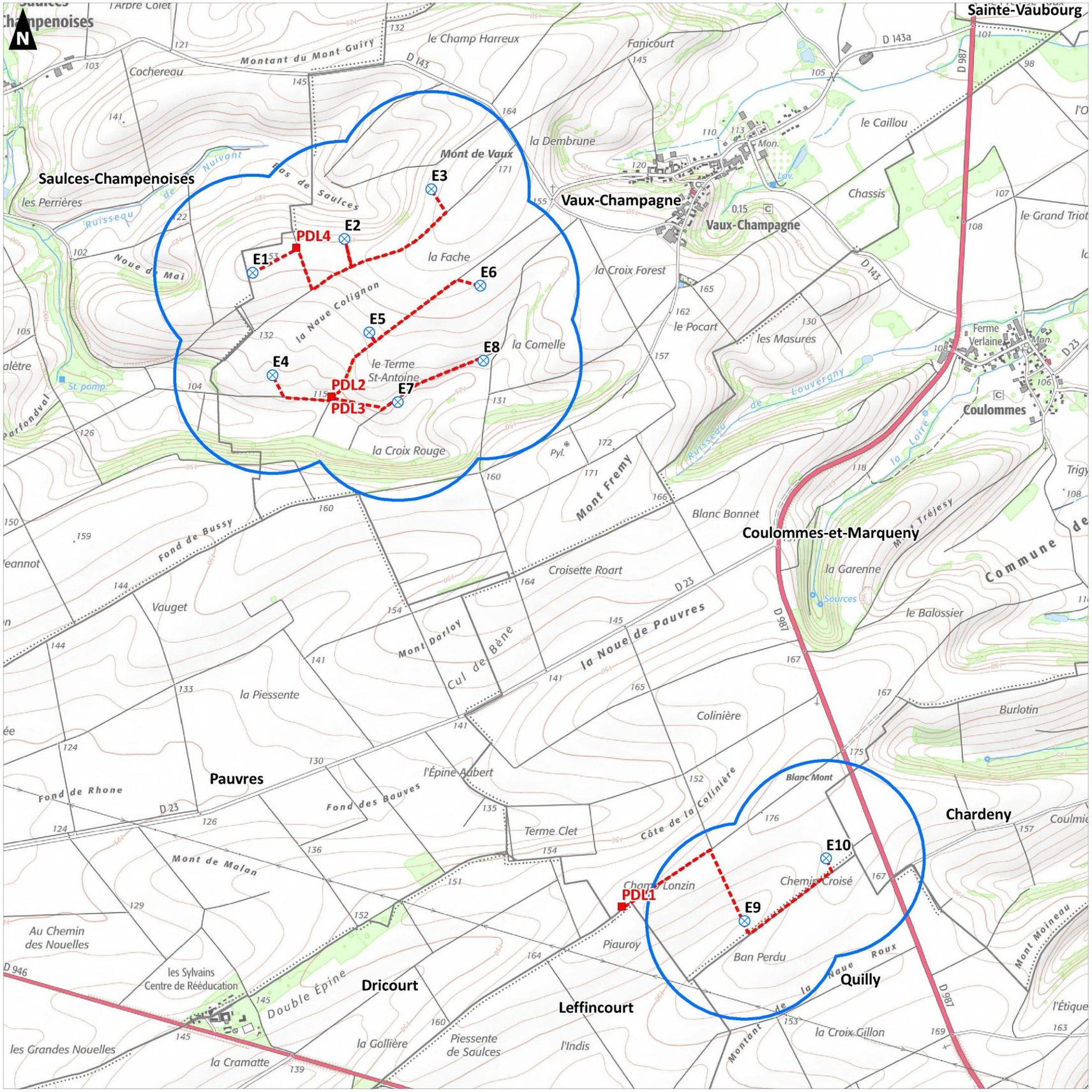
1:20 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 25 et SCAN 1000

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



CHAPITRE 3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

3.1 Environnement humain

3.1.1 Zones urbanisées ou urbanisables

La description du milieu humain à proximité (communes, nombre d'habitants, etc.) est réalisée dans l'état initial de l'étude d'impact. De même, l'analyse de la conformité du projet avec les documents d'urbanisme a également été réalisée dans l'étude d'impact.

Cf. Pièce 4 - Etude d'impact sur l'environnement – Demande d'Autorisation Environnementale

Les communes de Chardeny, Coulommes-Et-Marqueny, Leffincourt, Pauvres, Quilly, Saulces-Champenoises et Vaux-Champagne sont concernées par l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes (Carte 1, p. 11).

Que les communes disposent d'une Carte Communale ou soient soumises au Règlement National d'Urbanisme ; l'installation der compatibles aérogénérateurs.

Les habitations les plus proches des éoliennes sont les habitations suivantes :

- Vaux-Champagne : les maisons à l'ouest de la rue Basse sont situées respectivement à **977 mètres de l'éolienne E3** et 929 mètres de l'éolienne E6 ; pour les maisons à l'ouest de la rue Haute,
- Saulces-Champenoises : l'éolienne E1 est la plus proche du bourg, elle est éloignée de 1 431 m de la maison la plus au sud du bourg, l'éolienne E2 est localisée à 1 724 m de la maison route de Vaux ;
- Coulommes-et-Marqueny : les éoliennes sont éloignées de plus de 2 400 m de l'ouest du bourg ;
- Quilly : l'éolienne E10 est à 2 158 m à l'ouest de l'habitation la plus proche ;
- Leffincourt : l'éolienne E9 est à 2 378 m de l'habitation la plus proche (frange nord du village).~~;~~

Cf. Carte 2 - Distance des éoliennes aux habitations, p.15

Conformément à l'article L. 515-44 du code de l'environnement (mentionné à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 dans sa version en vigueur au jour de rédaction), l'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs soient situés à une distance minimale de 500 m 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 (Carte 2).

3.1.2 Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun ERP n'est situé dans l'aire d'étude.

3.1.3 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) SEVESO et installations nucléaires de base

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, le projet éolien de Vaux-Coulommes II respecte la distance d'éloignement minimale de 300 m d'une installation nucléaire de base et d'une installation classée pour la protection de l'environnement relevant de l'article L. 515-32 du code de l'environnement (type SEVESO).

3.1.4 Autres activités

L'aire d'étude est occupée par de grandes parcelles agricoles, jouxtées par un boisement au sud du groupe de 8 éoliennes. Ces surfaces ne sont pas aménagées pour l'accueil du public. On retiendra toutefois l'hypothèse de quelques promeneurs occasionnels.

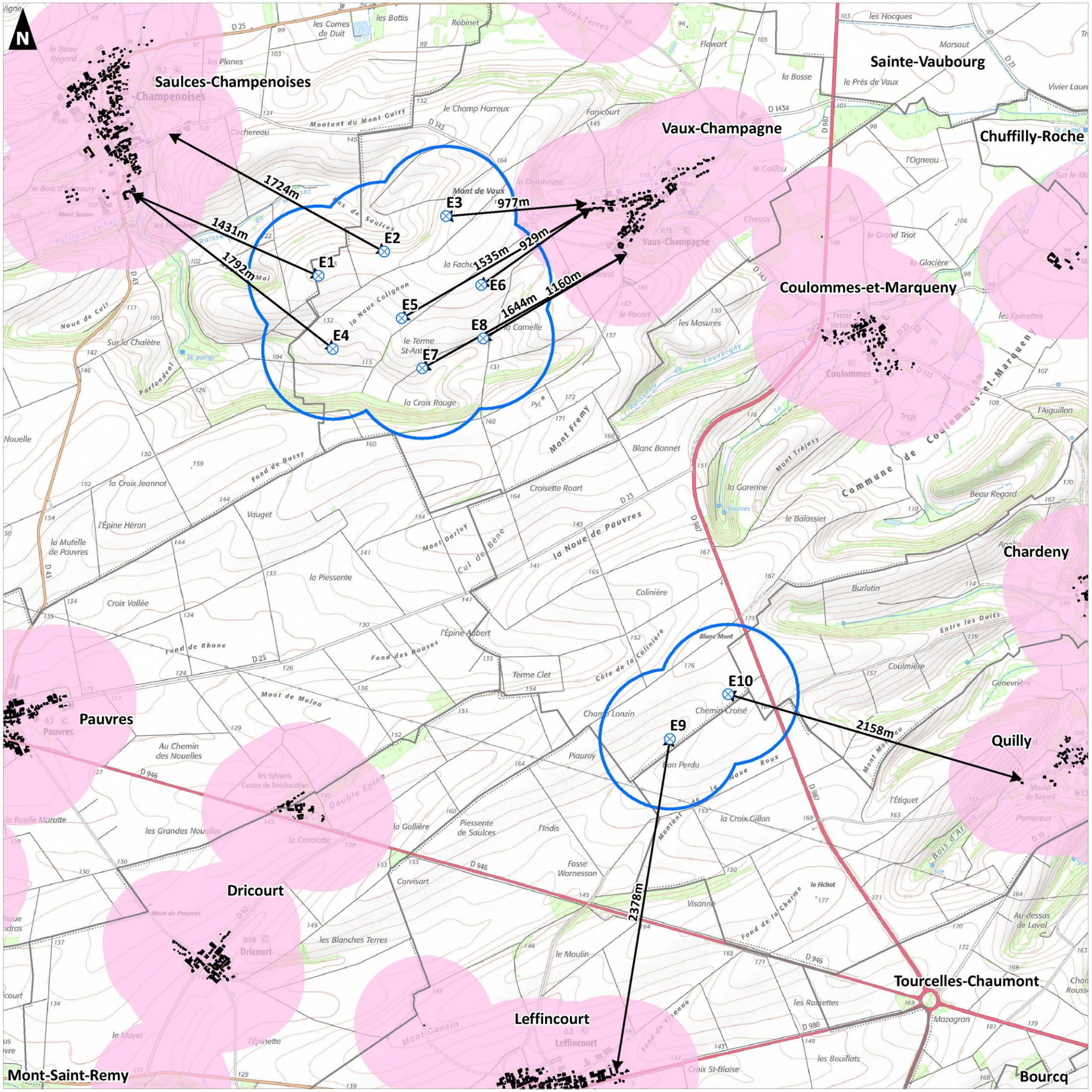
Aucune autre activité (industrielle, commerciale ou de loisirs) n'est présente dans l'aire d'étude de 500 m.

Les éoliennes sont des installations classées. La présence des éoliennes construites à proximité entre les deux groupes d'éoliennes du projet est traitée dans le chapitre7.5. Effets dominos p 43.

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Distances du projet par rapport aux habitations



Aire d'étude

Aire d'étude (500 m)

Projet

Eoliennes projetées

Habitat

Zone d'habitation

Recul réglementaire de 500 m autour des zones d'habitations

Distance (m)

Limites administratives

Limite communale

0 0,5 1

Kilomètres

1:28 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 25

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - CADASTRE ETALAB - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025

3.2 Environnement naturel

Les paragraphes ci-dessous sont étudiés dans l'état initial de l'étude d'impact. Nous en reprenons les principales conclusions, et les aires d'études.

Cf. Etude d'impact sur l'environnement – Demande d'Autorisation Environnementale

3.2.1 Contexte climatique

Le climat de la région est marqué par une influence continentale du climat océanique. La région d'étude possède les principaux traits des climats continentaux. Ces tendances sont en cours d'évolution depuis les 20 dernières années en raison du changement climatique :

- Des hivers froids et prolongés ;
- Des étés assez chauds.
- Des automnes agréables ;
- Des précipitations régulièrement réparties sur toute l'année.

La moyenne annuelle des températures minimales est de 5,3°C, la moyenne des températures maximales est de 14,6°C. La hauteur des précipitations est de 958 millimètres annuellement. Les mois les plus pluvieux sont les mois de décembre et janvier.

Concernant le nombre moyen de jours par an d'apparition de phénomènes météorologiques comme les gelées, brouillards, orages, neige et vents forts (supérieurs à 16 m/s), on peut observer :

- 89 jours avec gelées (températures inférieures à 0°C),
- 99 jours de brouillard,
- 18 jours d'orage,
- 16 jours de neige,
- 126 jours de pluie (précipitations > 1 mm)
- 72 jours avec ensoleillement nul
- 69,4 jours de vents forts (rafales > 16 m/s).

3.2.2 Risques naturels

Risque sismique

En vertu de l'article D. 563-8-1 du Code de l'environnement, le département des Ardennes est classé en zone de sismicité 1 – très faible. Les mouvements du sol dans le secteur sont très faibles, avec des accélérations comprises entre 0,2 et 0,9 m/s² selon la période de retour considérée.

Risque foudre

La densité de foudroiement dans le département des Ardennes est inférieure à 1,5 coup/km²/an. La densité de foudroiement est donc faible sur le territoire. Cependant la hauteur des éoliennes (pale + mât) augmente considérablement le risque de foudroiement. Les mesures dans le cadre de la prévention de ce risque sont présentées dans le § 7.6 page 43.

Risques climatiques majeurs

Selon le DDRM des Ardennes, l'ensemble du département est concerné par les risques météorologiques (vents violents, fortes précipitations, orages, neige/verglas, grand froid, canicule).

Risque géotechnique

- **Mouvements de terrain**

Aucun risque de mouvement de terrain n'est détecté à l'échelle de la zone d'étude (500 m) pour ce type d'aléa. Les enjeux sont qualifiés de nuls.

- **Cavités**

L'aire d'étude immédiate n'est pas impactée par ce type d'aléa. Les enjeux sont qualifiés de nuls.

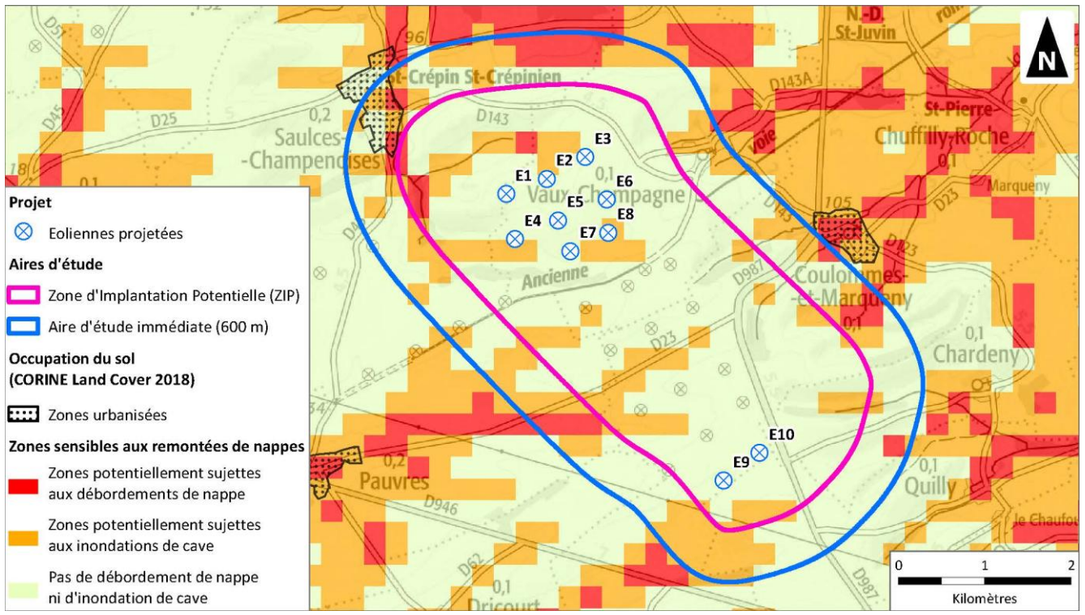
- **Aléa « Retrait et gonflement des argiles**

La zone d'étude est située en partie en zone d'aléa faible pour ce risque naturel. Les enjeux sont qualifiés de faibles sur la zone d'implantation potentielle.

Risque d'inondation

De manière générale, les inondations sont liées à des remontées de nappes ou au ruissellement des eaux pluviales sur des terres agricoles et/ou sur des surfaces bâties, provoquant le débordement des cours d'eau du bassin versant concerné.

Les inondations sur ces sols crayeux localisés sur les reliefs entre bassins-versants sont peu probables du fait de la nature même des roches et sols en présence (calcaires perméables).



Carte 3. Projet et inondations par remontées de nappes

Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle

Le tableau suivant présente la liste des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle pour les communes de l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

Evènement recensé	Début de l'évènement	Fin de l'évènement	Communes concernées						
			Chardeny	Coulommes-et-Marqueny	Leffincourt	Pauvres	Quilly	Saulces-Champenoises	Vaux-Champagne
Sécheresse	01/04/2020	30/09/2020	X						
Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	29/12/1999	X	X	X	X	X	X	X
	27/05/2018	27/05/2018				X		X	
	14/07/1987	/							X

Tableau 2. Arrêtés de catastrophes naturelles sur les communes de Griselles et de l'aire d'étude de 500 m

Plusieurs catastrophes naturelles ont été constatées par arrêté sur les communes de l'aire d'étude. L'arrêté de décembre 1999 suite à la tempête qui avait touché toute la France concerne toutes les communes.

Outre cet évènement, la commune de Chardeny compte un arrêté pour motif de sécheresse.

Les communes de Pauvres, Saulces-Champenoises et Vaux-Champagne en comptent quant à elles un évènement supplémentaire, lié à un phénomène d'inondation et de coulées de boue survenu soit en 2018 soit en 1987.

3.3 Environnement matériel

3.3.1 Voies de communication

Transport routier

Les principaux axes routiers sur la zone d'étude sont les suivants, du nord au sud :

- La route départementale 143 qui relie Saulces-Champenoises à Vaux-Champagne,
  - *Le groupe de 8 éoliennes est positionnée au sud de l'axe avec E3 à 500 m ;*
- La route départementale 987 part du rond-point de Mazagran vers Coulommes-et-Marqueny ;
  - *Au sud, l'éolienne E10 est positionnée à 250 m* de cet axe ;
- Les chemins ruraux et agricoles,
  - *Ils parcourent et desservent toutes les zones cultivées.*

Parmi les voies de communication identifiées, aucun axe structurant (plus de 2 000 véhicules/jour) n'est identifié dans l'aire d'étude de 500 m.

Le trafic routier détecté en 2024[2] montre un trafic moyen journalier de 1 339 véhicules entre le carrefour de Mazagran et Coulommes sur l'axe RD987. La RD 143 est un axe de desserte locale, le trafic journalier y est inférieur, nous ne pouvons toutefois le qualifier précisément en l'absence de données de comptage (Source : Trafics routiers sur la région Grand Est).

Transport ferroviaire

Aucune voie ferrée n'est recensée à proximité immédiate du projet.

Transport fluvial

Aucune voie navigable n'est recensée à proximité immédiate du projet.

Transport aérien

Le radar de Vouziers est identifié à plus de 5 km du projet. La contrainte qu'il peut représenter sera analysée en phase d'instruction du projet par les services concernés de l'Armée.

Randonnées pédestres

Une boucle pédestre est dessinée entre Saulces-Champenoises et le bourg de Coulommes pour découvrir les paysages de Champagne. Le tracé emprunte le chemin agricole entre les lignes d'éoliennes E1-E2-E3 et E4-E5-E6. Ce chemin est peu fréquenté (cf. Etude Paysagère, page 34)

3.3.2 Réseaux publics et privés

Aucun ouvrage de transport de gaz ne traverse l'aire d'étude du projet.

On notera la présence d'une ligne électrique de transport d'électricité très haute tension (THT) au sud de l'éolienne E9. Elle se positionne au-delà de la distance de recul demandée par RTE, gestionnaire du réseau.

Aucun autre réseau n'est connu dans ce secteur (hors drainages agricoles possibles).

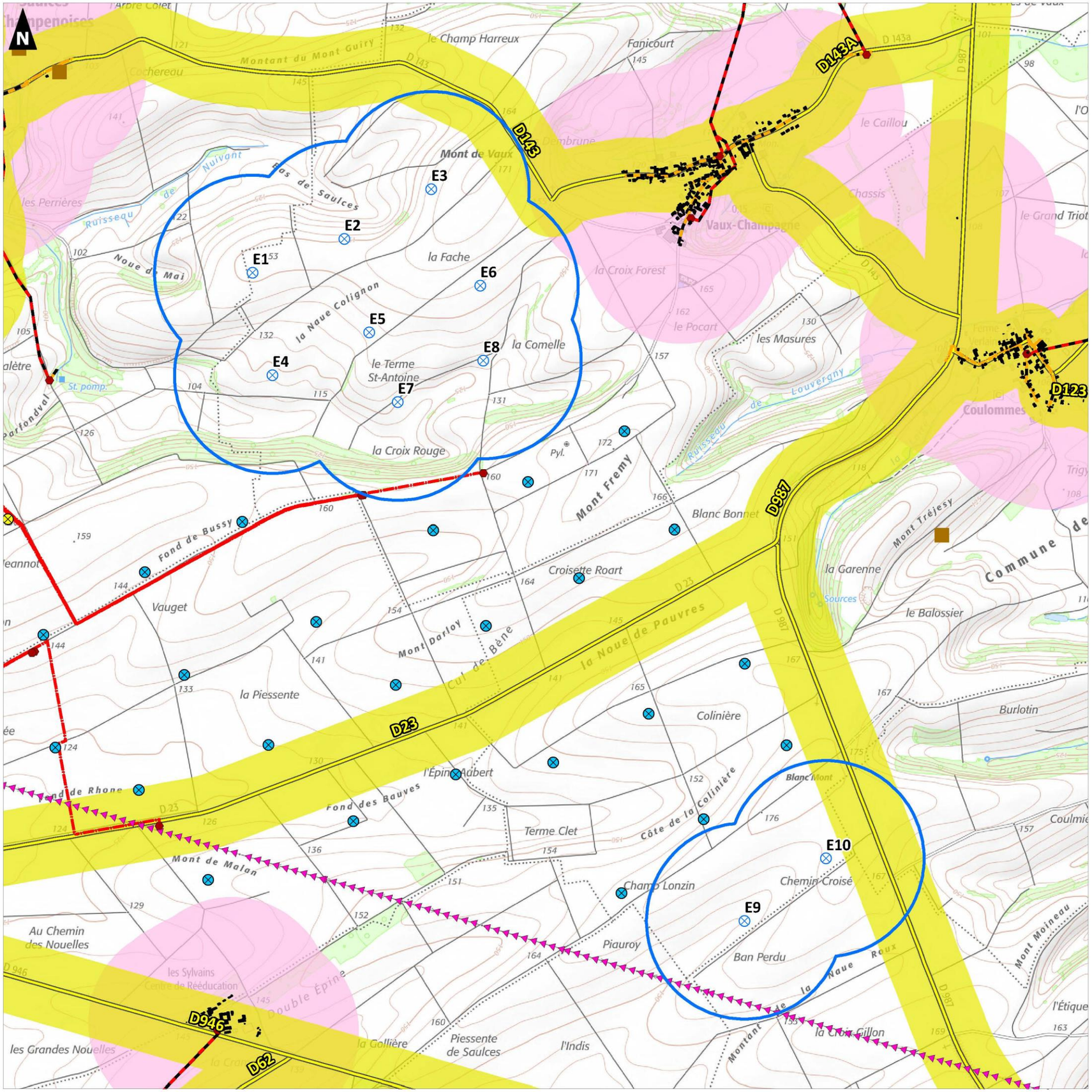
Cf. Carte 4 Synthèse des contraintes, page suivante

[2] Source : Comptage routier de la DREAL Grand Est

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Implantation du projet au regard de la synthèse des contraintes



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées

Réseaux routier

- Route départementale
- Périmètre de 190 m

Réseaux de Transport d'Électricité

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)

Réseaux de Distribution d'Électricité

- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

ICPE (hors éoliennes)

- Autre

Parcs éoliens

- Éolienne construite/en service
- Projet en instruction

Habitat

- Zone d'habitation
- Recul réglementaire de 500 m autour des zones d'habitations

0 0,5 1

Kilomètres

1:20 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 25

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETLAB - DREAL - RTE - ENEDIS - LA FIBRE-FH - CARTORADIO - ANFR - GEORISQUES - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025

3.4 Cartographie de synthèse

3.4.1 Méthodologie de comptage

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode présentée en annexe 1.A du guide. Cette méthode se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

Cf. Annexe 2 reprenant l'annexe 1.A du guide technique INERIS, méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, nous comptabiliserons 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 risques, nous identifierons les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) et nous en déterminerons la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur (pour les voies de circulation et chemins de randonnée).

3.4.2 Hypothèse de travail

Les zones agricoles sont constituées d'éléments disparates : champs, voies de circulation non structurantes (chemins d'exploitation, chemins ruraux faiblement fréquentés...).

Selon la circulaire :

- Un champ est classé terrain non aménagé et très peu fréquenté. Compter 1 personne par tranche de 100 ha.
- Les voies de circulation non structurantes sont classées en terrains aménagés mais peu fréquentés. Compter 1 personne par tranche de 10 ha.
- Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

Pour simplifier l'analyse, nous ne différencierons pas les champs des voies de circulation et seront comptés comme suit :

- **Les zones agricoles sont comptés en catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés** (catégorie majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha.
- **Pour les voies de communication**, la RD 987 et la RD 143 sont retenues comme voies non structurantes c'est-à-dire ayant un trafic routier de moins de 2 000 véhicules/jours. Conformément au guide technique, elles n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes, les voies de circulation non structurantes (inférieures à 2 000 véhicules/jour) étant déjà comptées dans **la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés** (1 personne par tranche de 10 ha).
- **Pour le chemin de randonnée**, celui-ci étant peu fréquenté et en l'absence de données chiffrées précises, le comptage sera considéré dans l'enveloppe des zones agricoles ou des voies de communication, c'est-à-dire avec un **comptage de 1 personne par tranche de 10 ha**.

Toutes les hypothèses sont ainsi majorantes vis-à-vis du comptage du nombre de victimes potentielles.

La carte des enjeux en page suivante présente le comptage pour l'aire d'étude de 500 m figure quant à lui dans le Tableau 28, en page 60.

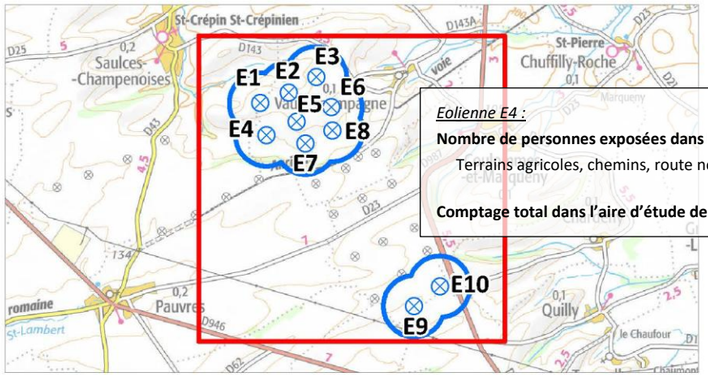
NB : Comme détaillé au paragraphe 8.2 Présentation des modèles d'éoliennes en page 53, la carte suivante tient compte d'un modèle d'éolienne unique de 190 m de hauteur en bout de pale.

Cf. Carte des enjeux en page suivante

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des enjeux



Eolienne E1 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E1 : 7,85 personnes

Eolienne E2 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E2 : 7,85 personnes

Eolienne E3 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E3 : 7,85 personnes

Eolienne E4 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E4 : 7,85 personnes

Eolienne E5 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E5 : 7,85 personnes

Eolienne E6 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E6 : 7,85 personnes

Eolienne E7 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E7 : 7,85 personnes

Eolienne E8 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E8 : 7,85 personnes

Eolienne E9 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins d'exploitation : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E9 : 7,85 personnes

Eolienne E10 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins d'exploitation : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E10 : 7,85 personnes

Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à élargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

0 0,5 1

Kilomètres

1:18 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025

CHAPITRE 4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

4.1 Caractéristiques de l'installation

4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs postes de livraison électriques, par lesquels passe l'électricité produite par le parc avant d'être livrée sur le réseau public d'électricité ;
- Un ensemble de chemins d'accès aux éléments du parc ;
- Moyens de communication permettant le contrôle et la supervision à distance du parc éolien ;
- Eventuellement de moyens de mesures du vent.

Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens du l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- La **nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :

Elle 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 ;
- ✓ les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
- ✓ le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

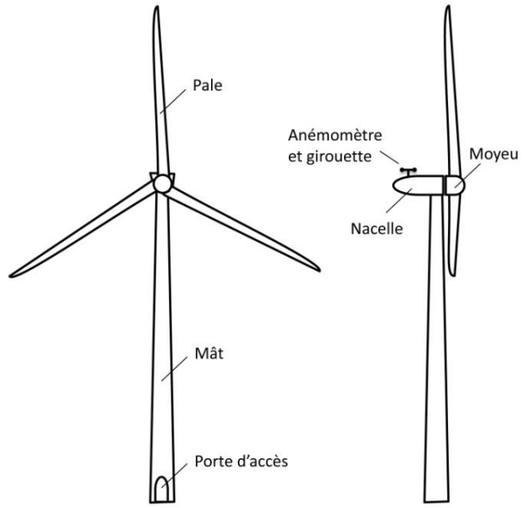


Figure 1. Schéma simplifié d'un aérogénérateur

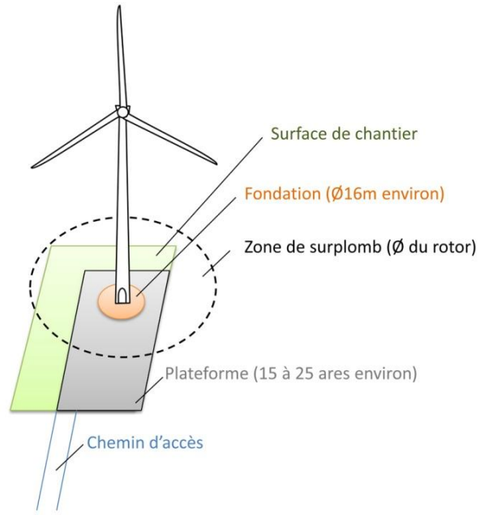


Figure 2. Illustration des emprises au sol d'une éolienne

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.

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 existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles.

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

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).

- **Croisements et virages**

En cas de croisements ou virage, il convient d'aménager la route en respectant des rayons de courbure et surface de survol en fonction de la taille des éoliennes.

4.1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du **parc éolien de Vaux-Coulommes II** est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent, avec une hauteur de mât (mât + nacelle) de 103 à 128 mètres selon les éoliennes. Cette installation est soumise à la rubrique 2980 des Installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3 Composition de l'installation

Le projet comporte 10 éoliennes et 4 postes de livraison.

Dans le cadre de ce projet, le porteur de projet envisage plusieurs modèles d'aérogénérateurs pour répondre aux contraintes grevant l'espace aérien.

Eoliennes	E1 et E3	E2	E4, E7 et E8	E5	E6	E9 et E10
Modèle éolienne	V136	V150	V150	V150	V136	V126
Puissance unitaire	4,5 MW	6 MW	6 MW	6 MW	4,5 MW	4,2 MW
Hauteur totale	166 m	180 m	200 m	190 m	173 m	156 m
Hauteur de moyeu	98 m	105 m	125 m	115 m	105 m	93 m
Diamètre du rotor	136 m	150 m	150 m	150 m	136 m	126 m
Longueur des pales	66,7 m	73,7 m	73,7 m	73,7 m	66,7 m	61,7 m
Largeur à la base du mât	4,56 m	4,8 m	4,76 m	4,8 m	4,8 m	4,56 m
Corde maximale pale	4,1 m	4,2 m	4,2 m	4,2 m	4,1 m	4,0 m

Tableau 1. Modèles des aérogénérateurs

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des 10 aérogénérateurs et des 4 postes de livraison, sur les communes de Coulommes-et-Marqueny et Vaux-Champagne :

	Lambert 93		WGS 84	
	X	Y	Latitude (N)	Longitude (E)
E1	810612,11	6927765,67	49°26'22,97"N	4°31'28,84"E
E2	811081,84	6927939,31	49°26'22,97"N	4°31'52,31"E
E3	811525,09	6928192,83	49°26'22,97"N	4°32'14,55"E
E4	810714,37	6927243,14	49°26'22,97"N	4°31'33,41"E
E5	811208,62	6927462,03	49°26'22,97"N	4°31'58,14"E
E6	811775,87	6927699,65	49°26'22,97"N	4°32'26,51"E
E7	811354,8	6927105,68	49°26'22,97"N	4°32'05,05"E
E8	811791,57	6927317,75	49°26'22,97"N	4°32'26,92"E
E9	813125,12	6924459,54	49°26'22,97"N	4°33'30,27"E
E10	813542,09	6924778,65	49°26'22,97"N	4°33'51,26"E
PDL1	812496,86	6924533,48	4°32'59,19"E	49°24'37,21"N
PDL2	811013,42	6927134,09	4°31'48,14"E	49°26'02,28"N
PDL3	811013,42	6927134,09	4°31'48,14"E	49°26'02,28"N
PDL4	810833,93	6927894,34	4°31'39,97"E	49°26'26,99"N

Tableau 2. Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison

Les différents aérogénérateurs, le poste de livraison, les plateformes, les chemins d'accès et les réseaux enterrés sont représentés sur les plans réglementaires.

Cf. Plans réglementaires - Dossier de demande d'autorisation environnementale

4.2 Fonctionnement de l'installation

4.2.1 Principe général du fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par l'anémomètre qui détermine la vitesse et 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 2 m/s, et c'est seulement à partir de 3 m/s 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 14 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 -120 fois plus vite que l'arbre lent. 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 la vitesse minimale nécessaire à la production maximale, l'éolienne fournit sa puissance nominale.

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre dépasse la vitesse maximale de fonctionnement, 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. Ce frein mécanique n'est activé que par un arrêt d'urgence.

Fonction	Caractéristiques
FONDATION	
Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations ont entre 3 et 5 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre d'une vingtaine de mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 tonnes. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Il répond aux prescriptions de l'Eurocode 3. Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes : - Le type d'éolienne ; - La nature des sols ; - Les conditions météorologiques extrêmes ; - Les conditions de fatigue.

TOUR / MAT	
Supporter la nacelle et le rotor	La tour des éoliennes (également appelée mât) est constituée de plusieurs sections tubulaires en acier, de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, la tour est autoportante. La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. La tour a avant tout une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite : - Une échelle d'accès à la nacelle ; - Un élévateur de personnes ; - Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ; - Les cellules de protection électriques. Tension des câbles présents dans la tour : 750 V

NACELLE	
Supporter le rotor **Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité**	La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne (voir figure ci-après). Elle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, et est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur. Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande. La nacelle n'est pas fixée de façon rigide à la tour. La partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation, appelé « yaw system », permettant à la nacelle de s'orienter face au vent, c'est-à-dire de positionner le rotor dans la direction du vent (l'orientation du rotor est forcée). Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs 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 0,45 degrés par seconde soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet. Afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public, il existe un dispositif de contrôle de rotation de la nacelle. Celle-ci peut faire 3 à 5 tours de part et d'autre d'une position moyenne. Au-delà, un dispositif automatique provoque l'arrêt de l'éolienne, le retour de la nacelle à sa position dite « zéro », puis la turbine redémarre. Tension dans les armoires électriques : entre 0 et 1 200 V.

ROTOR / PALES	
Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	Les rotors Vestas sont composés de trois pales fixées au moyeu via des couronnes à deux rangées de billes et double contact radial. La rotation du rotor 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 des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison. Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante (supérieure à 25 m/s), risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le système de sécurité ramène les pales dans une position où elles offrent le moins de prise au vent, dite « en drapeau », conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique). Ce système comprend également la présence d'accumulateurs hydropneumatiques disposés au plus près des vérins. Ces accumulateurs permettent, même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique, de ramener les pales en drapeau. Chaque pale est indépendante et équipée de son propre pitch system afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande. Plusieurs notions caractérisent les pales : - La longueur, fonction de la puissance désirée ; - La corde (largeur maximale), fonction du couple nécessaire au démarrage et de celui désiré en fonctionnement ; - Les matériaux, fonction de la résistance souhaitée. La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.

MULTIPLICATEUR	
Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent	Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent ». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor est connecté au multiplicateur. Le multiplicateur (Gearbox) permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur compris entre 100 et 120 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1450-1550 tours par minute. Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements. Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence

GENERATEUR ET TRANSFORMATEUR	
Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique **Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau**	Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante). Le générateur est de type synchrone délivrant un courant alternatif sous 750 V pour 3,45 MW ou 800 V pour 4,5 MW à vitesse nominale. Un système de conversion appelé « Grid Streamer™ converter » permet d'assurer la régulation du fonctionnement du générateur et la qualité du courant produit. Il permet d'alimenter le transformateur élévateur de tension en courant alternatif 50 Hz sous 650 V pour 3,45 MW ou 720 V pour 4,2 MW. Cette tension est élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec, puis régulée par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Le transformateur est localisé dans une pièce fermée à l'arrière de la nacelle. Un câble relie ensuite la nacelle et les cellules de protection du réseau, disposées dans une armoire en partie basse de la tour. Il s'agit de cellules à isolation gazeuse (SF6) qui permettent une séparation électrique de l'éolienne par rapport aux autres machines du champ éolien en cas d'anomalie (court-circuit, surtension, défaut d'isolement, …). Le refroidissement du générateur et du dispositif de conversion est effectué par une boucle d'eau.

POSTE DE LIVRAISON	
Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Les éoliennes d'un même champ éolien sont ensuite raccordées au réseau électrique de distribution (ERDF ou régies) 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. Tension des équipements : 20 000 Volts et 230 Volts (auxiliaires)

PLATEFORME	
Permet le positionnement des grues nécessaires au levage et à la maintenance	Longueur : environ 45 à 50 m ; Largeur : environ 35 m Empierrement stabilisé pour supporter le poids des grues

CABLES SOUTERRAINS	
Acheminer l'électricité depuis les éoliennes jusqu'au réseau de distribution via le poste de livraison	Câbles enterrés entre 80 et 120 cm de profondeur Présence d'un grillage avertisseur Réseau borné et repéré Tension des câbles : 20 000 Volts

Tableau 3. Découpage fonctionnel de l'installation

4.2.2 Sécurité de l'installation

4.2.2.1 Respect de l'arrêté du 26 août 2011 (prescriptions relatives à l'arrêté du 26 août 2011, version en vigueur à la date de rédaction de l'étude)

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation. Cela concerne notamment :

- L'éloignement 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 et de 300 mètres d'une installation nucléaire,
- L'implantation de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisées dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens,
- La présence d'une voie d'accès carrossable entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours,
- Le respect des normes suivantes : norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne,
- L'installation conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation,
- Le respect des normes suivantes : norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010), normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009),
- L'installation conforme aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables,
- Le balisage de l'installation conformément aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L.6352-1 du Code des transports, des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile, et de l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne modifié par l'arrêté du 29 mars 2022,
- Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements,
- L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement,
- La réalisation d'essais d'arrêt permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs,
- L'interdiction d'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables,
- La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques.

4.2.2.2 Respect des principales normes applicables à l'installation

La liste des codes et standards appliqués pour la construction des éoliennes Vestas (pour exemple, à vérifier selon le modèle retenu pour la construction), présentée ci-après, n'est pas exhaustive. Seuls les principaux standards sont présentés ci-dessous.

- La norme IEC61400-1 intitulée « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi, la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard : IEC61400-1. Les pales respectent le standard IEC61400-1 ; 12 ; 23.
- La génératrice est construite suivant le standard IEC60034.
- La conception du multiplicateur répond 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.
- Les éoliennes répondent aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques, notamment la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004.
- Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air. Le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 12944.

Les divers types de 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.

4.2.2.3 Organisation des secours

<u>Moyens internes :</u>

En cas d'alarme sur une éolienne, une information est envoyée au centre de supervision qui peut contacter les secours.

<u>Moyens externes :</u>

L'exploitant déterminera un plan d'intervention en accord avec les services départementaux de secours au moment où le projet sera bien avancé et que les autorisations administratives seront obtenues.

Régulièrement, l'exploitant organisera avec les services de secours des exercices communs sur le parc éolien afin de coordonner les actions et les rendre le plus efficace possible.

4.2.3 Opérations de maintenance de l'installation

4.2.3.1 Dispositions générales

L'installation respectera toutes les prescriptions imposées par la réglementation et en particulier par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 (version en vigueur à la date de rédaction de l'étude).

Cela concerne notamment :

- **Etat des accès des installations (article 13 de l'arrêté du 26 août 2011)**

L'accès aux éoliennes ainsi qu'aux postes de livraison est verrouillé et contrôlé. Toute personne souhaitant accéder aux infrastructures doit respecter les procédures qui sont indiquées sur les panneaux d'affichage. Pour tout accès, il est nécessaire de contacter la hotline du service d'exploitation et d'indiquer les identités des intervenants et les raisons de la visite. La prise de connaissance par tout personnel du plan de prévention de l'installation est également contrôlée.

Le bon fonctionnement de ce système d'identification est contrôlé par le maintenancier lors des deux visites annuelles ainsi que par l'équipe d'exploitation lorsqu'elle se rend sur site.

- **Tests avant mise en service (article 17 de l'arrêté du 26 août 2011)**

Avant la mise en service du parc éolien, des tests d'arrêt, d'arrêt d'urgence et de survitesse sont effectués sur chaque éolienne. Ces tests sont répétés une fois par an pendant toute la durée d'exploitation du parc éolien.

L'ensemble de ces tests est intégré dans les protocoles de maintenance signés avec le constructeur des éoliennes.

- **Vérification des installations électriques et des mises à la terre (article 9 de l'arrêté du 26 août 2011)**

L'ensemble des installations électriques fait l'objet d'un contrôle de vérification initiale avant mise en service par un organisme de contrôle. Les éoliennes et les postes de livraison sont équipés de l'ensemble des protections réglementaires permettant de garantir la sécurité électrique des installations. Les procédures d'inspection prévoient le contrôle de la fonctionnalité des organes de protection, des mises à la terre et des valeurs de prises de terre.

4.2.3.2 Conduite du système

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart des zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Bien que certaines opérations nécessitent des interventions sur site, les éoliennes sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, les installations sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Il permet également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public,…).

Par contre, en cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité (déclenchement VOG, déclenchement détecteur d'arc électrique, température haute, pression basse huile, …), une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut avant de pouvoir relancer un démarrage.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours réalisées par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance.

Toute intervention dans le rotor n'est réalisée qu'après le blocage mécanique de celui-ci.

Des dispositifs de consignation électrique sont répartis sur l'ensemble des éléments électriques afin de pouvoir isoler certaines parties et protéger ainsi le personnel intervenant.

Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

4.2.3.3 Formation des personnels

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels, 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.

4.2.3.4 Entretien du matériel

La liste des opérations à effectuer sur les diverses machines ainsi que leur périodicité est définie par des procédures. Les principaux contrôles effectués sont présentés ci-après.

De plus, les conditions de maintenance tiennent compte de l'article 18 de l'arrêté du 26 aout 2011 :

« *I. - Trois mois, puis un an après leur mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât de chaque aérogénérateur. Le contrôle de l'ensemble des brides et des fixations de chaque aérogénérateur peut être lissé sur trois ans tant que chaque bride respecte la périodicité de trois ans.*

II. - Selon une périodicité définie en fonction des conditions météorologiques et qui ne peut excéder 6 mois, l'exploitant procède à un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés, notamment par des impacts de foudre, au regard des limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt spécifiées dans les consignes établies en application de l'article 22 du présent arrêté. »

L'article 19 précise « *L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité, notamment ceux visés par le présent arrêté.*
L'exploitant tient à jour, pour son installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance qui ont été effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées. »

4.2.3.5 Contrôles règlementaires périodiques

Les contrôles réglementaires concernent les installations électriques, les équipements et accessoires de levage ou les équipements sous pression (accumulateurs hydropneumatiques). Ils sont réalisés par des organismes agréés.

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

4.2.3.6 Maintenance curative

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

4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc de Vaux-Coulommes II.

4.3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1 Raccordement électrique

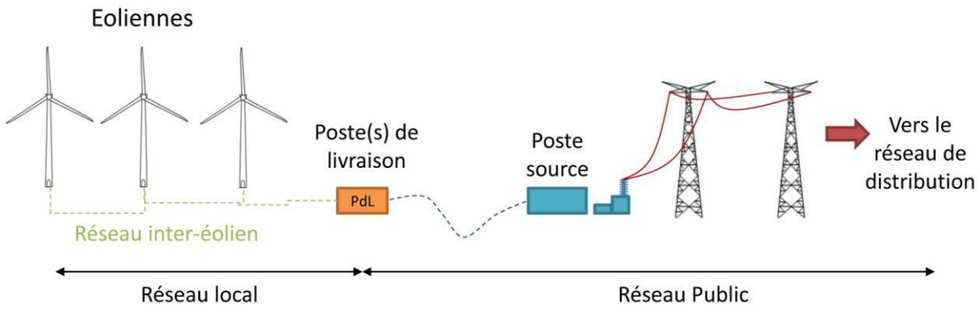
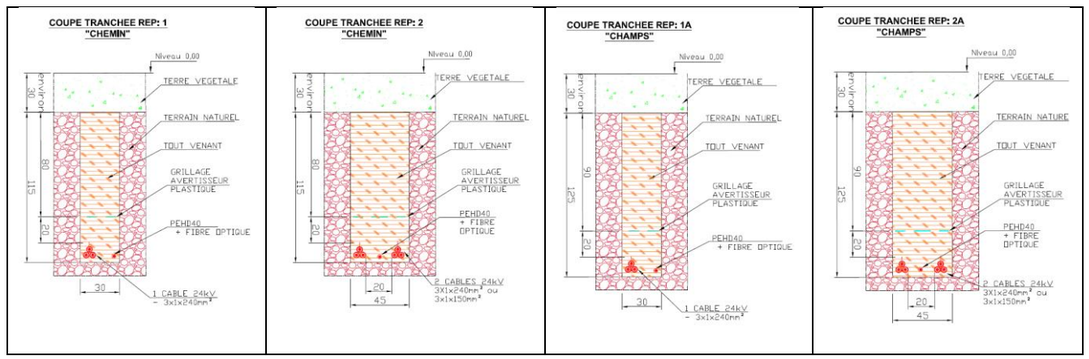


Figure 3. Raccordement électrique des éoliennes en interne et vers le réseau public

4.3.1.1 Réseau inter-éolien

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

Les liaisons électriques souterraines sont constituées de trois câbles en aluminium pour le transport de l'électricité, d'un ruban de cuivre pour la mise à la terre, d'une gaine PVC avec des fibres optiques pour les communications et d'un grillage ou d'un ruban avertisseur. Pour optimiser les longueurs de câbles, ces câbles passeront à travers champs essentiellement, sous réserve de l'accord des propriétaires, les autres emprunteront certains chemins d'accès aux champs. Quatre types de tranchées seront utilisés, le Rep 1A et 2A en champs, le Rep. 1 et le Rep. 2 en accotement de chemin.



Carte 6. Coupes de trachées possibles

Le raccordement au réseau sera réalisé depuis le poste de livraison 20 kV (20 000 volts) situé sur le parc éolien par la mise en place d'un câble souterrain triphasé type HN33S23 / 20 kV de 150 ou 240 mm^2 de section par phase répondant à la recommandation technique permettant de l'intégrer au réseau électrique public.

4.3.1.2 Réseau inter-éolien de communication

Un réseau de communication est créé dans la même tranchée pour relier les machines entre elles au poste de supervision. Ce réseau de communication en fibre optique est insensible aux perturbations électromagnétiques qui pourraient être induites par la proximité immédiate des câbles de puissance.

4.3.1.3 Poste(s) de livraison

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

La localisation exacte de l'emplacement du ou des poste(s) de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

4.3.2 Autres réseaux

Le parc éolien de Vaux-Coulommes II ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

CHAPITRE 5. IDENTIFICATION DES DANGERS POTENTIELS DE L'INSTALLATION

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

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

5.1 Potentiels de dangers liés aux produits et déchets

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

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

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

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

5.1.1 Inventaire des produits

Les produits mis en œuvre dans l'éolienne sont principalement des dégrippants, des freins filets, des graisses, des huiles, des nettoyants, de la peinture, du silicone. Pour plus de précisions, le lecteur pourra se référer à l'étude de dangers.

Les produits chimiques pouvant être utilisés peuvent être dangereux en raison de leur incompatibilité ou de leurs propriétés (toxicité, inflammabilité, température d'emploi).

Les risques inhérents à ces aspects pour le personnel sont :

- des brûlures chimiques (projections de produits caustiques),
- une intoxication.

Pour se prévenir de ces risques, tous les récipients contenant des matières premières seront étiquetés et le personnel intervenant sera sensibilisé aux points suivants :

- Les dangers présentés par les produits,
- Les opérations de manipulation de produits,
- Le comportement à tenir en cas d'incident ou d'accident.

Les fiches de données de sécurité des produits sont portées à la connaissance des personnes les manipulant et toujours disponibles.

5.1.2 Dangers des produits

Les risques associés aux différents produits concernant le Parc éolien de Vaux-Coulommes II sont :

■ Inflammabilité et comportement vis à vis de l'incendie

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

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

Le SF_6 (Héxafluorure de soufre) est pour sa part ininflammable.

■ Toxicité pour l'homme

Ces divers produits ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs à causticité marquée). Toutefois, le risque de toxicité peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.

■ Dangerosité pour l'environnement

Vis-à-vis de l'environnement, le SF_6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont limitées.

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

Le classement des substances utilisées sur le site sera conforme à l'arrêté du 20 avril 1994 modifié en janvier 2009 relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances.

En conclusion, il ressort que les produits présentent des dangers en cas d'incendie ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.

5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Vaux-Coulommes II sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

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

Tableau 4. Dangers potentiels d'une éolienne

5.3 Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1 Principales actions préventives

Ce paragraphe a pour but de montrer que des actions préventives ont été mises en œuvre.

5.3.1.1 Réduction des dangers liés aux produits

Les produits présents sur chaque éolienne (huile, fluide de refroidissement) sont des produits classiques utilisés dans ce type d'activité.

Ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements.

Le SF6 est un très bon isolant et ne dispose pas à ce jour de produit de substitution présentant des qualités équivalentes. De plus, malgré son caractère de gaz à effet de serre, il ne présente pas de danger pour l'homme (ininflammable et non toxique). Il n'est donc pas prévu de solution de substitution. Il faut rappeler que ce gaz est contenu dans les cellules d'isolement disposées en pied d'éolienne (cellules étanches) qui sont des matériels du commerce.

5.3.1.2 Substitution des équipements

Les dangers des équipements sont principalement dus au caractère mobile de ceux-ci (pièces en rotation) et à leur situation (à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol). Ceci peut entrainer des chutes ou projection de pièces au sol.

Un autre danger est lié à la présence d'installations électriques avec des tensions élevées (jusqu'à 35 000 volts par exemple dans certains aérogénérateurs), dont le dysfonctionnement peut être à l'origine d'incendies.
Les équipements qui constituent à ce jour l'éolienne sont tous indispensables à son fonctionnement. Il n'est donc pas possible à priori de les substituer.

Depuis les débuts du développement de l'éolien, des évolutions technologiques ont permis de mettre en place des équipements plus performants en termes d'optimisation des rendements et de diminution des risques :

- Remplacement de pales métalliques par des pales en matériaux composites, plus légères et moins sujettes aux phénomènes de fatigue ;
- Dispositif d'orientation des pales permettant de fonctionner par vent faible et de diminuer les contraintes par vent fort ;
- Dispositif aérodynamique d'arrêt en cas de survitesse ;
- Dispositifs de surveillance des dysfonctionnements électriques (détecteur d'arcs notamment).

Ces évolutions se poursuivent toujours afin d'améliorer la sécurité.

5.3.1.3 Réduction des dangers liés aux installations

Les principaux choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de sa conception permettent de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation :

- Des mesures de vents ont été effectuées en amont du projet permettant une prévision des conditions climatiques. Le choix de la machine sera adapté à ces conditions.
  - Lors de la démarche de conception du projet, le porteur du projet a étudié plusieurs scénarios d'implantation afin de déterminer celui qui minimise les impacts vis-à-vis des intérêts mentionnés par l'article L511-1 du code de l'environnement (Cf. Dossier de demande d'autorisation environnementale : Etude d'impact sur l'environnement, Chapitre « Analyse des variantes »).

Le respect des prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011 impose au projet :

- Un éloignement des aérogénérateurs de 500 m des habitations,
- Un choix d'aérogénérateurs respectant des normes de sécurité et disposant d'équipements de prévention des risques,
- La réalisation obligatoire d'un contrôle technique des ouvrages.

5.3.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles

La directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, appelée directive IED, a pour objectif de parvenir à un niveau élevé de protection de l'environnement grâce à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution provenant d'un large éventail d'activités industrielles et agricoles.

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

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

CHAPITRE 6. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

D'autres informations sont également utilisées dans l'analyse détaillée des risques.

6.1 Inventaire des accidents et incidents en France

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne et a été effectué en mars 2012 et complété par les données disponibles de la base de données ARIA (consultation jusqu'au 31 janvier 2025).

*Cf. Annexe 2 : Annexe au guide technique, inventaire de l'accidentologie réalisé en mars 2012 par le groupe de travail INERIS/SER FEE + **complément à l'accidentologie mis à jour jusque janvier 2025.***

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

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de INERIS/SER FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 36 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012. Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné. Il est complété, en 2025, par 113 incidents supplémentaires enregistrés en France entre 2012 et début 2025.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2025. 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 (notamment certains incendies).

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.

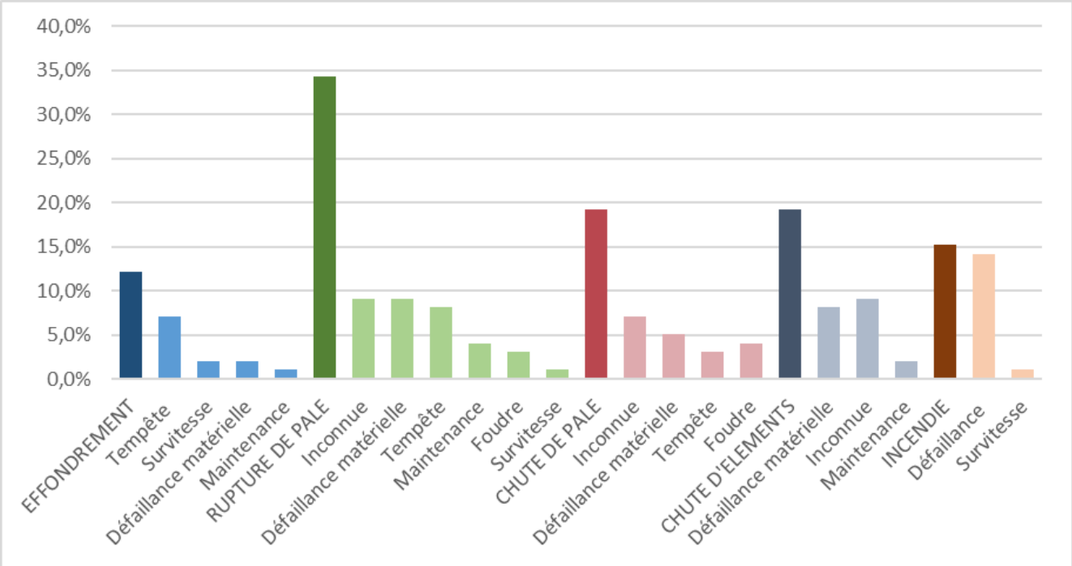


Figure 4. Répartition des évènements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2025

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

6.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne au 30 juin 2020.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 2 697 accidents décrits dans la base de données au moment de sa mise à jour au 30 juin 2020, 1 368 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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

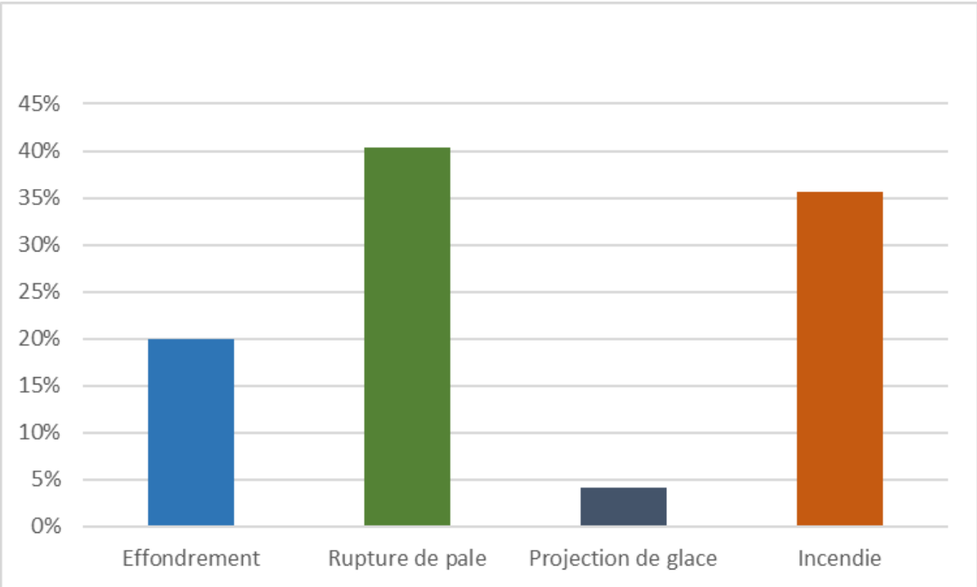


Figure 5. Répartition des évènements accidentels dans le monde entre 2000 et 2020

La répartition des évènements accidentels dans le monde entre 2000 et 2020 est du même ordre de grandeur que celle qui avait été observée entre 2000 et 2011 par le groupe de travail de SER/FEE.

Ci-après, le recensement des causes premières présenté pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés) est celui qui porte sur les données 2000-2011 analysées par le groupe de travail mentionné précédemment.

Tout comme pour le retour d'expérience français, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents.

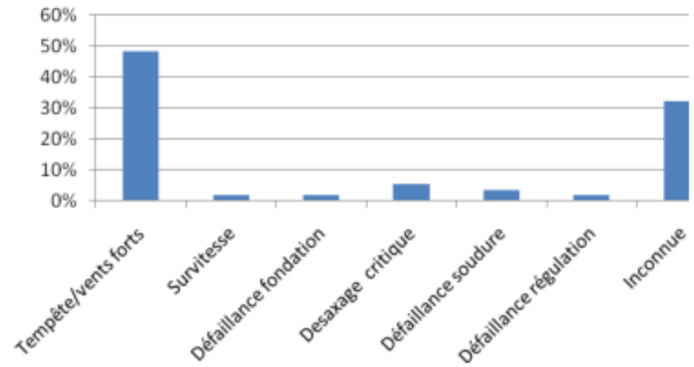


Figure 6. Répartition des causes premières d'effondrement

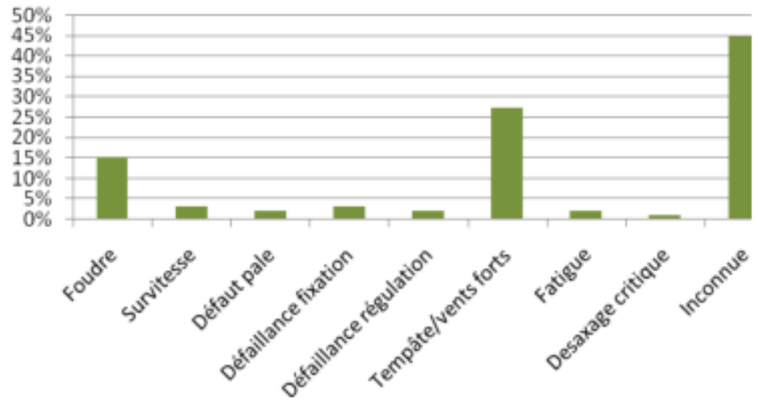


Figure 7. Répartition des causes premières de ruptures de pales

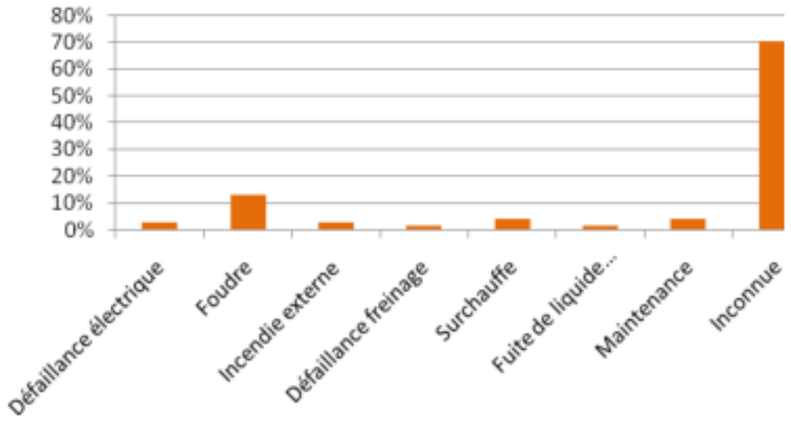


Figure 8. Répartition des causes premières d'incendie

6.3 Inventaires des accidents majeurs sur les sites de l'exploitant

Le projet de Vaux-Coulommes II correspond à une création de parc éolien. Ainsi, n'étant ni une extension de parc existant ni une révision d'étude de dangers, la synthèse des accidents est sans objet.

La société de projet PARC EOLIEN DE VAUX-COULOMMES II n'exploite aucun parc éolien à ce jour.

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.

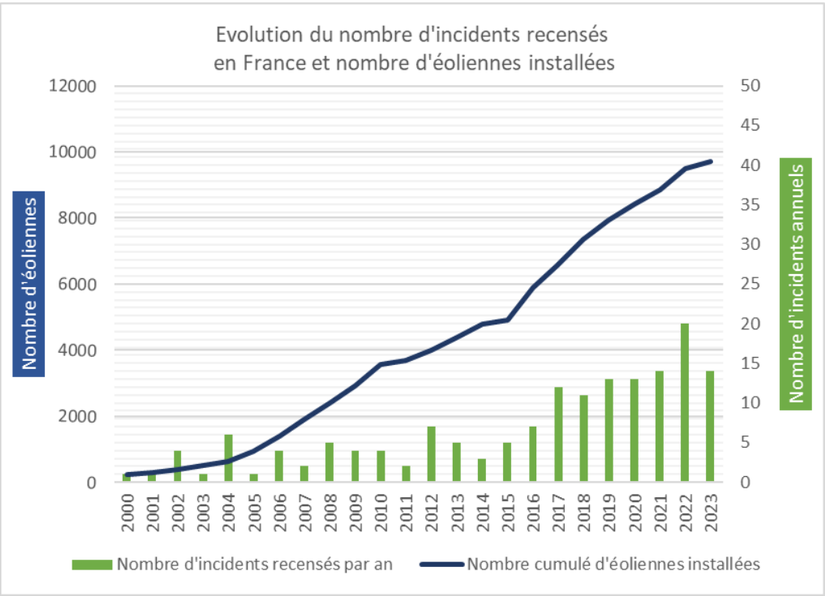


Figure 9. Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées*

*Données non officielles collectées auprès de plusieurs organismes dont Aria, FR (ex FEE), SER, eolienne.f4jr.org…

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

6.4.3 Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

- La non-exhaustivité des événements : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;

- La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;

- Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

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

CHAPITRE 7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

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

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

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

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

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

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

- inondations ;
- séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- incendies de cultures ou de forêts ;
- pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

7.3 Recensement des agressions externes potentielles

7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

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

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât de l'éolienne la plus proche
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Non concerné - Pas de voie structurante (fréquentation supérieure à 2 000 véhicules/jour) dans l'aire d'étude de 500 m autour des mâts E3 est à 500 m de la RD143 E10 est à 250 m de la RD987.
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Non concerné - infrastructure au-delà du périmètre de 2 000 m
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Non concerné, infrastructure au-delà du périmètre de 200 m E9 est à env. 375 m de la ligne RTE
Autres aérogénérateurs (hors parc en projet)	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Distance avec le parc de Vaux-Coulommes E9 à 750 m de l'éolienne la plus proche au sud du parc

Tableau 5. Agressions externes liées aux activités humaines

7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Les principales agressions externes sont liées aux phénomènes naturels. Ceux-ci sont étudiés dans le chapitre 0 « Risques naturels ». L'intensité des phénomènes est donnée par une cotation sur la base de données observées. Seuls sont retenus pour l'analyse des risques, les phénomènes de vents et tempête, foudre et glissement de sols.

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 ni dans l'étude détaillée des risques puisque la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 présentée dans le paragraphe 7.6.

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 (APR)

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

- une description des causes et de leur séquençage (*événements initiateurs et événements intermédiaires*) ;
- une description des *événements redoutés* centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- une description des *fonctions de sécurité* permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux, elles sont numérotées de façon à être listées dans le chapitre « Mise en place des mesures de sécurité » § 7.6.
- une description des *phénomènes dangereux* dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail INERIS/SER FEE (« 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).

Voir précisions en annexe :

Cf. Annexe 2 : Annexes au guide technique INERIS et compléments à l'accidentologie

Annexe 1.C du guide technique, scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E03	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E04	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Chute fragments et chute mât	2
E05	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)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 6. Analyse générique des risques

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

7.5 Effets dominos

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

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

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

Le guide technique préconise de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Aucune installation ICPE n'a été identifiée à moins de 100 m des installations projetées.

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. 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).

- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires.

- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »).

- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation.

- **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.

- **Test** (fréquence) : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.

- **Maintenance** (fréquence) : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés		
Temps de réponse	Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.)		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification permanente de l'état du système 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	Signalisation du risque en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux de signalisation en pied de machines du risque de chute de glace (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement. Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice		
Description	En cas de température anormalement haute, une alarme est émise par le système SCADA au centre de contrôle de l'exploitant. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et ne peut être relancée qu'après intervention d'un technicien en nacelle, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min		
Efficacité	100 %		
Tests	Lors de la phase d'essai de la machine		
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.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4-a
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2).		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60 s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté). L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4-a
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. Tests à chaque maintenance préventive.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquittement manuel du défaut.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde. Le couplage du système de détection d'arc électrique avec le système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS et par courriel, selon les instructions de l'exploitant.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les 6 mois.		
Maintenance	Les installations électriques font l'objet d'un contrôle avant la mise en service industrielle du parc éolien, puis annuellement conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011. Ce contrôle donne lieu à un rapport, dit rapport de vérification annuel, réalisé par un organisme agréé.		

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

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours		
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secouru (UPS). 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%		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Tests	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabriquant 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. Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération. Capteurs de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation). 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. Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. 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%		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Tests	Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance		
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	Surveillance des vibrations. Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités. Attestation du contrôle technique		
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 aux standards IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400 -1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60 s pour les capteurs de vibration (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté).		
Efficacité	100%		
Tests	Déclenchement manuel des capteurs de vibration et vérification de la réponse du système.		
Maintenance	Le plan de maintenance prévoit le contrôle des brides de fixation, des brides de mât, des fixations des pales et le contrôle visuel du mât trois mois puis un an après la mise en service industrielle puis tous les trois ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure de maintenance.		
Description	Préconisation du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100%		
Tests	Vérification du manuel de maintenance avant démarrage de l'exploitation. Formation systématique des techniciens.		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Inspection + actions de sécurité associées.		
Description	NA		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Dégradation de l'état des équipements surveillée à chaque visite machine.		
Maintenance	Lors de chaque visite sur site		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite.		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60 s suivant le programme de freinage.		
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	Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne.		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	12
	Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne.		
Maintenance	Maintenance préventive du système pitch (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch. Maintenance préventive du frein mécanique (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.		

Tableau 7. Ensemble des tableaux des fonctions de sécurité (INERIS)

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

Notamment, 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 est réalisée tous les ans.

7.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m^2 n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison dont la tenue au feu est de 2h) seront mineurs ou inexistants du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

Tableau 8. Scénarios exclus de l'étude détaillée

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

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

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

Pour le scénario suivant : Effondrement de l'éolienne, chute ou projection d'élément de l'éolienne sur un poste de livraison, le guide INERIS précise que les expertises réalisées ont montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter. Ce scénario n'est donc pas développé dans le présent rapport.

CHAPITRE 8. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide.

Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

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 [13]).

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

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

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

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

- 5% d'exposition : 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.

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

Tableau 9. Grille de cotation en intensité issue du guide technique

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, les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

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

Tableau 10. Grille de cotation en gravité de l'arrêté du 29 septembre 2005

Méthodologie et hypothèse de travail

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

Cette méthode se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, nous comptabiliserons 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, nous identifierons les ensembles homogènes (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) et nous en déterminerons la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur (pour les voies de circulation).

Cf. § 3.4.2 Hypothèse de travail, page 19

8.1.4 Probabilité

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

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

Tableau 11. Grille de cotation en probabilité de l'arrêté du 29 septembre 2005

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

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

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

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

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

P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{orientation}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

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

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

$P_{présence}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

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

8.1.5 Acceptabilité

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

L'analyse d'acceptabilité est basée sur la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 et reprise dans la circulaire du 10 mai 2010.

L'acceptabilité résulte du croisement entre probabilité d'occurrence et gravité de l'accident.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Tableau 12. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010

Légende de la matrice :

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

8.2 Présentation des modèles d'éoliennes

Le projet éolien de Vaux-Coulommes II présente au total 6 modèles d'éoliennes variant selon la taille du rotor et celle du mât. Dans l'objectif de simplifier la présentation des résultats de l'étude de dangers, nous opérons une comparaison des modèles afin d'en tirer le modèle présentant les risques les plus importants.

8.2.1 Dimensions des éoliennes

Dans le cadre de ce projet, trois modèles d'aérogénérateurs sont prévus par le porteur de projet, et pour chacun, une à trois hauteurs de mâts différentes :

Eoliennes	E1 et E3	E2	E4, E7 et E8	E5	E6	E9 et E10
Modèle éolienne	V136	V150	V150	V150	V136	V126
Puissance unitaire	4,5 MW	6 MW	6 MW	6 MW	4,5 MW	4,2 MW
Hauteur totale	166 m	180 m	200 m	190 m	173 m	156 m
Hauteur de moyeu	98 m	105 m	125 m	115 m	105 m	93 m
Diamètre du rotor	136 m	150 m	150 m	150 m	136 m	126 m
Longueur des pales	66,7 m	73,7 m	73,7 m	73,7 m	66,7 m	61,7 m
Largeur à la base du mât	4,56 m	4,8 m	4,76 m	4,8 m	4,8 m	4,56 m
Corde maximale pale	4,1 m	4,2 m	4,2 m	4,2 m	4,1 m	4,0 m

Tableau 13. Modèles d'éoliennes considérés dans ce projet

8.2.2 Comparaison des différentes éoliennes

8.2.2.1 Les zones d'effets pour chaque modèle

	E1 et E3 V136	E2 V150	E4, E7 et E8 V150	E5 V150	E6 V136	E9 et E10 V126
Hauteur totale	166 m	180 m	200 m	190 m	173 m	156 m
Effondrement de l'éolienne	166 m	180 m	200 m	190 m	173 m	156 m
Chute de glace	68 m	75 m	75 m	75 m	68 m	63 m
Chute d'éléments de l'éolienne	68 m	75 m	75 m	75 m	68 m	63 m
Projection de pales ou de fragments de pales	500 m	500 m	500 m	500 m	500 m	500 m
Projection de glace	351 m	382,5 m	412,5 m	397,5 m	361,5 m	328,5 m

Tableau 14. Rayon des zones d'effet par modèle d'éoliennes

Les zones d'effets varient selon les dimensions des éoliennes.

Les zones d'effet recouvrent les enjeux présents autour des éoliennes. Ces enjeux ont été harmonisés et rassemblés sous une même hypothèse de comptage de la fréquentation des lieux, que ce soit des routes, des zones cultivées ou des chemins peu fréquentés (cf. § 3.4.2. Hypothèse de travail en page 19*)*.

8.2.2.2 Les degrés d'exposition pour chaque modèle

	E1 et E3 V136	E2 V150	E4, E7 et E8 V150	E5 V150	E6 V136	E9 et E10 V126
Hauteur totale	166 m	180 m	200 m	190 m	173 m	156 m
Effondrement de l'éolienne	0,990%	0,951%	0,843%	0,896%	0,972%	1,039%
Chute de glace	0,007%	0,006%	0,006%	0,006%	0,007%	0,008%
Chute d'éléments de l'éolienne	0,941%	0,876%	0,876%	0,876%	0,941%	0,990%
Projection de pales ou de fragments de pales	0,017%	0,020%	0,020%	0,020%	0,017%	0,016%
Projection de glace	0,00026%	0,00022%	0,00019%	0,00020%	0,00024%	0,00029%

Tableau 15. Degrés d'exposition dans chaque zone d'effet

L'intensité de l'exposition est définie comme modérée lorsque son degré d'exposition est inférieur à 1%. C'est le cas de la quasi-totalité des scenarios et des modèles considérés, à l'exception du risque d'effondrement de l'éolienne pour le modèle V126 (156 m en bout de pale).

8.2.2.3 Comptage de personnes présentes pour chaque modèle

	E1 et E3 V136	E2 V150	E4, E7 et E8 V150	E5 V150	E6 V136	E9 et E10 V126
Hauteur totale	166 m	180 m	200 m	190 m	173 m	156 m
Effondrement de l'éolienne	0,866	1,018	1,257	1,134	0,940	0,765
Chute de glace	0,145	0,177	0,177	0,177	0,145	0,125
Chute d'éléments de l'éolienne	0,145	0,177	0,177	0,177	0,145	0,125
Projection de pales ou de fragments de pales	7,854	7,854	7,854	7,854	7,854	7,854
Projection de glace	3,870	4,596	5,346	4,964	4,106	3,390

Tableau 16. Nombre de personnes décomptées dans les zones d'impacts

Les seuils de gravité et d'acceptabilité des risques sont définis selon les seuils définis par le nombre de personnes décomptés, ici, les ordres de grandeurs sont identiques pour chaque scenario à l'exception des éoliennes du modèle V150.

8.2.2.4 Choix du modèle d'éolienne pour évaluer les niveaux de dangers de l'installation

Il ressort de ce comparatif que le modèle V136 est le modèle le moins impact dans les conditions définies dans un rayon maximal de 500 m autour des éoliennes.

L'éolienne V126 présente une exposition forte pour le risque d'effondrement de l'éolienne alors que le comptage de personnes sur la zone d'impact est plus faible que pour le modèle V150 quel que soit la dimension du mât. Dans ce cas, le niveau d'acceptabilité sera identique pour chacun des deux modèles V126 et V150.

Nous souhaitons présenter comme gabarit d'étude des dangers la machine de type V150, en raison du nombre de personnes décomptées plus élevé pour ce modèle. **Le modèle V150 est le modèle le plus impactant.**

Des différences existent entre les trois gabarits déclinés du modèle V150 selon la hauteur totale en bout de pale (180 m, 190 m et 200 m). Dans la caractérisation des scenarios, entre ces 3 dimensions de mât, les niveaux de comptages de personnes varient faiblement pour les scenarios d'effondrement et de projection de glace. Le niveau d'acceptabilité de ces risques aboutit toutefois à une estimation identique, le risque très faible à faible demeure acceptable.

De même, les zones d'effets varient d'environ 20 mètres selon les hauteurs totales considérées du modèle V150. Ces variations sont peu sensibles à l'échelle des cartes produites. Les enjeux recoupés par ces zones d'effets sont de même nature et ont été nivelés entre les différentes occupations du sol : champ cultivé, route secondaire et chemin pédestre.

La caractérisation des scénarios retenus sera donc établie sur le modèle V150 190 m bout de pale, à l'image de la version précédente du projet, tout en restant cohérente dans l'estimation des niveaux de risques au sein de l'aire d'étude de 500 m de l'étude de dangers.

8.3 Caractérisation des scénarios retenus

Toutes les formules employées dans ce chapitre sont issues du guide technique INERIS/SER FEE.

NB : comme justifié au paragraphe précédent, bien que le projet présente plusieurs modèles d'éoliennes, l'analyse des risques est établie sur le modèle unique Vestas V150 190 m bout de pale.

8.3.1 Effondrement de l'éolienne

■ Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit **190 m** pour l'ensemble des éoliennes E1 à E10.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (références [5] et [6]). Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

■ Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne.

R est la longueur d'une pale : **R= 73,7 m**

H est la hauteur du moyeu : **H= 115 m**

D/2 est la longueur d'un demi diamètre : **D/2= 75 m**

L est la largeur du mât : **L= 4,8 m**

LB est la corde maximale de la pale : **LB= 4,2 m**

Effondrement de l'éolienne **(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)** **Soit H+D/2= 190 m**			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Intensité*
Z_I = (H) x L + 3*R*LB/2	$Z_E = \pi$ x (H+D/2)² [3]	d=Z_I/Z_E	
1016,3 m²	113 411,5 m²	0,896 %	Exposition modérée

Tableau 17. Scénario d'effondrement – calcul de l'intensité

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

■ Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe « *Rappel des définitions* »), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

Gravité	**Exposition modérée**
Désastreux	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

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

Effondrement de l'éolienne **(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)** **Soit H+D/2= 190 m**				
Eolienne	*Terrain aménagé mais peu fréquenté** *(Cultures + Voie + Chemin)*		*Comptage du nombre de personnes totales*	*Gravité*
	Surface en m²	*Comptage sur la zone*		
E1	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E2	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E3	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E4	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E5	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E6	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E7	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E8	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E9	113 411	1,134	1,134	Sérieux
E10	113 411	1,134	1,134	Sérieux
**** Les surfaces agricoles et les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés (1 personne par 10 ha), cf. § 3.4.2.* Hypothèse de travail *en page 19.***				

[3] Dans le guide technique la formule initiale est : *π x (H+R)², D/2 nous semble plus représentatif que R.*

Tableau 18. Scénario d'effondrement – cotation de la gravité

Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances [6]	$1,8 \times 10^{-4}$ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

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

Tableau 19. Probabilités d'effondrement et valeurs retenues

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience[4], soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

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

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

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

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

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* ».

[4] 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.

Acceptabilité

Dans le cas d'implantation d'éoliennes équipées des technologies récentes, compte tenu de la classe de probabilité d'un effondrement, on pourra conclure à l'acceptabilité de ce phénomène **si moins de 100 personnes sont exposées.**

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

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale Soit H+D/2= 190 m		
Eolienne	***Gravité***	***Niveau de risque***
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable
E7	Sérieux	Acceptable
E8	Sérieux	Acceptable
E9	Sérieux	Acceptable
E10	Sérieux	Acceptable

Tableau 20. Scénario d'effondrement – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Vaux-Coulommes II, le phénomène d'effondrement d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3.2 Chute de glace

Considérations générales

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

Selon l'étude WECO [15], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l'éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre qui se forme en fine pellicule sur les pales de l'éolienne fond avec le soleil. En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d'arriver au sol. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

Pour le parc éolien, la zone d'effet a donc un rayon de **75 m** pour toutes les éoliennes.

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.

- Z_I est la zone d'impact,
- Z_E est la zone d'effet
- D/2 est la longueur d'un demi-diamètre (D/2= 7**5** m),
- SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= **1** m²)

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace.

Chute de glace **(dans un rayon inférieur ou égal au demi-diamètre du rotor : D/2 = 75 m)**			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Intensité*
Z_I= SG	Z_E= π x (D/2)² [5]	d=Z_I/Z_E	
1,0 m²	17 671,5 m²	0,006 %	Exposition modérée

Tableau 21. Scénario chute de glace – calcul de l'intensité

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

Gravité

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

Gravité	**Exposition modérée**
Désastreux	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

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

Chute de glace **(dans un rayon inférieur ou égal au demi-diamètre du rotor : D/2 = 75 m)**				
Eolienne	*Terrain aménagé mais peu fréquenté** *(Cultures + Voie + Chemin)*		*Comptage du nombre de personnes totales*	*Gravité*
	Surface en m²	*Comptage sur la zone*		
E1	17 671	0,177	0,177	Modéré
E2	17 671	0,177	0,177	Modéré
E3	17 671	0,177	0,177	Modéré
E4	17 671	0,177	0,177	Modéré
E5	17 671	0,177	0,177	Modéré
E6	17 671	0,177	0,177	Modéré
E7	17 671	0,177	0,177	Modéré
E8	17 671	0,177	0,177	Modéré
E9	17 671	0,177	0,177	Modéré
E10	17 671	0,177	0,177	Modéré
**** Les surfaces agricoles et les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés (1 personne par 10 ha), cf. § 3.4.2.* Hypothèse de travail *en page 19.***				

Tableau 22. Scénario chute de glace – cotation de la gravité

[5] Dans le guide technique la formule initiale est : *π x R², D/2 nous semble plus représentatif que R.*

Probabilité

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

Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de A, le risque de chute de glace pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « Modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1.

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

Chute de glace ***(dans un rayon inférieur ou égal* au demi-diamètre du rotor : D/2 = 75 m*)***		
Eolienne	***Gravité***	***Niveau de risque***
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable
E9	Modéré	Acceptable
E10	Modéré	Acceptable

Tableau 23. Scénario chute de glace – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Vaux-Coulommes II, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de gel.

8.3.3 Chute d'éléments de l'éolienne

Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor.

Pour le **parc éolien de Vaux-Coulommes II**, la zone d'effet a un rayon de 7**5 m** pour toutes les éoliennes.

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).

- d est le degré d'exposition,
- ZI est la zone d'impact,
- ZE est la zone d'effet,
- R est la longueur d'une pale (R = **73,7** m)
- D/2 est la longueur d'un demi diamètre (D/2 = 7**5** m)
- LB est la corde maximale de la pale (LB = **4,2** m)

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

Chute d'éléments de l'éolienne **(dans un rayon inférieur ou égal au demi-diamètre du rotor : D/2 = 75 m)**			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Intensité*
Z_I= R*LB/2	$Z_E = \pi \times (H+D/2)^2$ [6]	$d=Z_I/Z_E$	
154,8 m²	17 671,5 m²	0,876 %	Exposition modérée

Tableau 24. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – calcul de l'intensité

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

Gravité

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

[6] Dans le guide technique la formule initiale est : *π x (H+R)², D/2 nous semble plus représentatif que R.*

Gravité	Exposition modérée
Désastreux	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal au demi-diamètre du rotor : D/2 = 75 m)				
Eolienne	*Terrain aménagé mais peu fréquenté * (Cultures + Voie + Chemin)*		*Comptage du nombre de personnes totales*	*Gravité*
	Surface en m²	*Comptage sur la zone*		
E1	17 671	0,177	0,177	Modéré
E2	17 671	0,177	0,177	Modéré
E3	17 671	0,177	0,177	Modéré
E4	17 671	0,177	0,177	Modéré
E5	17 671	0,177	0,177	Modéré
E6	17 671	0,177	0,177	Modéré
E7	17 671	0,177	0,177	Modéré
E8	17 671	0,177	0,177	Modéré
E9	17 671	0,177	0,177	Modéré
E10	17 671	0,177	0,177	Modéré
**** Les surfaces agricoles et les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés (1 personne par 10 ha), cf. § 3.4.2.* Hypothèse de travail *en page 19.***				

Tableau 25. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – cotation de la gravité

Probabilité

Peu d'élément 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 » (8 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 8,3 x 10^{-4}événement par éolienne et par an).

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

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

Acceptabilité

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

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal au demi-diamètre du rotor : D/2 = 75 m)		
Eolienne	Gravité	***Niveau de risque***
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable
E7	Modéré	Acceptable
E8	Modéré	Acceptable
E9	Modéré	Acceptable
E10	Modéré	Acceptable

Tableau 26. Scénario chute d'éléments de l'éolienne – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Vaux-Coulommes II le phénomène de chute d'éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.3.4 Projection de pales ou de fragments de pales

Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en Annexe 2, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail INERIS/SER FEE précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3].

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

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 mètres est considérée comme une distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m).

- d est le degré d'exposition,
- ZI est la zone d'impact,
- ZE est la zone d'effet,
- R est la longueur d'une pale (R = **73,7** m),
- LB est la corde maximale de la pale (LB = **4,2** m).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne.

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Intensité*
Z_I=R*LB/2	Z_E= π x (500)²	d=Z_I/Z_E	
154,8 m²	785 398,2 m²	0,020 %	Exposition modérée

Tableau 27. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – calcul de l'intensité

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe « Rappel des définitions », il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

Gravité	Exposition modérée
Désastreux	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

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 :

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)				
Eolienne	*Terrain aménagé mais peu fréquenté * (Cultures + Voie + Chemin)*		*Comptage du nombre de personnes totales*	*Gravité*
	Surface en m²	*Comptage sur la zone*		
E1	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E2	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E3	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E4	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E5	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E6	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E7	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E8	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E9	785 398	7,854	7,854	Sérieux
E10	785 398	7,854	7,854	Sérieux
**** Les surfaces agricoles et les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés (1 personne par 10 ha), cf. § 3.4.2.* Hypothèse de travail *en page 19.***				

Tableau 28. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – cotation de la gravité

Probabilité

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

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

Tableau 29. Probabilité de rupture de tout ou partie de pale et valeurs retenues

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

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit $7{,}66 \times 10^{-4}$ événement par éolienne et par an).

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

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

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place notamment :

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1 ;
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.)

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

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

Acceptabilité

Avec une classe de probabilité de « D », le risque de projection de tout ou partie de pale pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1 000 dans la zone d'effet.

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

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	***Gravité***	***Niveau de risque***
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable
E7	Sérieux	Acceptable
E8	Sérieux	Acceptable
E9	Sérieux	Acceptable
E10	Sérieux	Acceptable

Tableau 30. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – acceptabilité du risque

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

8.3.5 Projection de glace

Zone d'effet

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

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

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

Soit **397,5 m pour le cas du projet de Vaux-Coulommes II**.

Cette distance de projection est jugée conservative dans des études postérieures [17]. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace.

- d est le degré d'exposition,
- Z_I est la zone d'impact,
- Z_E est la zone d'effet,
- SG est la surface majorante d'un morceau de glace (**1** m²),
- H est la hauteur au moyeu (H = **115** m),
- D est le diamètre du rotor (D = **150** m).

Projection de morceaux de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne, soit 397,5 m)			
Zone d'impact en m²	*Zone d'effet du phénomène étudié en m²*	*Degré d'exposition du phénomène étudié en %*	*Intensité*
Z_I= SG	$Z_E = \pi \times (1,5*(H+D))^2$ [7]	$d=Z_I/Z_E$	
1,0 m²	496 391,3 m²	0,00020 %	Exposition modérée

Tableau 31. Scénario projection de glace – calcul de l'intensité

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe « Rappel des définitions », il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

Gravité	Exposition modérée
Désastreux	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale.

La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne, soit 397,5 m)				
Eolienne	***Terrain *aménagé mais peu fréquenté (Cultures + Voie + Chemin)***		***Comptage du nombre de personnes totales***	***Gravité***
	Surface en m²	***Comptage sur la zone***		
E1	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E2	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E3	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E4	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E5	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E6	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E7	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E8	496 391	4,964	4,964	Sérieux
E9	496 391	4,964	4,964	Sérieux

[7] Dans le guide technique la formule initiale est : *ZE = π x 1,5*(H+2R)², or H+2R ne correspond pas H+D préconisée dans l'étude [15], car R ne tient pas compte de la taille du moyeu.*

Projection de morceaux de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne, soit 397,5 m)				
Eolienne	***Terrain *aménagé mais peu fréquenté (Cultures + Voie + Chemin)***		***Comptage du nombre de personnes totales***	***Gravité***
	Surface en m²	***Comptage sur la zone***		
E10	496 391	4,964	4,964	Sérieux
**** Les surfaces agricoles et les voies non structurantes sont assimilées à des terrains aménagés mais peu fréquentés (1 personne par 10 ha), cf. § 3.4.2.* Hypothèse de travail *en page 19.***				

Tableau 32. Scénario projection de glace – cotation de la gravité

Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des éléments suivants :

- les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;

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

Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

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

Projection de morceaux de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne, soit 397,5 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	Sérieux	Oui	Acceptable
E2	Sérieux	Oui	Acceptable
E3	Sérieux	Oui	Acceptable
E4	Sérieux	Oui	Acceptable
E5	Sérieux	Oui	Acceptable
E6	Sérieux	Oui	Acceptable
E7	Sérieux	Oui	Acceptable
E8	Sérieux	Oui	Acceptable
E9	Sérieux	Oui	Acceptable
E10	Sérieux	Oui	Acceptable
**** Pour rappel, chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de déduire la formation de glace sur les pales, voir § 7.6 fonctions 1 et 2.***			

Tableau 33. Scénario projection de glace – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien de Vaux-Coulommes II, le phénomène projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

Pour rappel, chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales, voir fonction de sécurité n°1 (Cf. § 7.6)

8.4 Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.4.1 Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

NB : comme justifié au paragraphe précédent, bien que le projet présente plusieurs modèles d'éoliennes, l'analyse des risques est établie sur le modèle unique Vestas V150 190 m bout de pale.

Scénario		Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
S1	Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale Soit **190** m	Rapide	Exposition modérée	**D**	**Sérieux** Pour toutes les éoliennes
S2	Chute de glace	Zone de survol Soit **75** m	Rapide	Exposition modérée	**A**	**Modéré** Pour toutes les éoliennes
S3	Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol Soit **75** m	Rapide	Exposition modérée	**C**	**Modéré** Pour toutes les éoliennes
S4	Projection de pale ou de fragment de pale	**500** m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	**D**	**Sérieux** Pour toutes les éoliennes
S5	Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l'éolienne Soit **397,5** m	Rapide	Exposition modérée	**B**	**Sérieux** Pour toutes les éoliennes

Tableau 34. Synthèse de la cotation des risques – étude détaillée

Les scénarios ci-dessus sont repris dans la matrice d'acceptabilité (voir paragraphe suivant).

8.4.2 Cartographie des risques

La cartographie des risques a été réalisée. Elle indique les différents périmètres de risques ainsi que les enjeux vulnérables identifiés. La carte des risques pour chaque éolienne est présentée ci-après.

8.4.3 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Les scénarios étudiés dans ce chapitre précédent sont synthétisés dans la matrice de la circulaire :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		**S1** (toutes les éoliennes) **S4** (toutes les éoliennes)		**S5** (toutes les éoliennes)	
Modéré			**S3** (toutes les éoliennes)		**S2** (toutes les éoliennes)

Tableau 35. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010

Légende de la matrice :

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

S1	Effondrement de l'éolienne
S2	Chute de glace
S3	Chute d'élément de l'éolienne
S4	Projection de pale ou de fragments
S5	Projection de glace

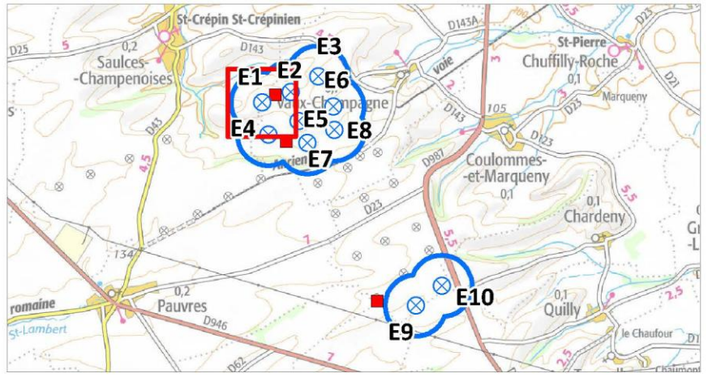
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- **aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;**
- **certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans le chapitre 7.6. Mise en place des mesures de sécurité en page 43 seront mises en place.**

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E1 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

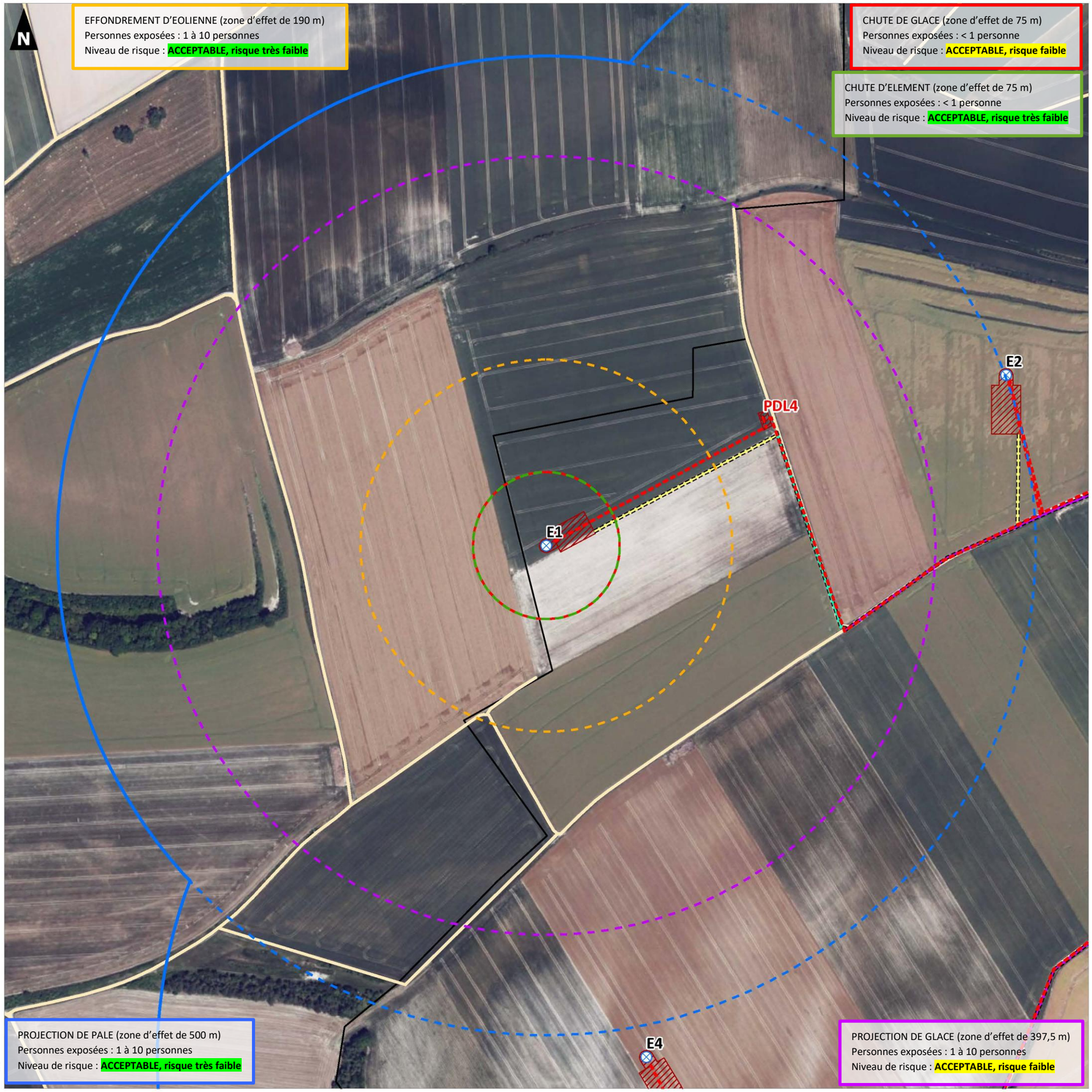
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

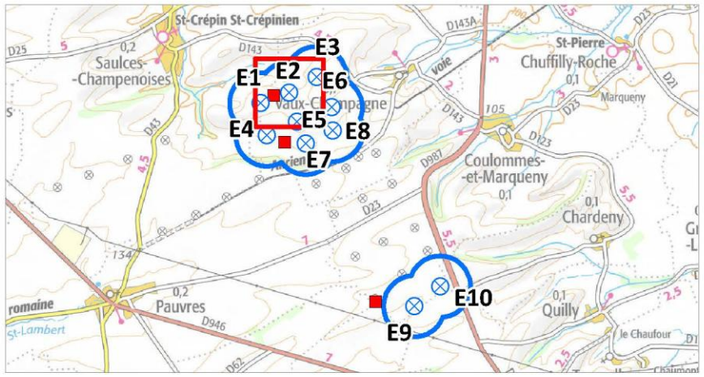
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E2 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

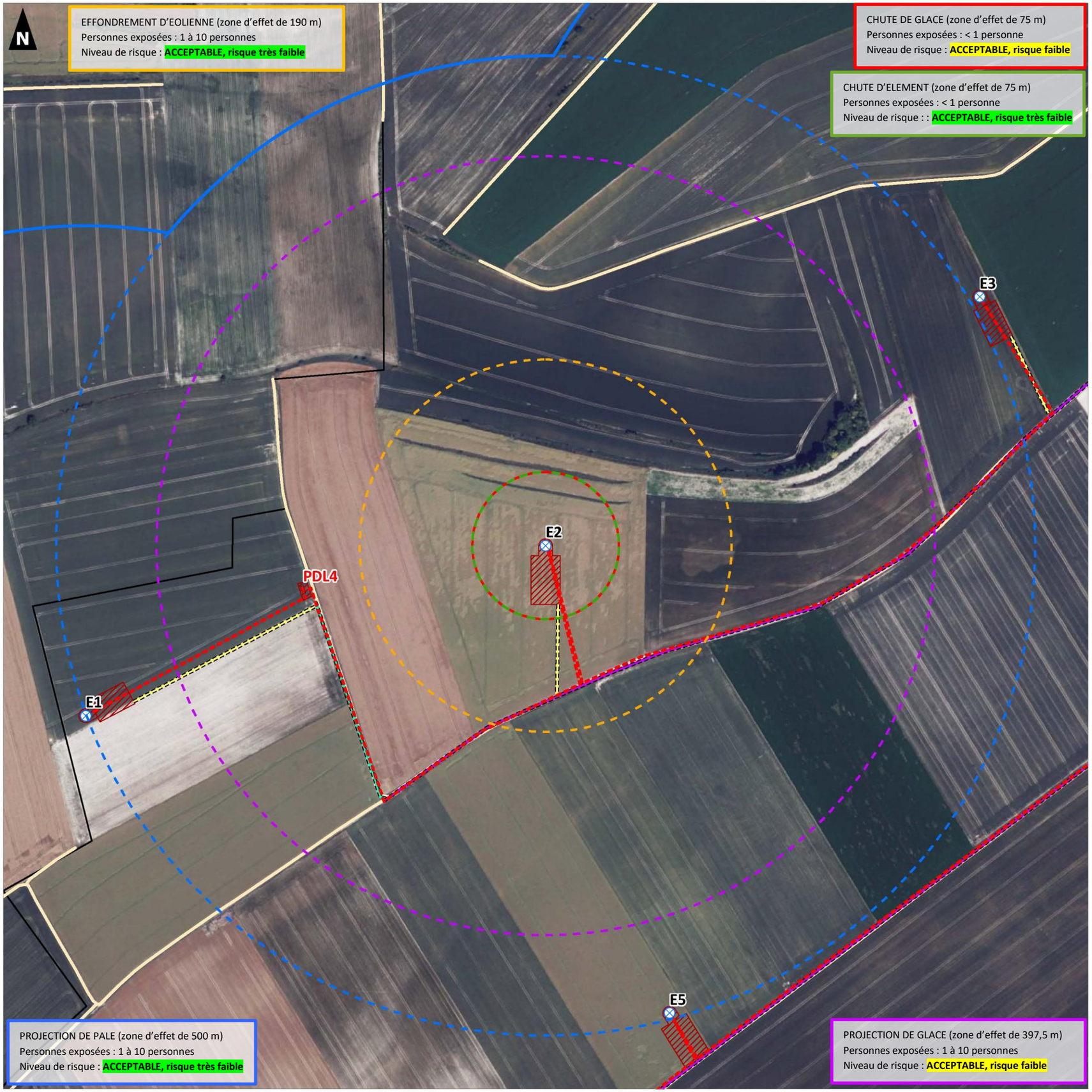
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

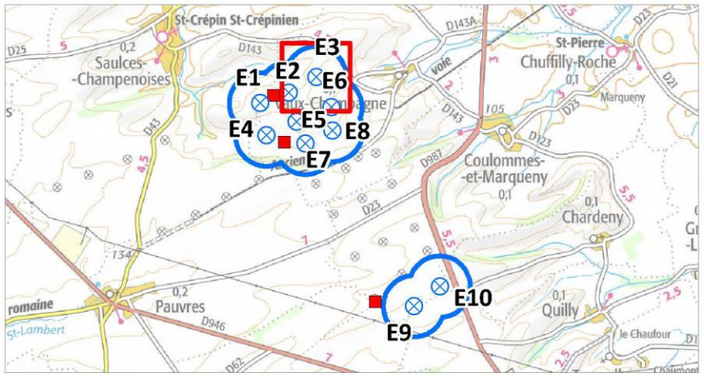
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E3 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

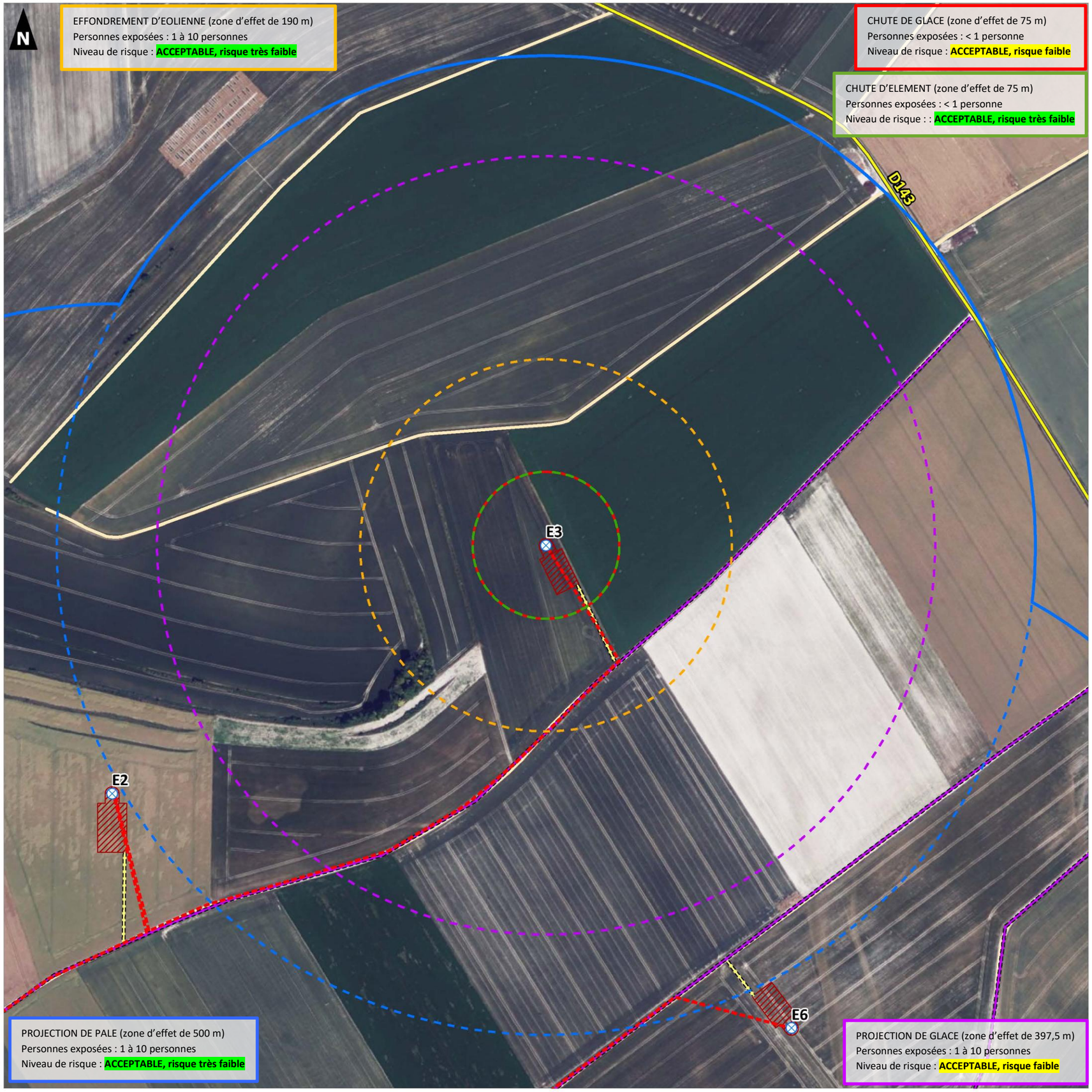
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

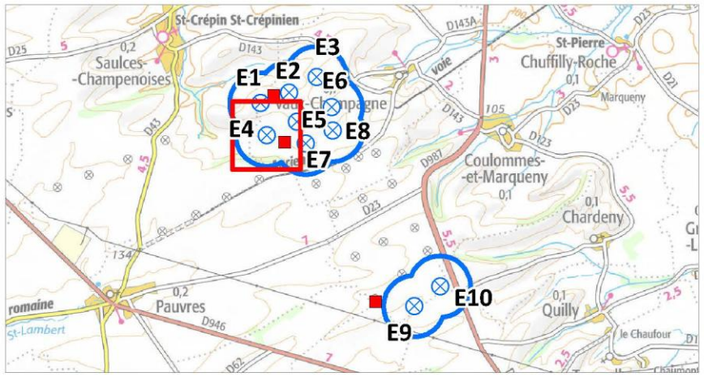
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E4 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

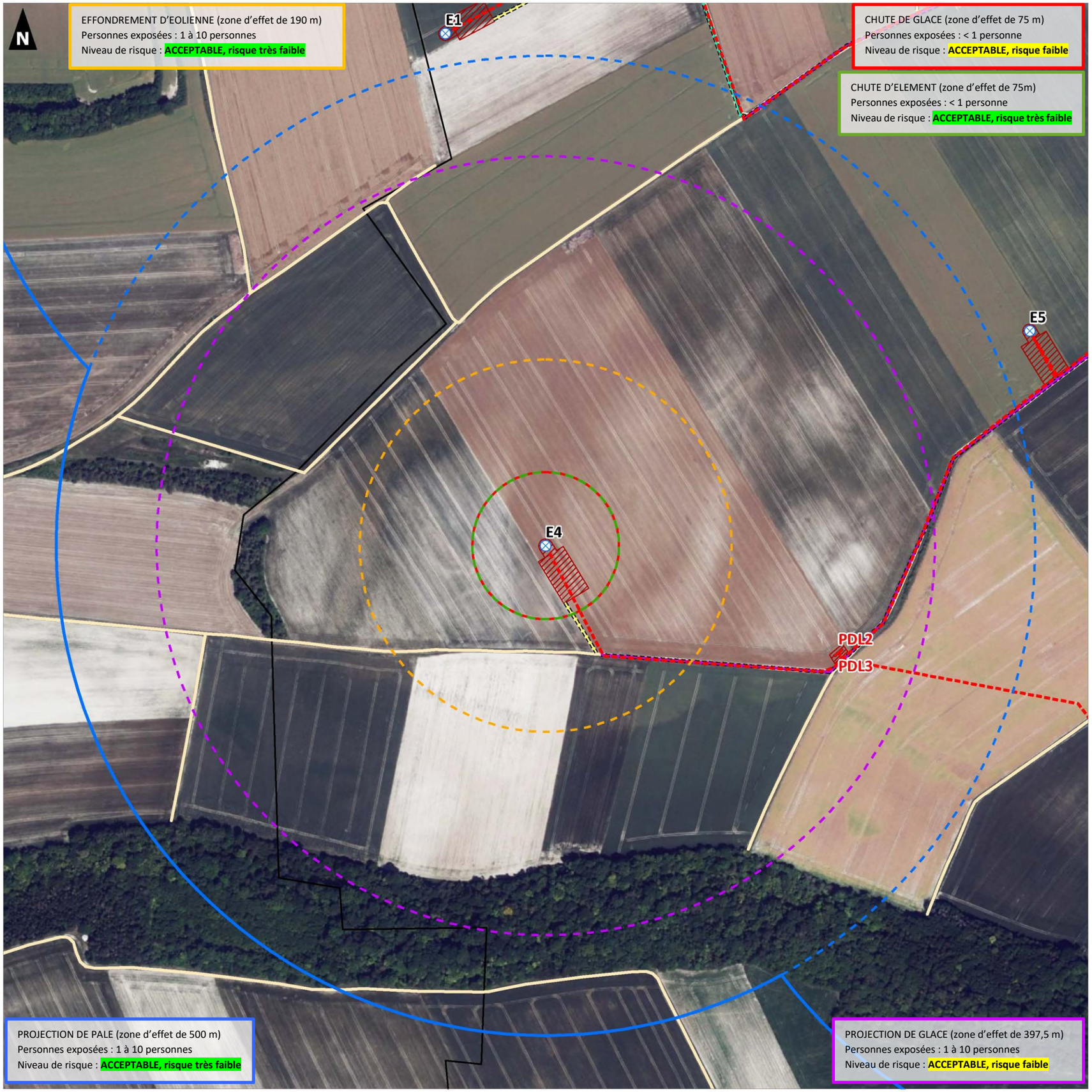
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

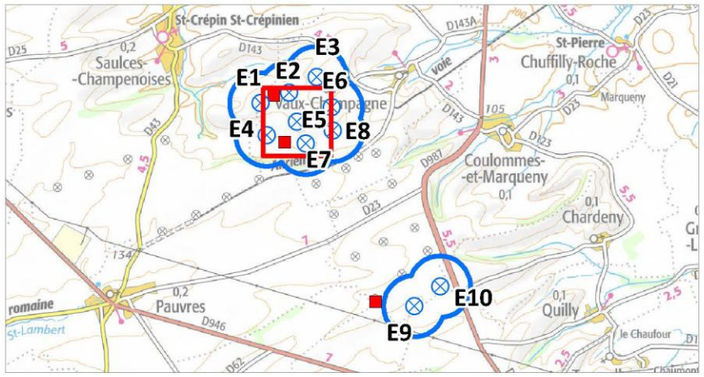
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E5 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

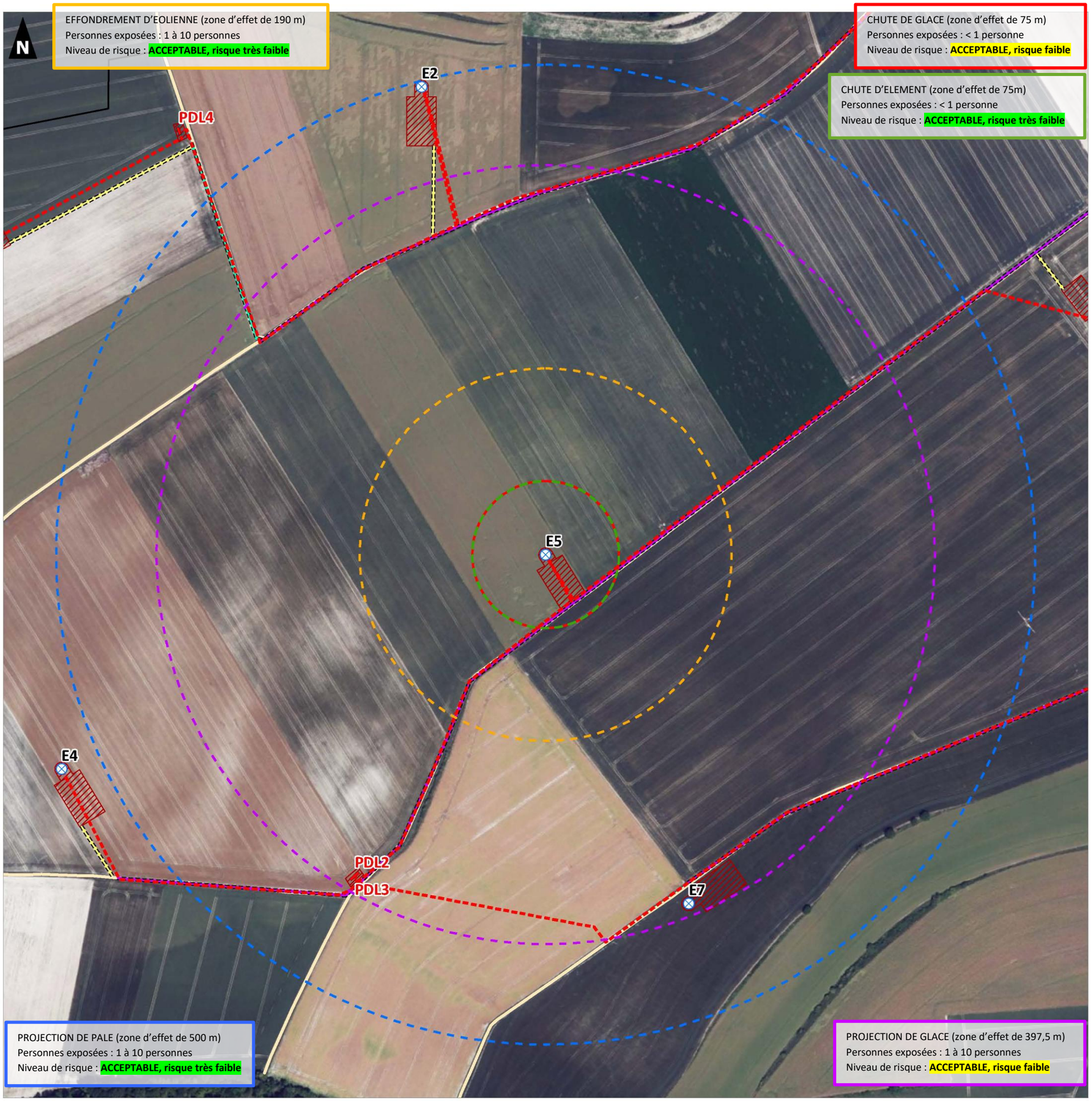
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

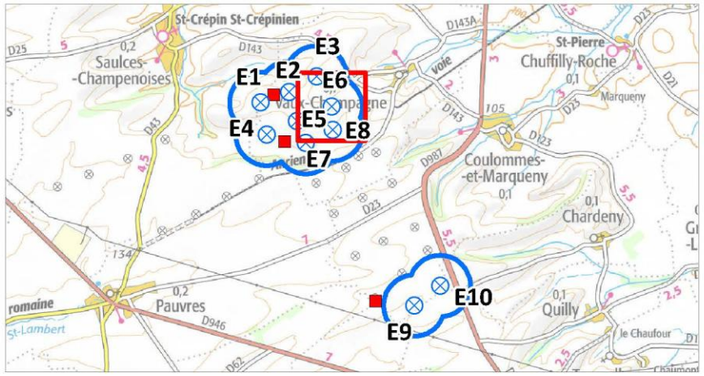
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E6 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

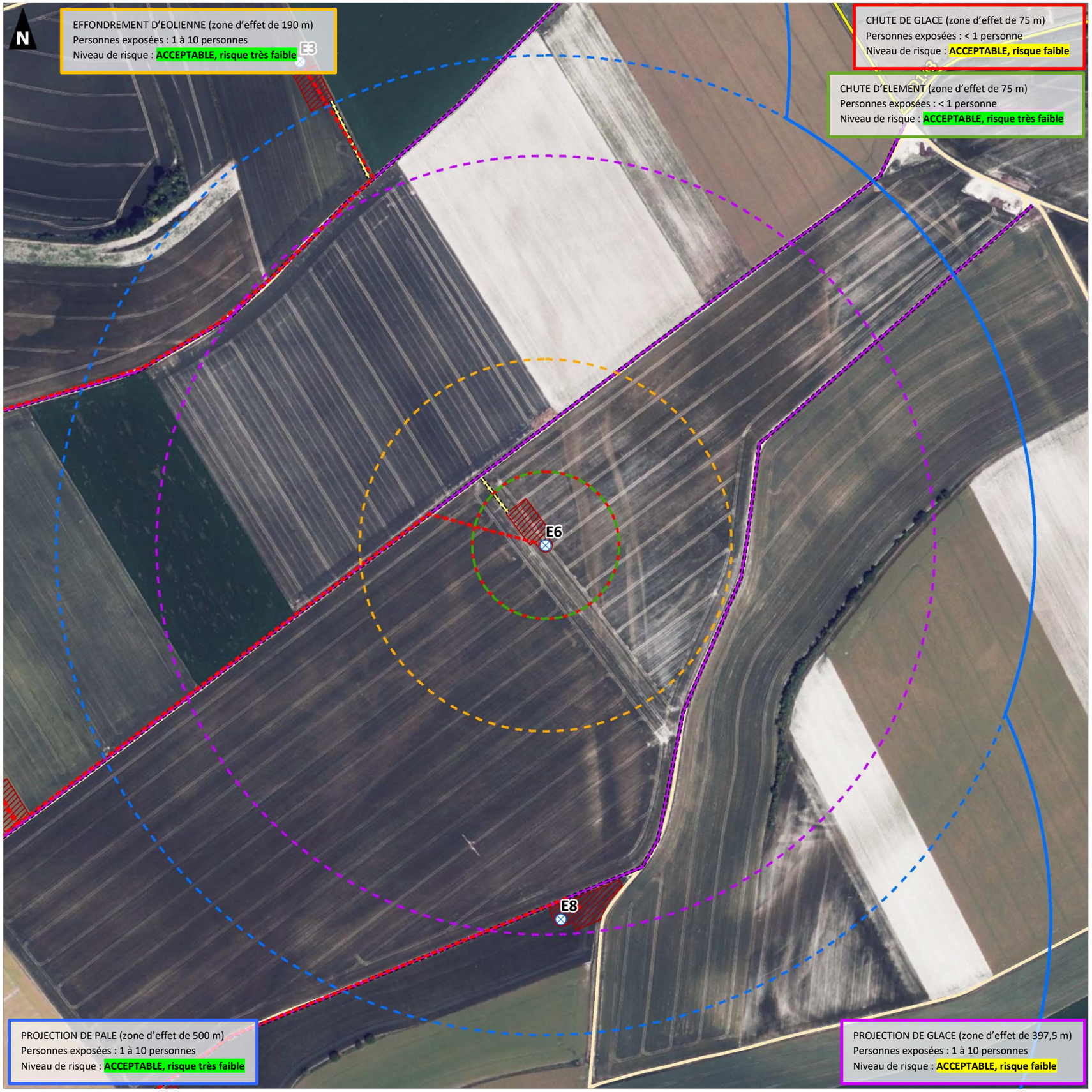
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

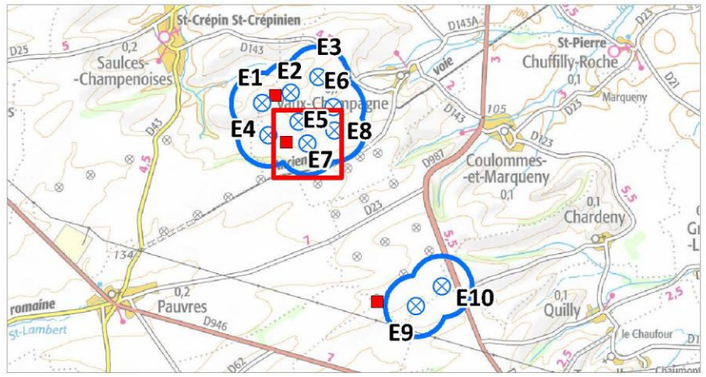
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E7 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

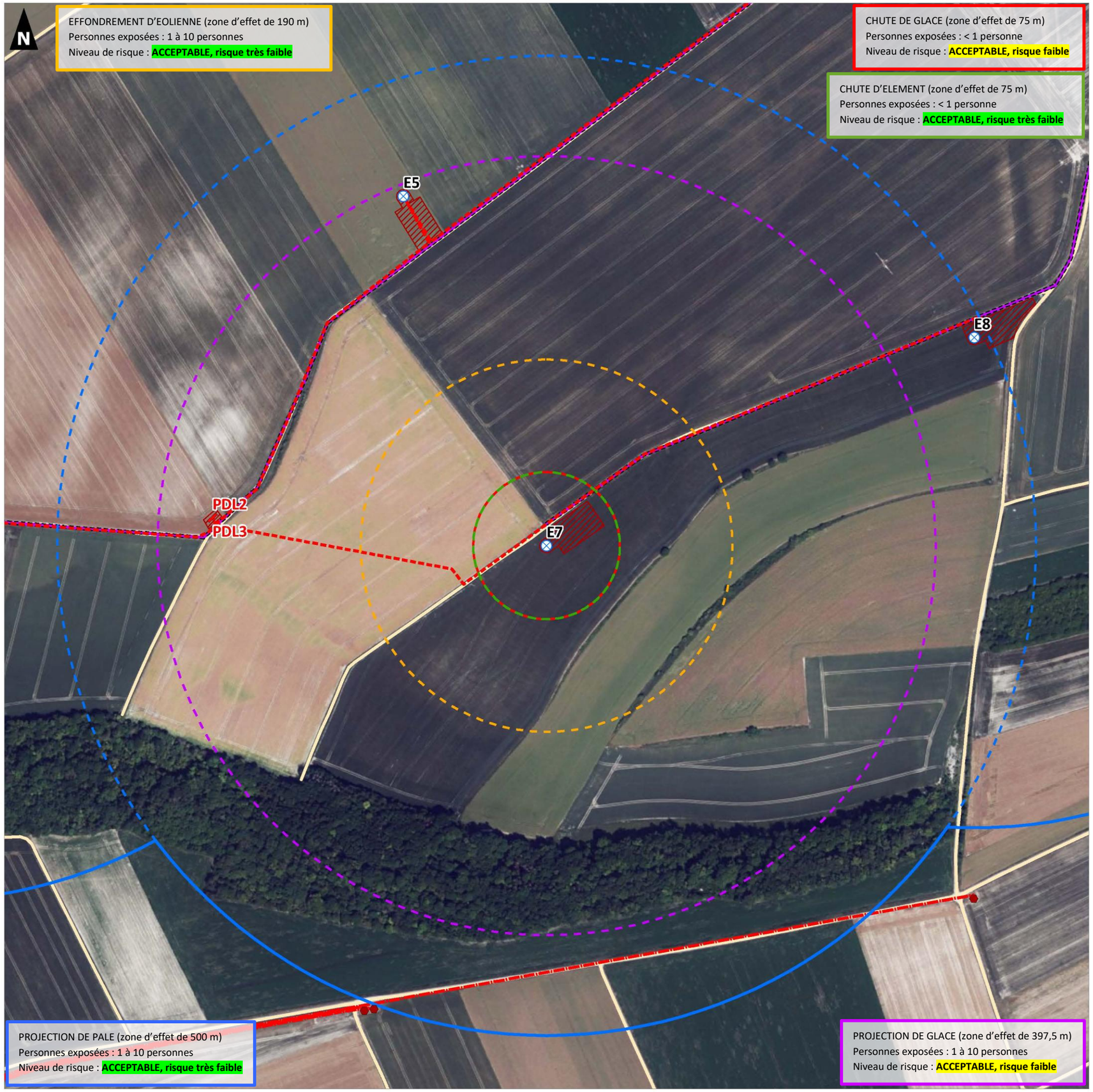
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

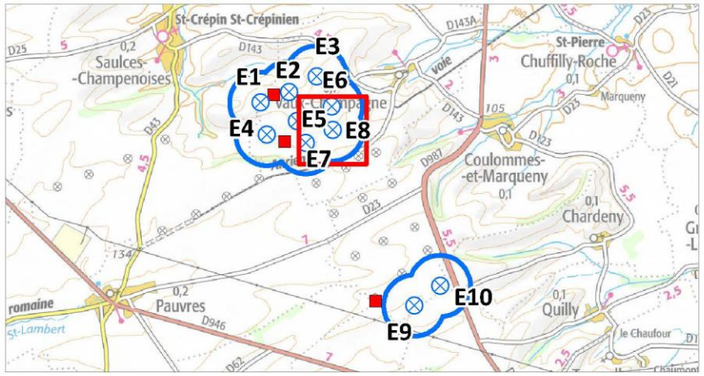
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E8 -



Aire d'étude

Aire d'étude (500 m)

Projet

Eoliennes projetées

Poste de livraison

Raccordement électrique interne

Plateforme

Chemin à conforter

Chemin à créer

Chemin à éargir

Limites administratives

Limite communale

Enjeux

Réseau routier

Route départementale

Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

Ligne électrique aérienne THT (63 kV)

Ligne électrique aérienne HTA

Ligne électrique aérienne BT

Ligne électrique souterraine HTA

Ligne électrique souterraine BT

Poste électrique HTA/BT

Bâti

Zone d'habitation

Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)

Chute de glace (75 m)

Effondrement de l'éolienne (190 m)

Projection de glace (397,5 m)

Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

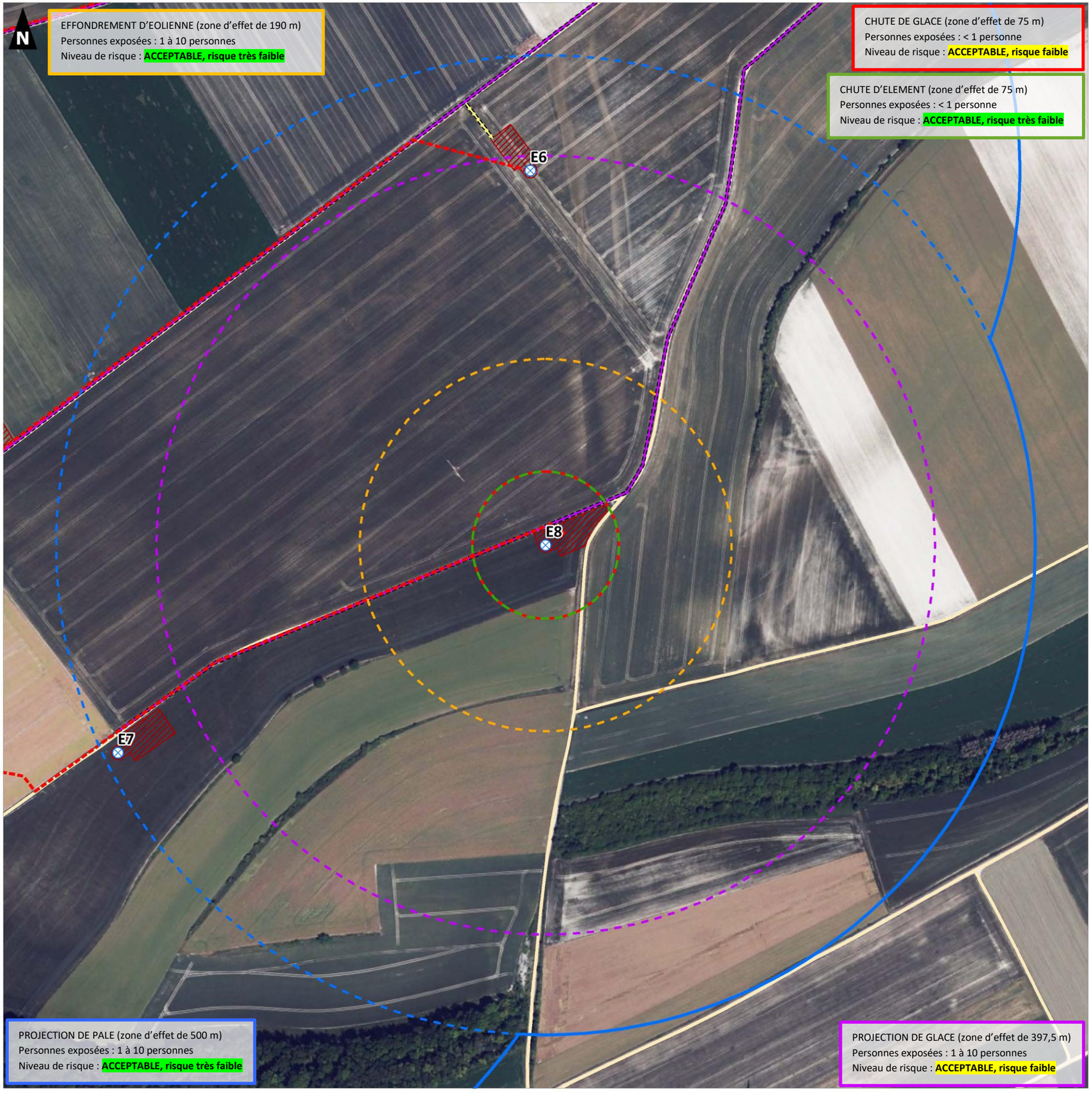
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

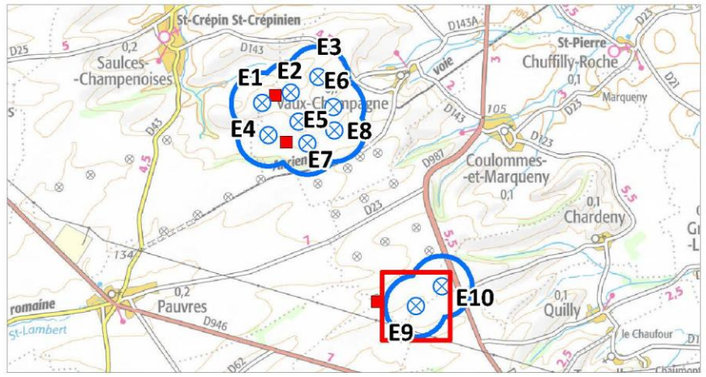
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E9 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

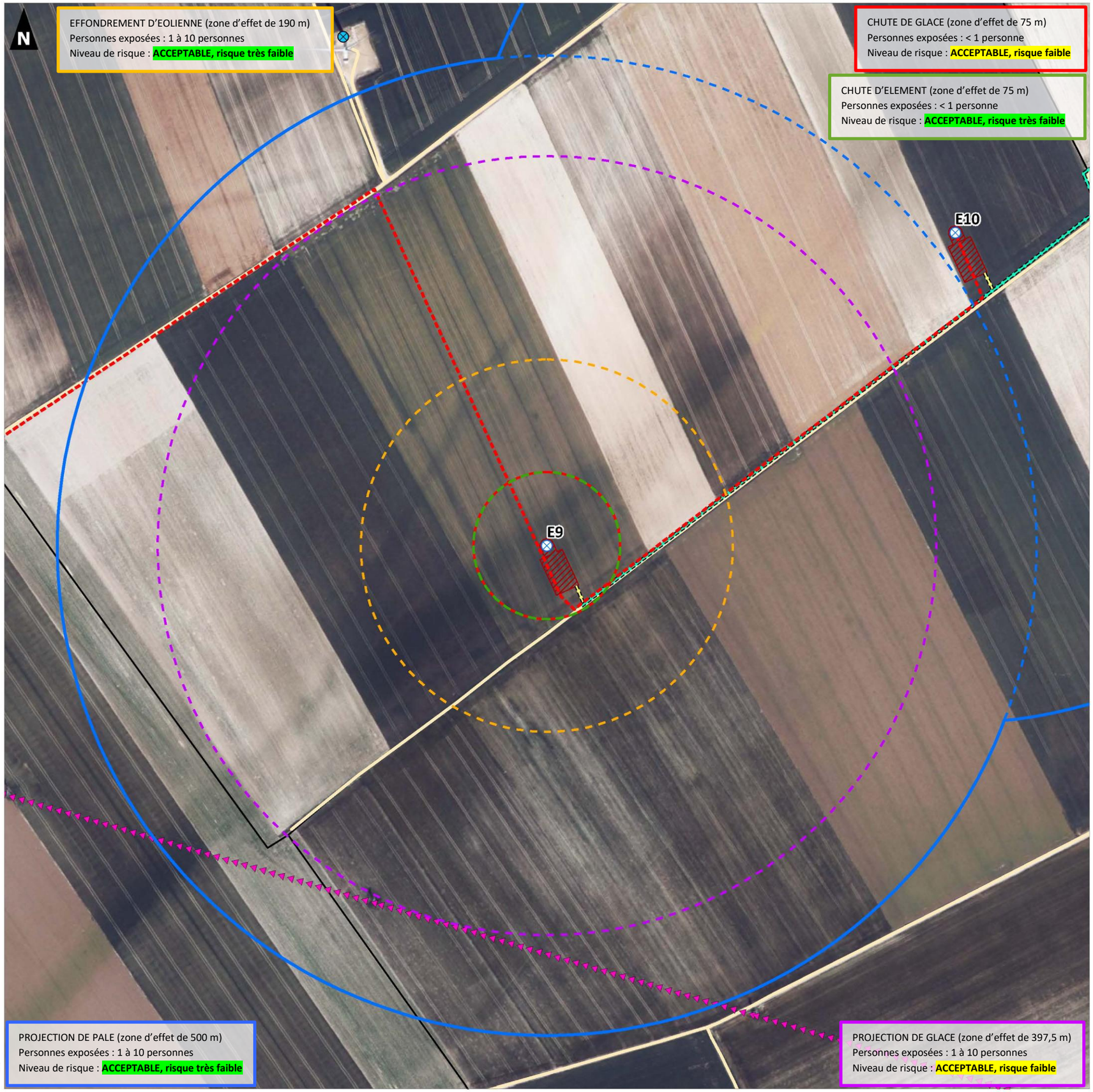
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

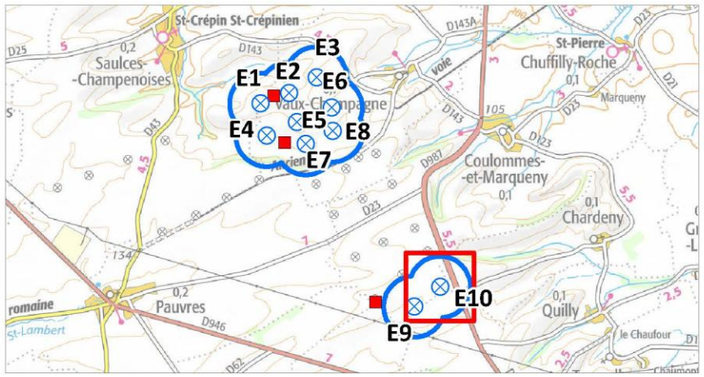
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E10 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

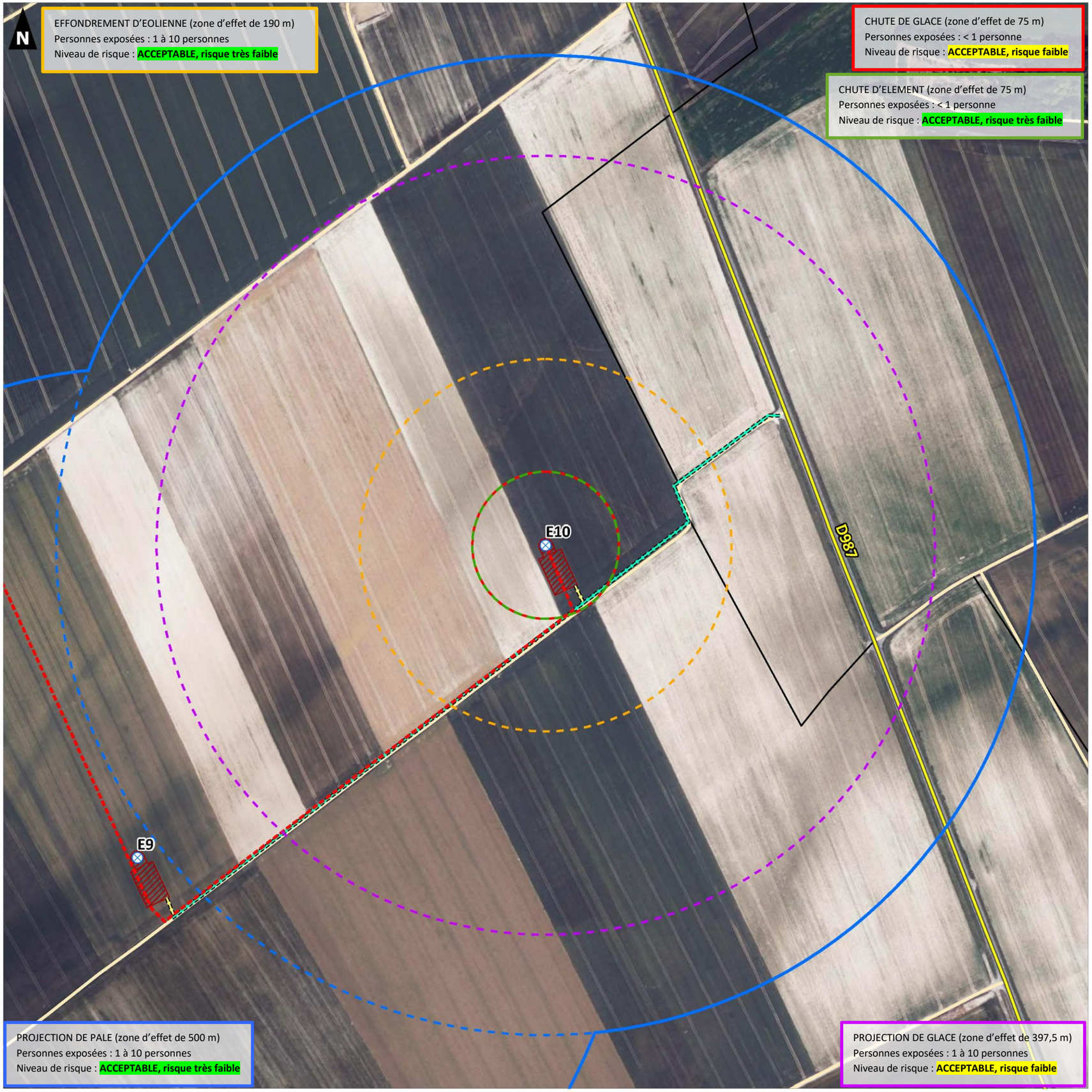
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



CHAPITRE 9. CONCLUSION

Après description de l'installation et de son environnement, il ressort que les potentiels de dangers d'un parc éolien sont relatifs :

- à des causes externes :
  - Présence d'ouvrages (voies de communications) ;
  - Risques naturels (vents violents, foudre, mouvements de terrains, tremblements de terres, inondations) ;
- à des causes internes liées au fonctionnement des machines et aux produits utilisés :
  - Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, pale, etc.) ;
  - Projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.) ;
  - Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur ;
  - Echauffement de pièces mécaniques ;
  - Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Une analyse préliminaire des risques a été réalisée, basée d'une part sur l'accidentologie permettant d'identifier les accidents les plus courants et basée d'autre part sur une identification des scénarios d'accidents.
Pour chaque scénario d'accident, l'étude a procédé à une analyse systématique des mesures de maîtrise des risques.

Cinq catégories de scénarios sont ressorties de l'analyse préliminaire et font l'objet d'une étude détaillée des risques :

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

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. Une cotation en intensité, probabilité, gravité et cinétique de ces événements permet de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

Une recherche d'enjeux humains vulnérables a été réalisée dans chaque périmètre d'effet des cinq catégories d'accident, permettant de repérer les interactions possibles entre les risques et les enjeux.

La cotation en gravité et probabilité pour chacune des éoliennes permet de classer le risque de chaque scénario selon la grille de criticité employée et inspirée de la circulaire du 10 mai 2010.

Après analyse détaillée des risques, selon la méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010, il apparaît qu'aucun scénario étudié ne ressort comme inacceptable.

L'exploitant a mis en œuvre des mesures adaptées pour maîtriser les risques :

- l'implantation permet d'assurer un éloignement suffisant des zones fréquentées,
- l'exploitant respecte les prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011,
- les systèmes de sécurité des aérogénérateurs sont adaptés aux risques.

Les systèmes de sécurité des aérogénérateurs seront maintenus dans le temps et testés régulièrement en conformité avec la section 4 de l'arrêté du 26 août 2011.

Le projet éolien de Vaux-Coulommes II 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 actuelles.

CHAPITRE 10. RESUME NON TECHNIQUE

10.1 Introduction

Selon l'article L. 512-1 du Code de l'environnement, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Les impacts de l'installation sur ces intérêts en fonctionnement normal sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

La démarche de l'étude consiste en une identification des dangers, des enjeux vulnérables et des conséquences éventuelles d'accidents. L'ajout systématique de mesures de prévention et/ou de protection doit permettre de diminuer le niveau de risque à un niveau acceptable.

Cette étude se base sur le guide technique version de mai 2012, qui a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables. Dans la suite de l'étude, ce guide sera appelé « guide technique ».

10.2 Présentation de l'installation

Le parc éolien de Vaux-Coulommes II est composé de 10 aérogénérateurs et 4 postes de livraison, localisés sur les communes de Coulommes-et-Marqueny et Vaux-Champagne dans les Ardennes.

Carte 17 - Situation du projet, p.79

La zone d'étude (périmètre de 500 m autour des éoliennes) se situe sur les communes suivantes :

- Chardeny ;
- Coulommes-et-Marqueny ;
- Leffincourt ;
- Pauvres ;
- Quilly ;
- Saulces-Champenoises ;
- Vaux-Champagne.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des 10 aérogénérateurs et des 4 postes de livraison, sur les communes de Coulommes-et-Marqueny et Vaux-Champagne :

	Lambert 93		WGS 84	
	X	Y	Latitude (N)	Longitude (E)
E1	810612,11	6927765,67	49°26'22,97"N	4°31'28,84"E
E2	811081,84	6927939,31	49°26'22,97"N	4°31'52,31"E
E3	811525,09	6928192,83	49°26'22,97"N	4°32'14,55"E
E4	810714,37	6927243,14	49°26'22,97"N	4°31'33,41"E
E5	811208,62	6927462,03	49°26'22,97"N	4°31'58,14"E
E6	811775,87	6927699,65	49°26'22,97"N	4°32'26,51"E
E7	811354,8	6927105,68	49°26'22,97"N	4°32'05,05"E
E8	811791,57	6927317,75	49°26'22,97"N	4°32'26,92"E
E9	813125,12	6924459,54	49°26'22,97"N	4°33'30,27"E
E10	813542,09	6924778,65	49°26'22,97"N	4°33'51,26"E
PDL1	812496,86	6924533,48	4°32'59,19"E	49°24'37,21"N
PDL2	811013,42	6927134,09	4°31'48,14"E	49°26'02,28"N
PDL3	811013,42	6927134,09	4°31'48,14"E	49°26'02,28"N
PDL4	810833,93	6927894,34	4°31'39,97"E	49°26'26,99"N

Tableau 36. Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison

Les différents aérogénérateurs, les postes de livraison, les plateformes, les chemins d'accès et les réseaux enterrés sont représentés sur les plans réglementaires.

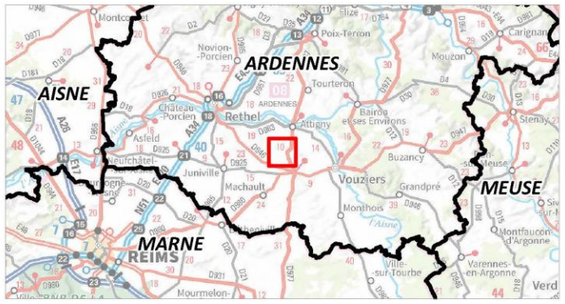
Cf. Plans réglementaires - Dossier de demande d'autorisation environnementale

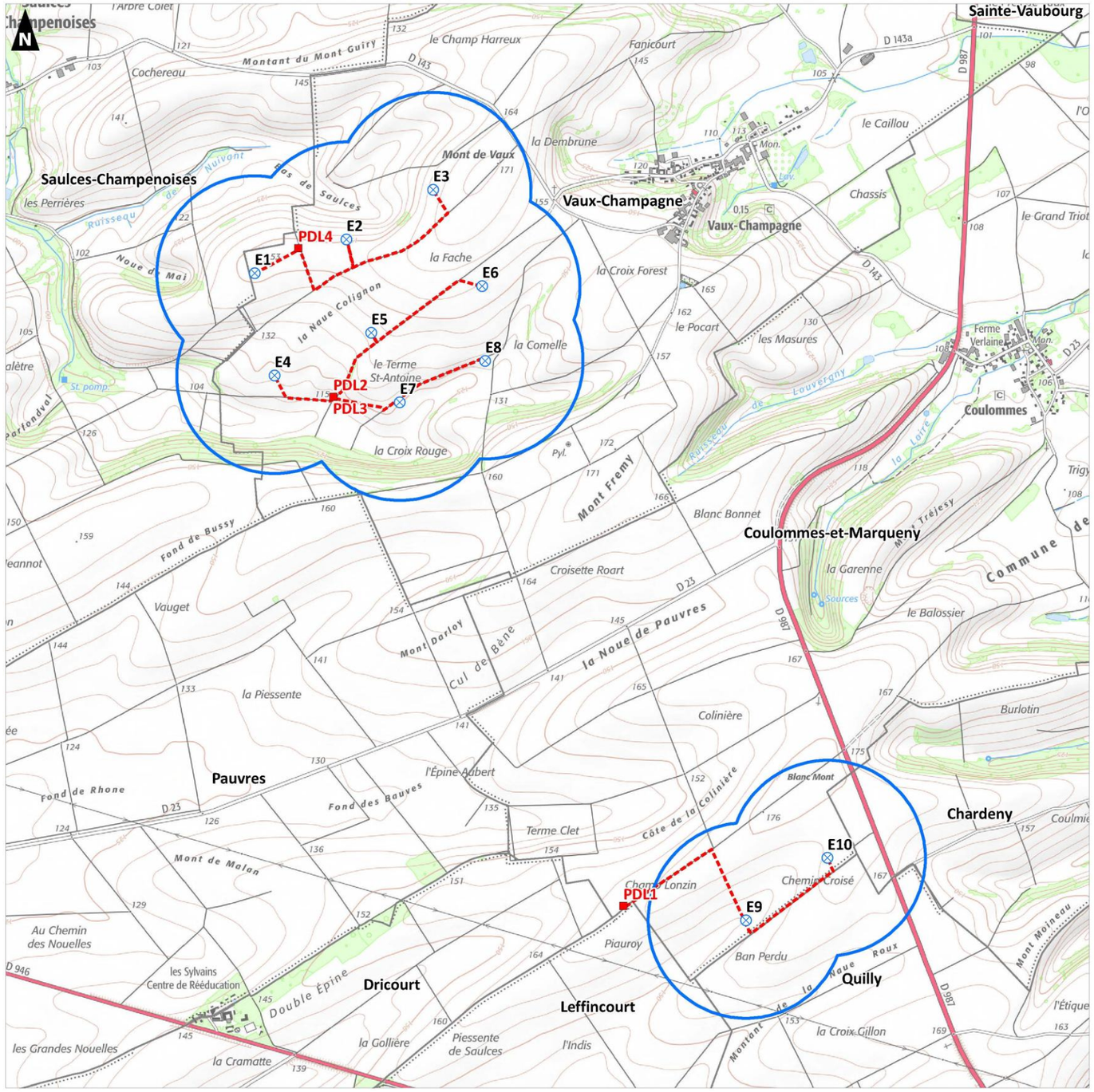
Carte 17. Situation du projet

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte de situation





Aire d'étude

Aire d'étude (500 m)

Projet

Eoliennes projetées

Poste de livraison

Raccordement électrique interne

Limites administratives

Limite communale

0 0,5 1

Kilomètres

1:20 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025
Sources de fond de carte : IGN SCAN 25 et SCAN 1000
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025

10.3 Identification des dangers et analyse des risques associés

10.3.1 Les sources de dangers

Un parc éolien est soumis aux risques naturels par les dimensions imposantes de l'ouvrage mais également aux risques de défaillance d'équipements constituants l'éolienne.

Les risques naturels sont susceptibles de constituer des agresseurs potentiels et sont donc pris en compte dans l'analyse préliminaire des risques :

- Sismicité
- Mouvements de terrain (aléas glissement de terrain, cavités souterraines, Aléa retrait-gonflement des argiles)
- Foudre
- Vents violents
- Incendies de forêts et de cultures
- Inondations

Des ouvrages (voies de communications par exemple) ou des installations classées à proximité des aérogénérateurs, peuvent présenter également un risque externe.

Les dangers potentiels relatifs au fonctionnement des éoliennes sont recensés dans le tableau suivant :

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

Tableau 37. Dangers potentiels relatifs aux éoliennes

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, nettoyants…) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage…).**

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

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

Infrastructure	Fonction	Evénement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât de l'éolienne la plus proche
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Non concerné - Pas de voie structurante (fréquentation supérieure à 2 000 véhicules/jour) dans l'aire d'étude de 500 m autour des mâts E3 est à 500 m de la RD143 E10 est à 250 m de la RD987.
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Non concerné - infrastructure au-delà du périmètre de 2 000 m
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Non concerné, infrastructure au-delà du périmètre de 200 m E9 est à env. 375 m de la ligne RTE
Autres aérogénérateurs (hors parc en projet)	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Distance avec le parc de Vaux-Coulommes E9 à 750 m de l'éolienne la plus proche au sud du parc

Tableau 38. Agressions externes liées aux activités humaines

10.3.2 Les enjeux à protéger

Les enjeux dans le périmètre de 500 m autour des aérogénérateurs concernent :

- Les zones agricoles correspondant à des cultures céréalières de plein champ ;
- Les routes RD143 et RD 987 qui traversent les deux zones d'études à l'est des éoliennes ;
- Les chemins d'exploitation.

Les différents enjeux identifiés précédemment apparaissent sur la carte des enjeux présentée page suivante.

Le détail des calculs pour l'aire d'étude de 500 m est le suivant, pour chaque phénomène dangereux identifié, sont comptabilisés l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante :

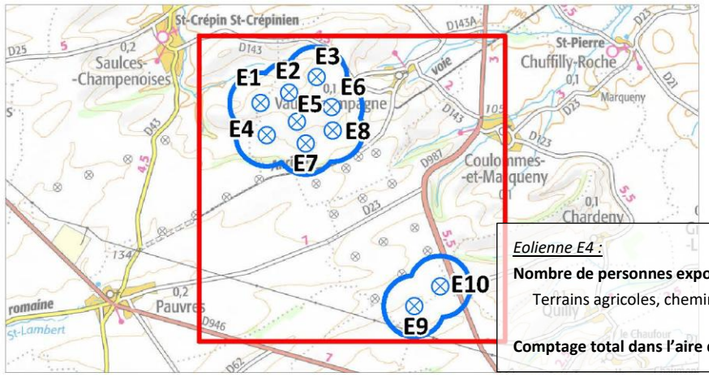
- **Les zones agricoles** sont constituées d'éléments disparates : champs, voies de circulation non structurantes (chemins d'exploitation, voies communales faiblement fréquentées) ...
- **Pour les voies de communication,** les deux routes départementales est retenue comme voie non structurante c'est-à-dire ayant un trafic routier de moins de 2 000 véhicules/jours. Conformément au guide technique, elles sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés ;

*Nous ne différencions pas les différents éléments et nous classons les zones agricoles en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie majorante quant aux victimes potentielles), soit **1 personne par tranche de 10 ha**.*

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des enjeux



Eolienne E1 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E1 : 7,85 personnes

Eolienne E2 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E2 : 7,85 personnes

Eolienne E3 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E3 : 7,85 personnes

Eolienne E4 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E4 : 7,85 personnes

Eolienne E5 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E5 : 7,85 personnes

Eolienne E6 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E6 : 7,85 personnes

Eolienne E7 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E7 : 7,85 personnes

Eolienne E8 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins, route non structurante : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E8 : 7,85 personnes

Eolienne E9 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins d'exploitation : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E9 : 7,85 personnes

Eolienne E10 :

Nombre de personnes exposées dans l'aire d'étude :

Terrains agricoles, chemins d'exploitation : 7,85 personnes

Comptage total dans l'aire d'étude de l'éolienne E10 : 7,85 personnes

Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à élargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

0 0,5 1

Kilomètres

1:18 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025

10.3.3 Analyse des risques

10.3.3.1 Analyse du retour d'expérience

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

Les retours d'expérience de la filière éolienne française et internationale permettent d'identifier les principaux accidents suivants :

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

10.3.3.2 Analyse préliminaire des risques

Une analyse préliminaire des risques sous forme d'un tableau générique est réalisée permettant d'identifier de manière représentative les scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire :

- Scénarios relatifs aux risques liés à la glace ;
- Scénarios relatifs aux risques d'incendie ;
- Scénarios relatifs aux risques de fuites ;
- Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments ;
- Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales ;
- Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes.

L'analyse est réalisée de la manière suivante :

- Description des causes et de leur séquençage ;
- Description des *événements redoutés centraux* qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- Description des *fonctions de sécurité* permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux ;
- Description des *phénomènes dangereux* dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- Evaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

10.3.3.3 Mesures de maitrise des risques

Afin de limiter les risques d'accidents ou d'incidents liés aux activités du parc éolien, les constructeurs d'aérogénérateurs ont prévus différentes mesures :

- **Systèmes de sécurité contre la survitesse** (freins aérodynamiques passifs et actifs, surveillance de la rotation, détection de la vitesse du vent) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque de vents forts** (coupure de l'éolienne en cas de détection de vents forts) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque électrique** (organes de coupure électrique, isolement, mise à la terre) ;
- **Systèmes contre l'échauffement des pièces mécaniques** (détecteurs de température, systèmes de refroidissement) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque de foudre** (installation anti foudre comprenant un paratonnerre sur la nacelle et les pales) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque d'incendie** (détection de fumée, de température, alarme du centre de contrôle et intervention des moyens de secours) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque de fuite de liquides** (détecteur de niveau de liquide, rétention formée par la structure de l'éolienne) ;
- **Systèmes de sécurité contre la formation du givre** (basés sur la détection et arrêt de l'éolienne, affichage du risque pour les promeneurs) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque d'effondrement de l'éolienne** (conception des fondations basées sur des normes et de l'ingénierie, conception des éoliennes adaptée à la force du vent) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque d'erreurs de maintenance** (formation du personnel, manuel de maintenance).

10.3.3.4 Conclusion de l'analyse préliminaire

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios sont exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité : incendie du poste de livraison, incendie de l'éolienne et infiltration de liquides dans le sol.

Les scénarios qui doivent faire l'objet d'une étude détaillée sont les suivants :

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

10.3.4 Etude détaillée 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.

10.3.4.1 Cotation de chaque scénario

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

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

La cotation du risque est basée sur cette réglementation.

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

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

Tableau 39. Classes de probabilité

■ Tableau de synthèse de l'étude détaillée

NB : comme justifié dans l'étude de dangers, bien que le projet présente plusieurs modèles d'éoliennes, l'analyse des risques est établie sur le modèle unique Vestas V150 190 m bout de pale.

Scénario		Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
S1	Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale Soit **190** m	Rapide	Exposition modérée	**D**	**Sérieux** Pour toutes les éoliennes
S2	Chute de glace	Zone de survol Soit **75** m	Rapide	Exposition modérée	**A**	**Modéré** Pour toutes les éoliennes
S3	Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol Soit **75** m	Rapide	Exposition modérée	**C**	**Modéré** Pour toutes les éoliennes
S4	Projection de pale ou de fragment de pale	**500** m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	**D**	**Sérieux** Pour toutes les éoliennes
S5	Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l'éolienne Soit **397,5** m	Rapide	Exposition modérée	**B**	**Sérieux** Pour toutes les éoliennes

Tableau 40. Synthèse de la cotation des risques – étude détaillée

10.3.5 Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Les scénarios étudiés dans ce chapitre précédent sont synthétisés dans la matrice de la circulaire :

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		**S1** (toutes les éoliennes) **S4** (toutes les éoliennes)	**S3** (E2 et E3)	**S5** (toutes les éoliennes)	
Modéré			**S3** (toutes les éoliennes)		**S2** (toutes les éoliennes)

Tableau 41. Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010

Légende de la matrice :

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

S1	Effondrement de l'éolienne
S2	Chute de glace
S3	Chute d'élément de l'éolienne
S4	Projection de pale ou de fragments
S5	Projection de glace

Il apparaît au regard de l'étude détaillée que, selon les règles de cotation de la probabilité, de la gravité et de l'utilisation de la matrice d'acceptabilité issue de la circulaire du 10 mai 2010, le risque associé à chaque événement redouté étudié est acceptable quelle que soit l'éolienne considérée.

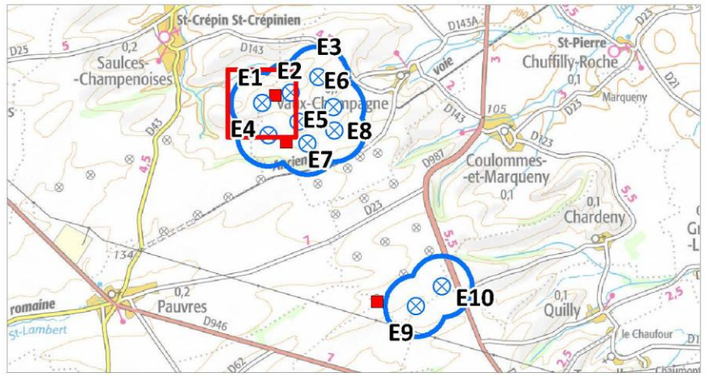
10.3.6 Cartes des risques avec zones de risques et vulnérabilités identifiées.

La cartographie des risques a été réalisée. Elle indique les différents périmètres de risques ainsi que les enjeux vulnérables identifiés.

Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E1 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

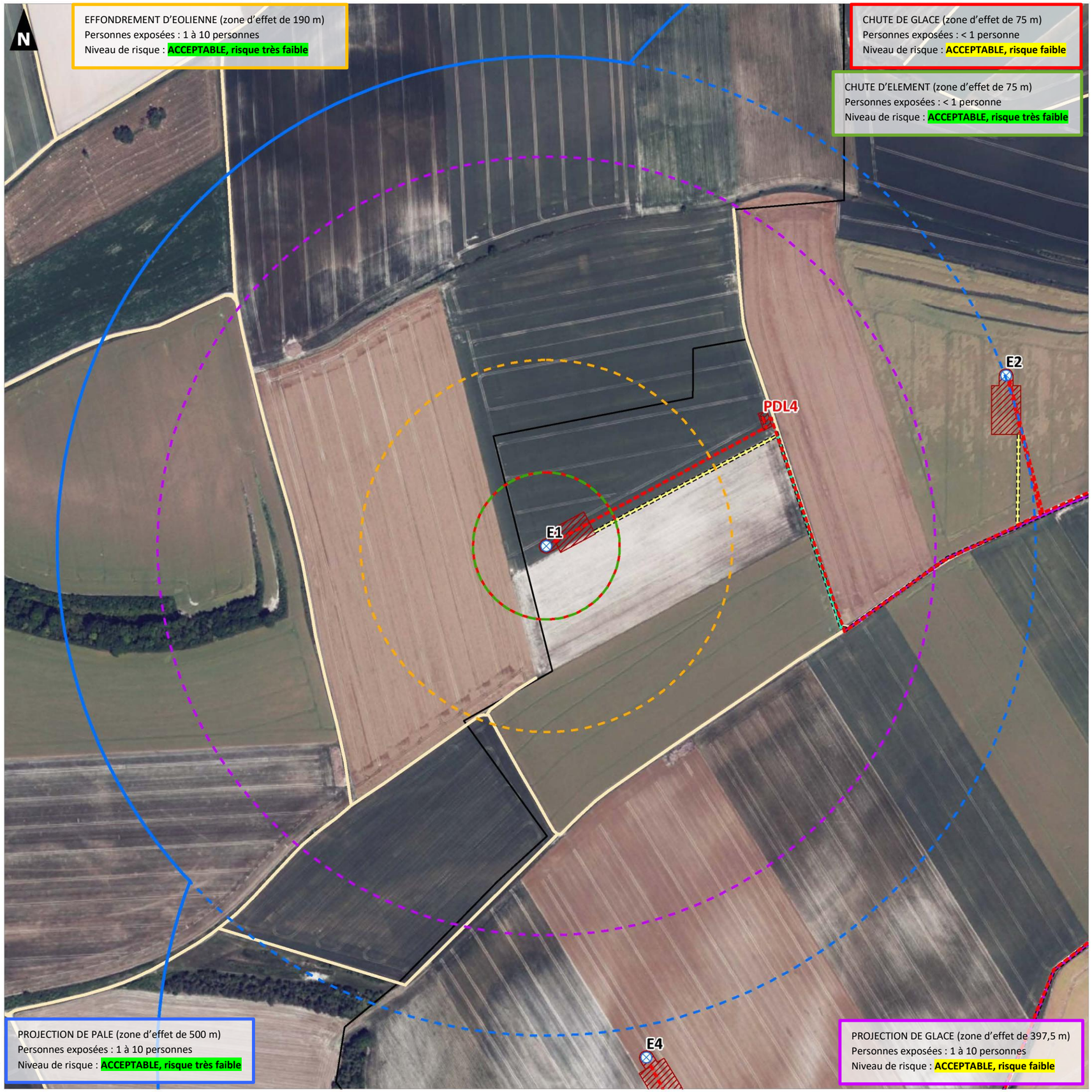
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

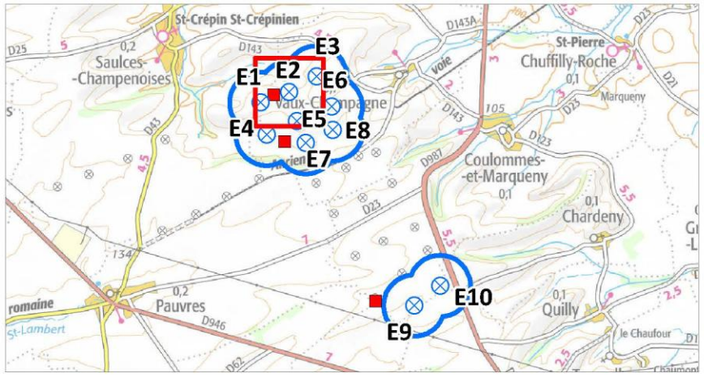
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E2 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

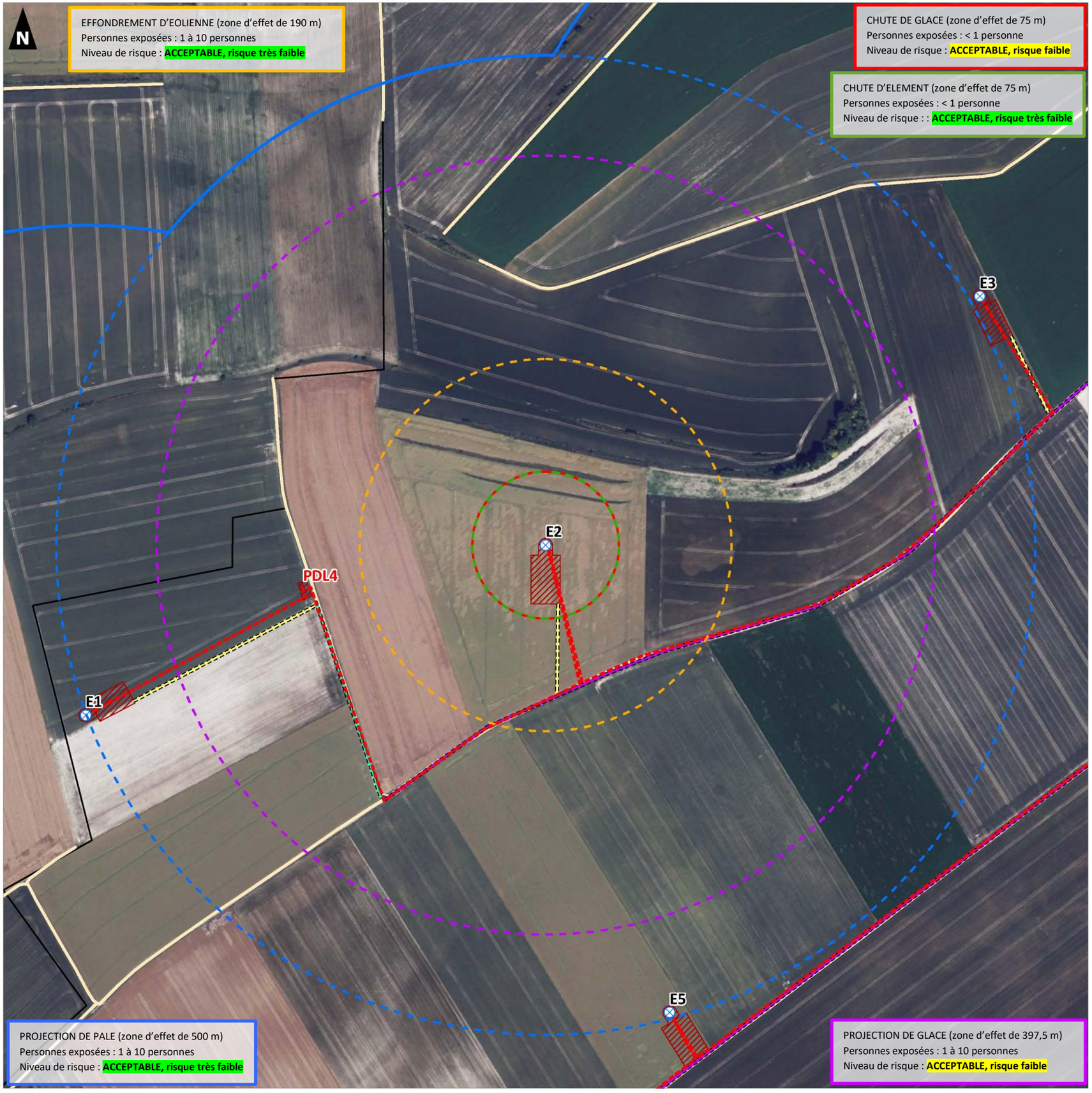
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

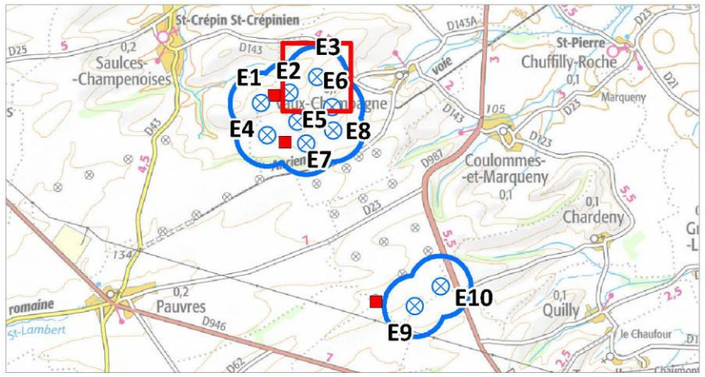
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E3 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

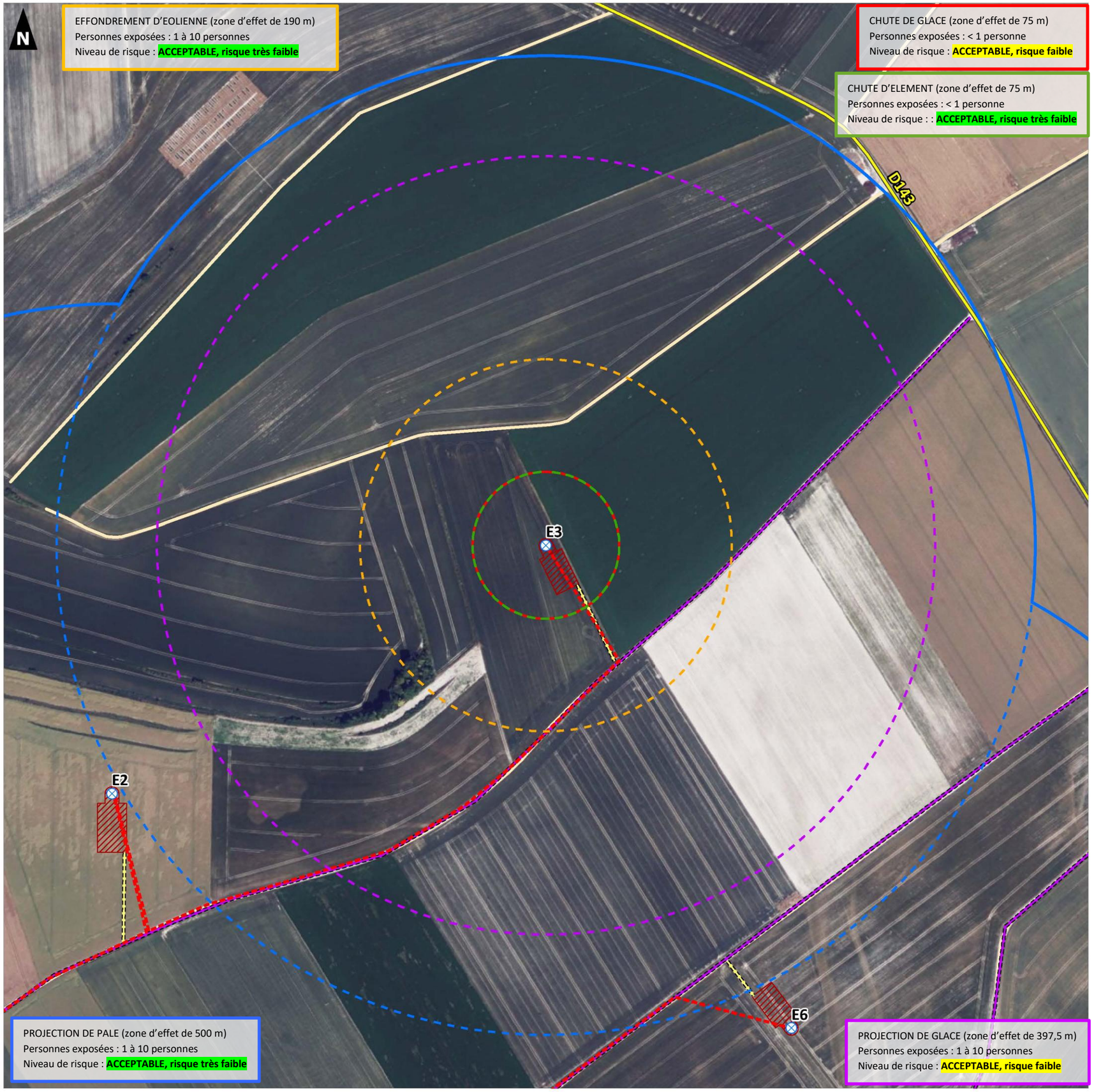
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

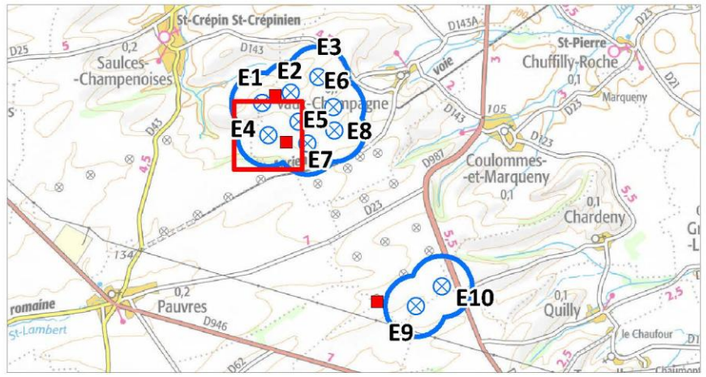
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E4 -



Aire d'étude
- Aire d'étude (500 m)

Projet
- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives
- Limite communale

Enjeux

Réseau routier
- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie
- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

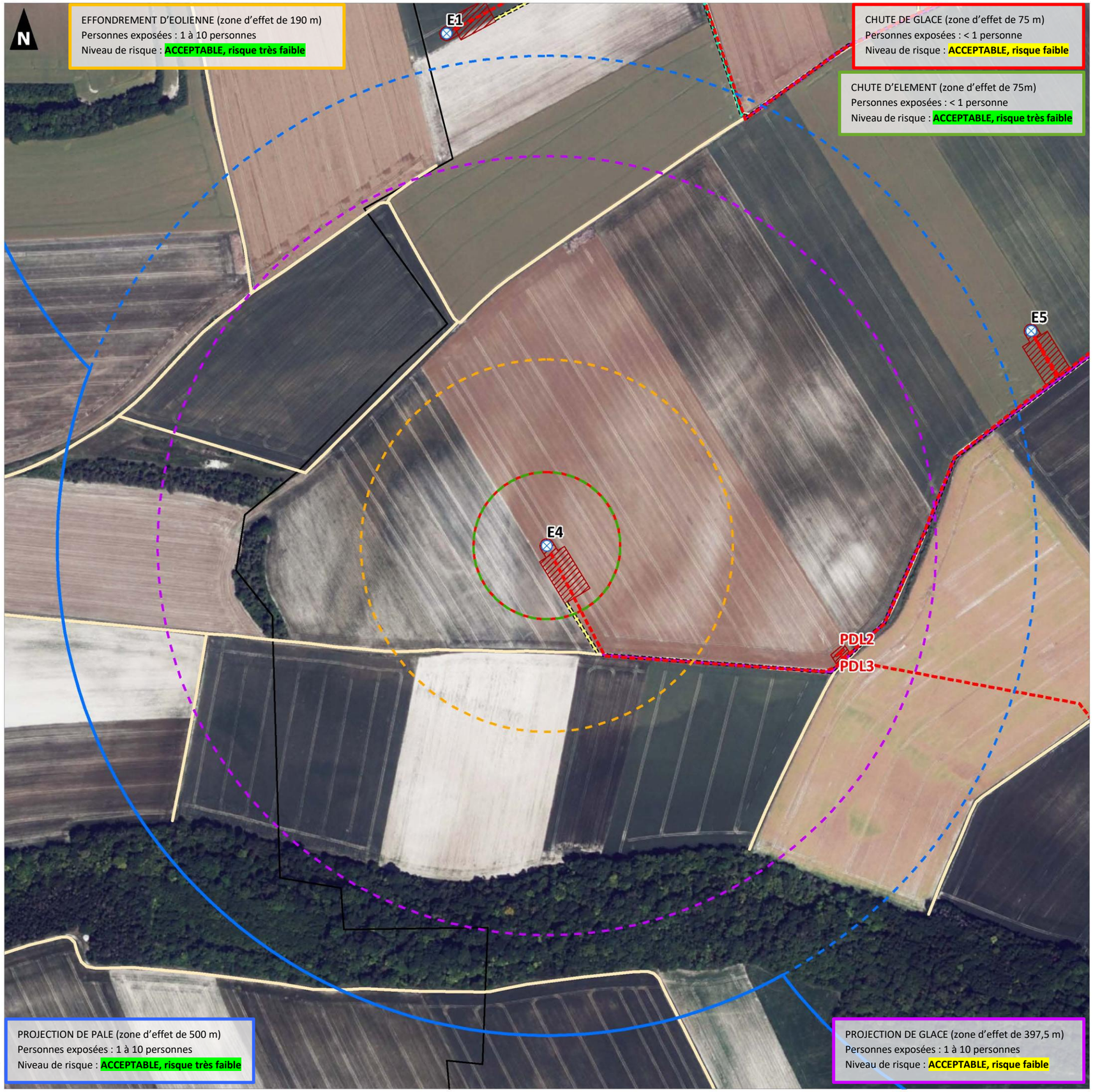
Bâti
- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios
- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200
Mètres

1:4 000
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

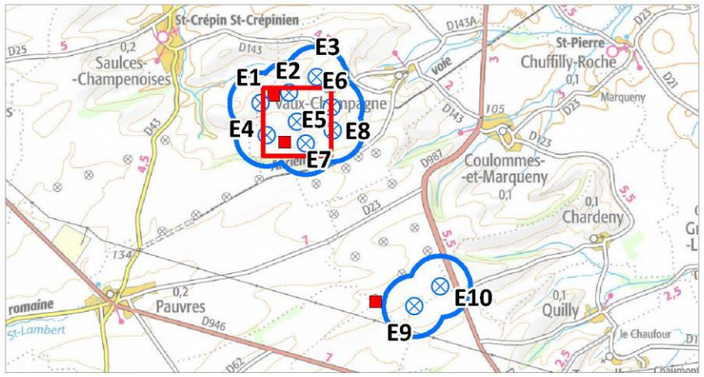
Réalisation : AUDDICE, octobre 2025
Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E5 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

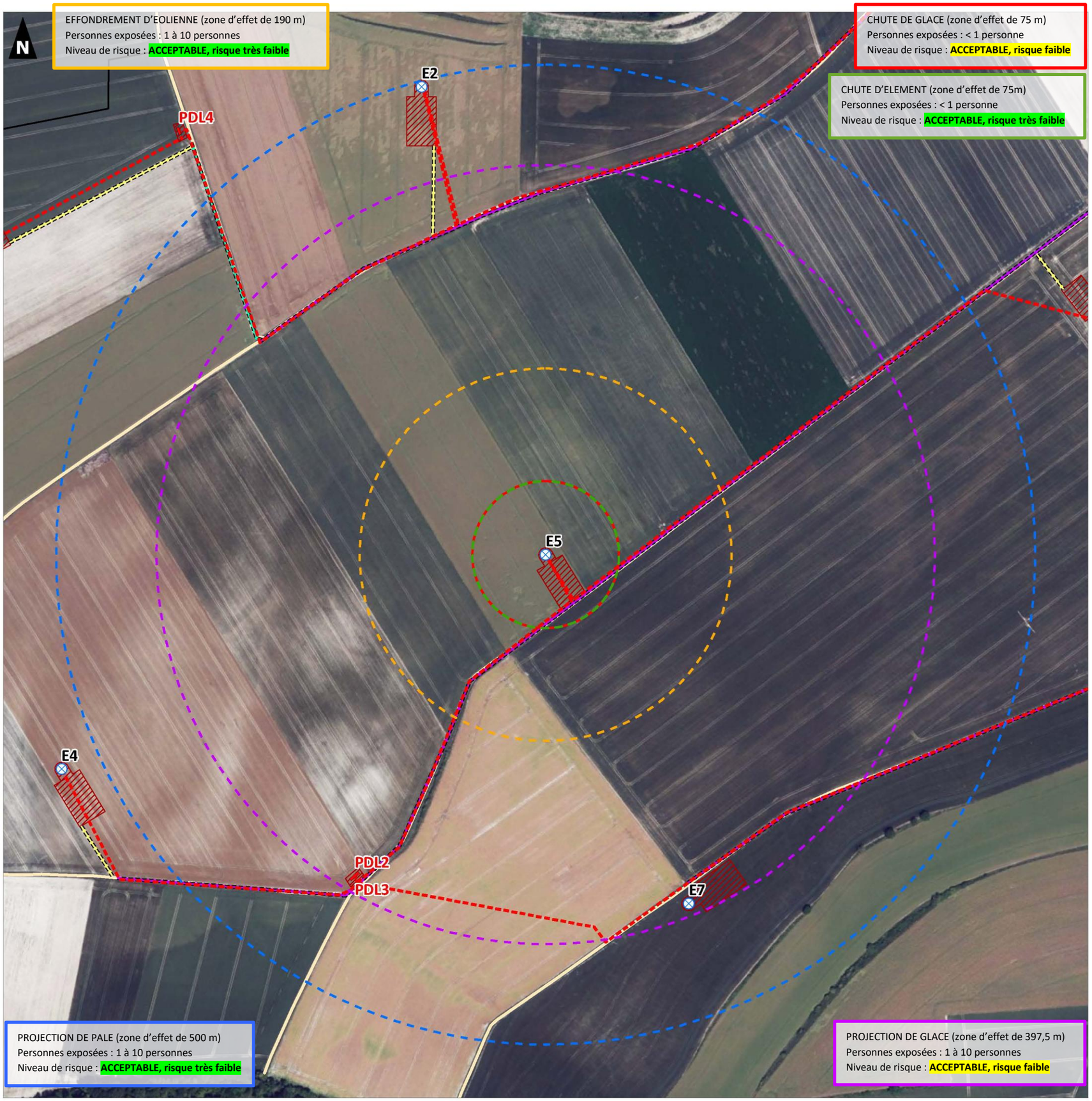
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

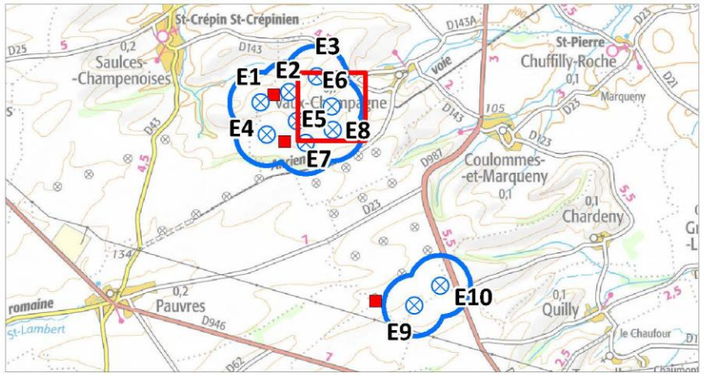
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E6 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

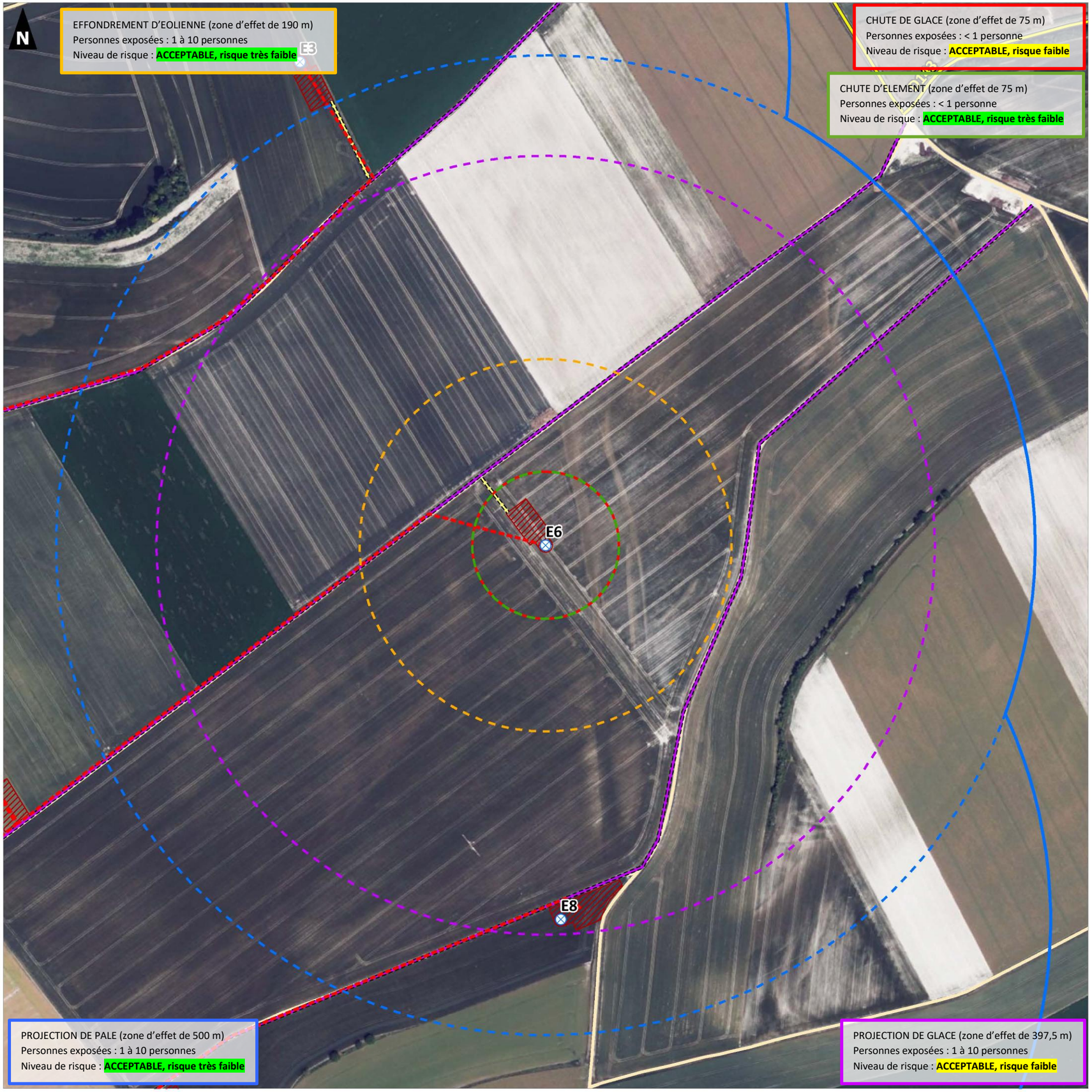
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

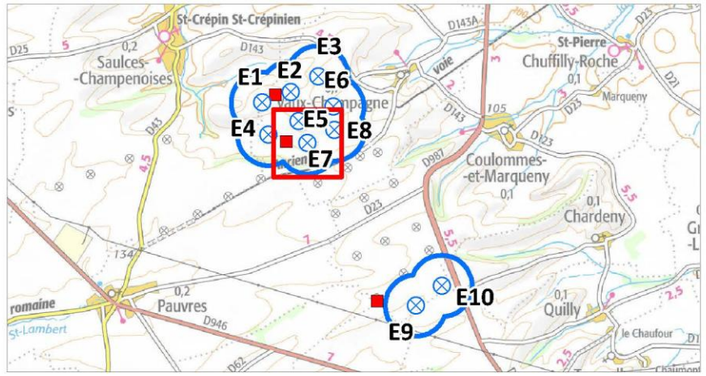
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E7 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

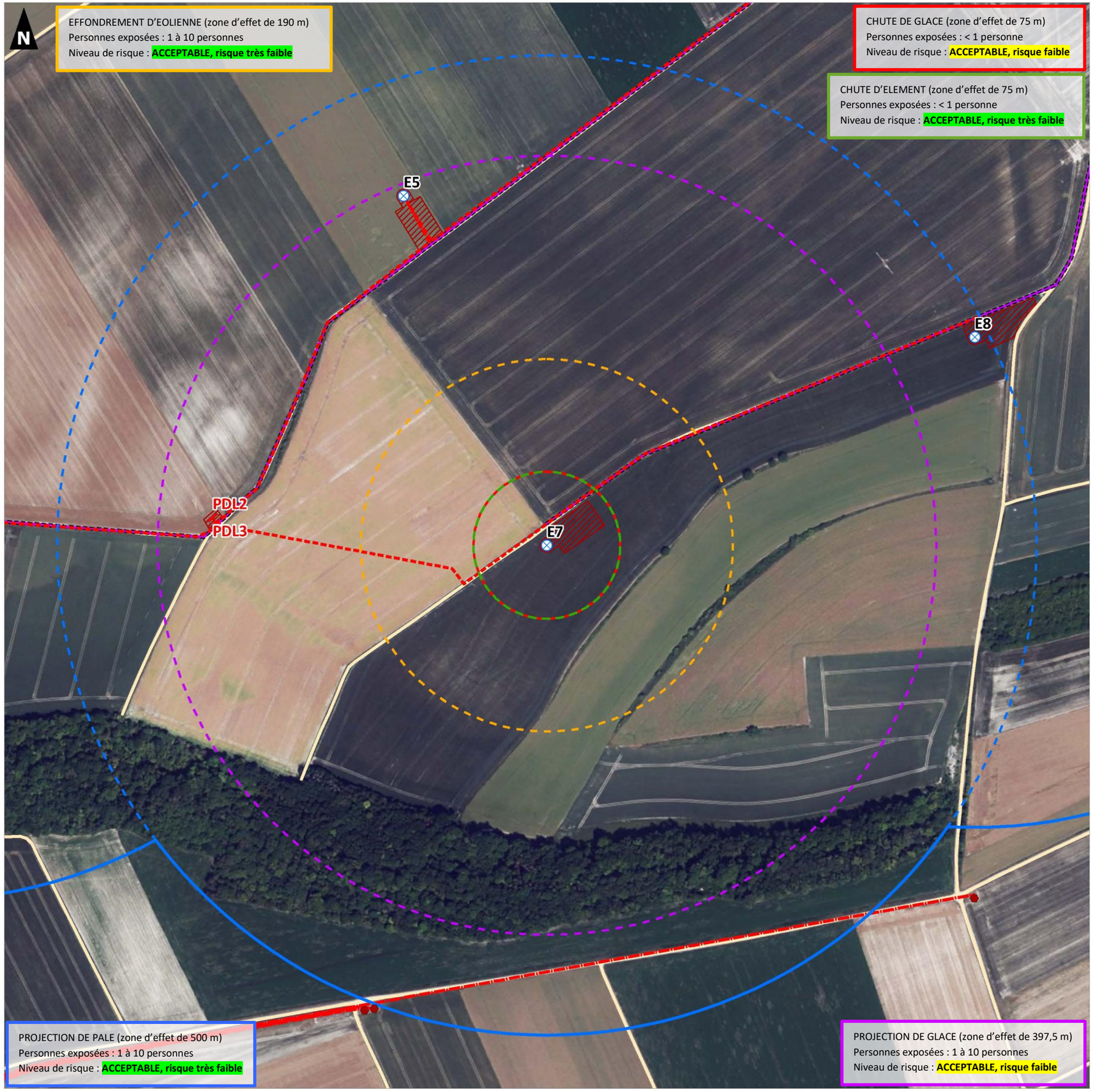
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

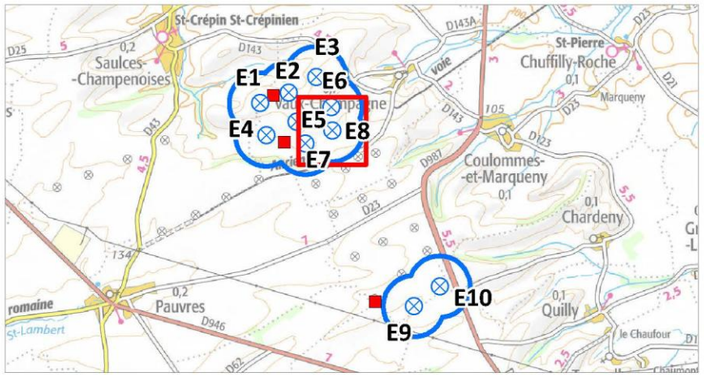
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E8 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

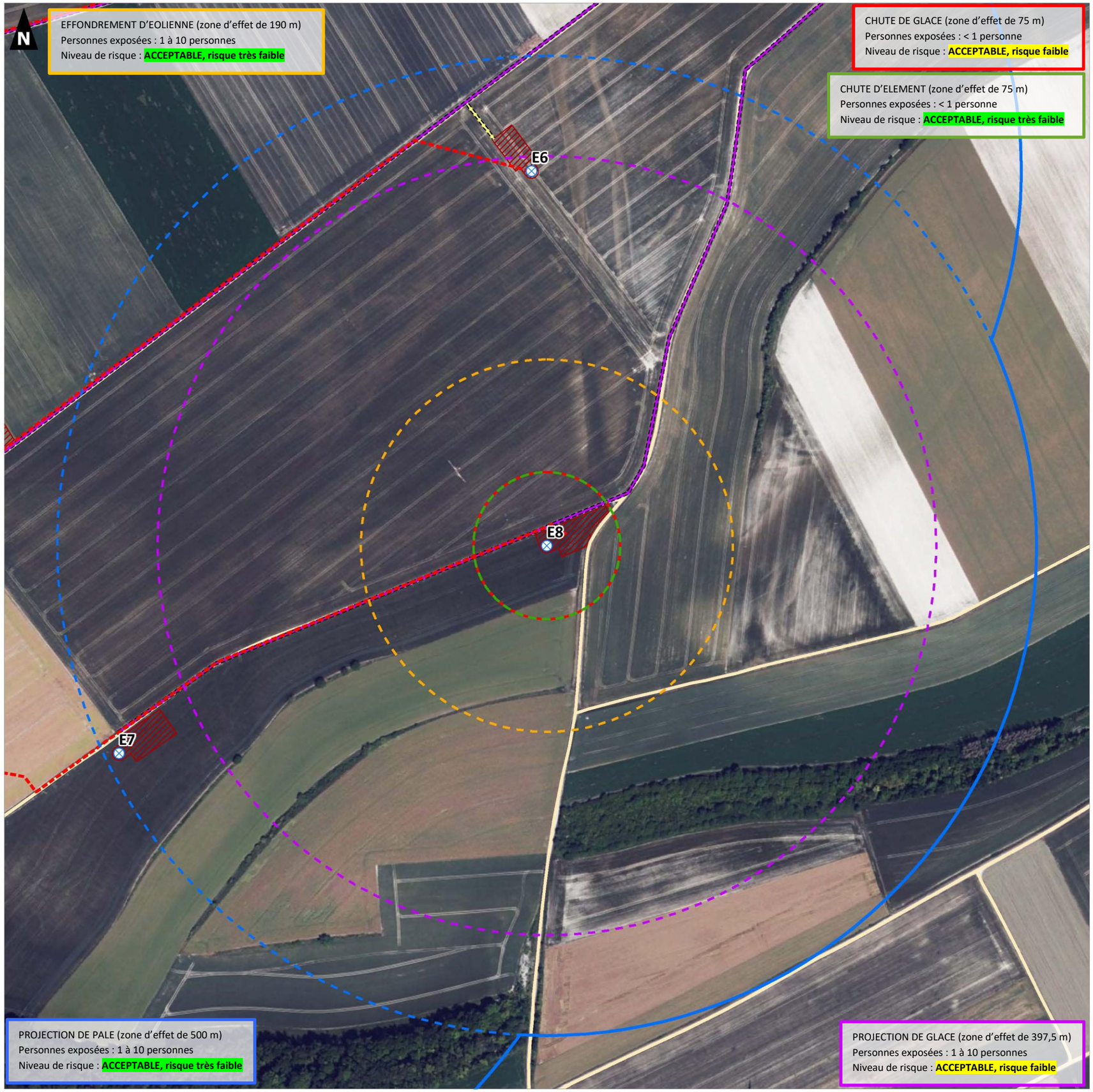
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

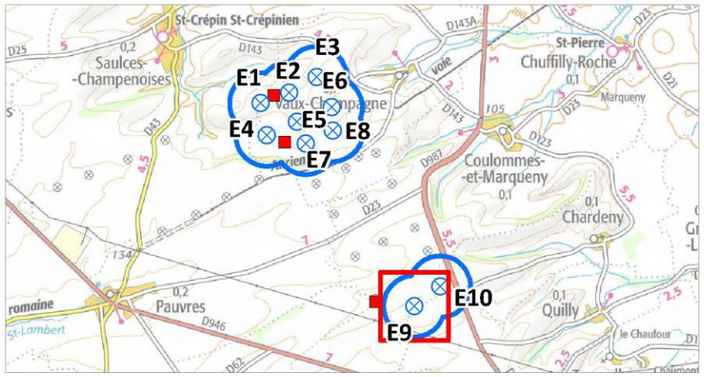
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E9 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

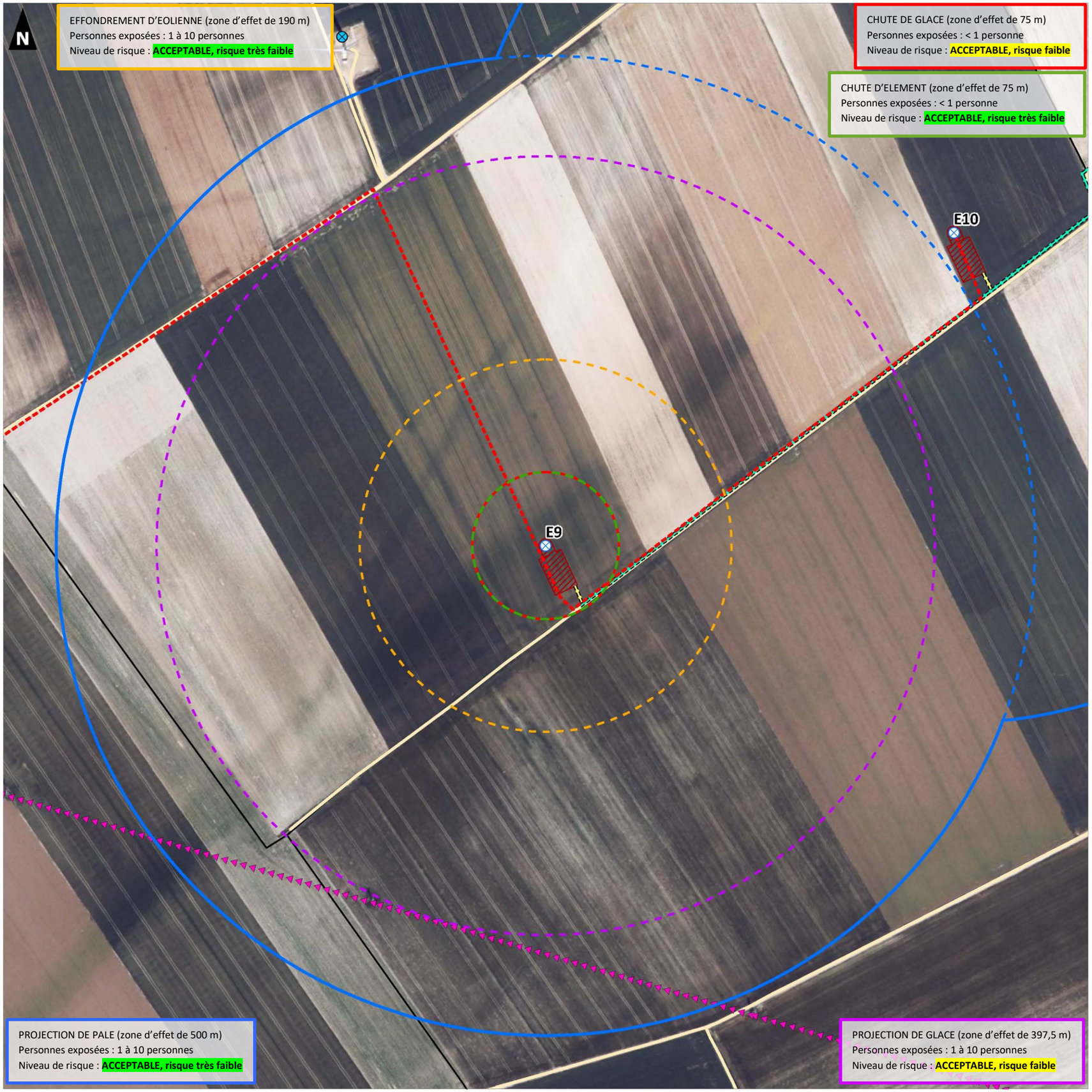
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

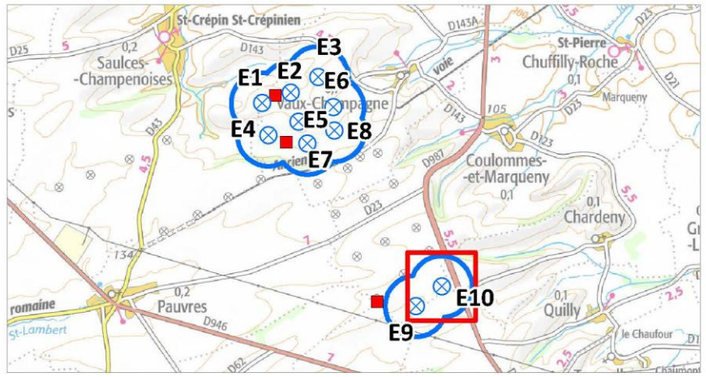
Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



Projet éolien de Vaux-Coulommes II (08)

Étude de dangers

Carte des risques
- Eolienne E10 -



Aire d'étude

- Aire d'étude (500 m)

Projet

- Eoliennes projetées
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Plateforme
- Chemin à conforter
- Chemin à créer
- Chemin à éargir

Limites administratives

- Limite communale

Enjeux

Réseau routier

- Route départementale
- Route secondaire - chemin

Réseaux d'énergie

- Ligne électrique aérienne THT (63 kV)
- Ligne électrique aérienne HTA
- Ligne électrique aérienne BT
- Ligne électrique souterraine HTA
- Ligne électrique souterraine BT
- Poste électrique HTA/BT

Bâti

- Zone d'habitation
- Éolienne en service

Périmètres des zones d'effets des scénarios

- Chute d'éléments de l'éolienne (75 m)
- Chute de glace (75 m)
- Effondrement de l'éolienne (190 m)
- Projection de glace (397,5 m)
- Projection de pales ou de fragments de pales (500 m)

0 100 200

Mètres

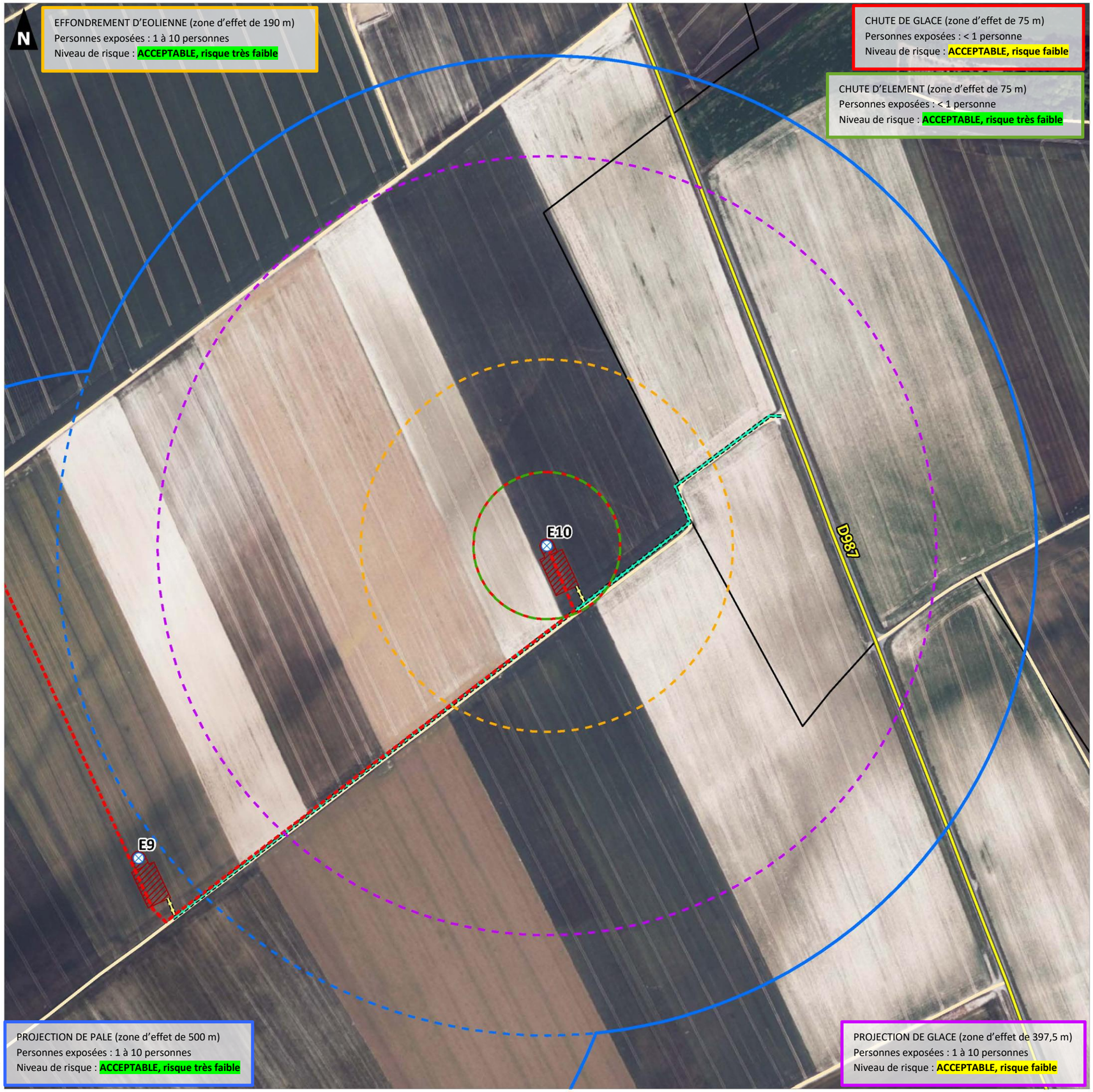
1:4 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2025

Sources de fond de carte : IGN SCAN 100 et BD ORTHO, 2022

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - ENEDIS - RTE - DREAL - AN AVEL BRAZ - AUDDICE, 2025



10.4 Conclusion

Une analyse préliminaire des risques a été réalisée, basée d'une part sur l'accidentologie permettant d'identifier les accidents les plus courants et basée d'autre part sur une identification exhaustive des scénarios d'accidents.

Pour chaque scénario d'accident, l'étude a procédé à une analyse systématique des mesures de maîtrise des risques.

Cinq catégories de scénarios ressortent de l'analyse préliminaire et font l'objet d'une étude détaillée des risques :

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

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. Une cotation en intensité, probabilité, gravité et cinétique de ces événements ont permis de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

Une recherche d'enjeux humains vulnérables a été réalisée dans chaque périmètre d'effet des cinq scénarios d'accident, permettant de repérer les interactions possibles entre les risques et les enjeux.

La cotation en gravité et probabilité pour chacune des éoliennes a permis de classer le risque de chaque scénario selon la grille de criticité employée et inspirée de la circulaire du 10 mai 2010.

Après analyse détaillée des risques, selon la méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010, il apparaît qu'aucun scénario étudié ne ressort comme inacceptable.

L'exploitant a mis en œuvre des mesures adaptées pour maîtriser les risques :

- l'implantation permet d'assurer un éloignement suffisant des zones fréquentées,
- l'exploitant respecte les prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011,
- les systèmes de sécurités des aérogénérateurs sont adaptés aux risques.

Les systèmes de sécurité des aérogénérateurs seront maintenus dans le temps et testés régulièrement en conformité avec la section 5 de l'arrêté du 26 août 2011.

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 actuelles.

ANNEXES

Annexe 1 – Bibliographie

[1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011 ;

[2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006 ;

[3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;

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

[5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005;

[6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004;

[7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006;

[8] Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;

[9] Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ; A ce jour, ce texte est modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

[10] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;

[11] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003 ;

[12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne ;

[13] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;

[14] Alpine test site Gütsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin etal.;

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

[16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtrois J.-P. - juillet 2004 ;

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

[18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005.

Annexe 2 – Annexes au guide technique INERIS et compléments à l'accidentologie

ANNEXE A – MÉTHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DÉTERMINATION DE LA GRAVITÉ POTENTIELLE D'UN ACCIDENT À PROXIMITÉ D'UNE ÉOLIENNE

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (partie VIII).

Terrains non bâtis

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

Voies de circulation

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Voies de circulation automobiles

Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m = 0,4 × 0,5 × 20 000/100 = 40 personnes.

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic

Trafic (en véhicules/jour)	Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400

Voies ferroviaires

Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

Voies navigables

Compter 0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.

Chemins et voies piétonnes

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

Logements

Pour les logements : compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

Etablissements recevant du public (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

– compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;

– compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.

Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

Zones d'activité

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

ANNEXE B – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE

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

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissan-ce (en MW)	Année de mise en service	Techno-logie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bolléne	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissan-ce (en MW)	Année de mise en service	Techno-logie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entrainant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-

ANNEXE C – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios étudiés par le groupe de travail technique dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques.

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie VII.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

La numérotation des scénarios ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

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

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « cut in »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

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

Les éventuels incendies interviendront dans le cas ou plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques seulement quelques exemples vous sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scenarios devant être regardé :

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;
- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections)
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- Perte de réseau électrique : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, …) ;
- Perte de communication : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entrainant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local…) ;
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de danger. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, …).

Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours.
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse … Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Evénement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, …) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre…

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre…), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre…) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

Prévention : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire)

Facteur aggravant : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne

Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant

- Causes externes dues à l'environnement : séisme, …

ANNEXE D – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d'effet d'un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l'atteinte par l'élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d'accident.

Cette probabilité d'accident est le produit de plusieurs probabilités :

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

P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{orientation}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

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

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

$P_{présence}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

Par souci de simplification, la probabilité d'accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l'événement redouté central par le degré d'exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l'objet chutant ou projeté et la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous récapitule les probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central.

Evènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l'ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d'exposition	Probabilité d'atteinte
Effondrement	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Chute de glace	1	$5*10^{-2}$	$5\ 10^{-2}$ (A)
Chute d'éléments	10^{-3}	$1,8*10^{-2}$	$1,8\ 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Projection de morceaux de glace	10^{-2}	$1,8*10^{-6}$	$1,8\ 10^{-8}$ (E)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d'atteinte n'est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d'éléments dont la zone d'effet est limitée à la zone de survol des pales et où des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l'emprise des baux signés par l'exploitant avec le propriétaire du terrain ou à défaut dans l'emprise des autorisations de survol si la zone de survol s'étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l'objet de constructions nouvelles pendant l'exploitation de l'éolienne.

ANNEXE 5 –GLOSSAIRE

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

Accident : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mises à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

Danger : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

Evénement initiateur : Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

Evénement redouté central : Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle» et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Gravité : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », «structures». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité) : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

Phénomène dangereux : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux

sont effectivement exposées, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;

2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
  - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
  - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

Risque : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

Scénario d'accident (majeur) : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques) : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

Aérogénérateur : Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur

Survitesse : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Energies Renouvelables

FEE : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

INERIS : Institut National de l'EnviRonnement Industriel et des RisqueS

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du CGM Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	Non communiqué	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du CGM Site Vent du Bocage	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du CGM Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel – Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage – Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du CGM Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales	Non communiqué	Site Vent de Colère	Information peu précise

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
Incendie	18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement	03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture de pale	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture de pale	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément	11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture de pale	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie	28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture de pale	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale	Non communiqué	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie	30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entrainant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.	Non communiqué	Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé	Non communiqué	Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture de pale	14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture de pale	05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-
Rupture de pale	15/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	2	2008	Oui	Chute d'une pale de 9 tonnes et rupture du roulement raccordant la pale au hub	Traces de corrosion dans les trous d'alésage traversant une des bagues du roulement	Articles de presse (leFigaro 22/05/2012) et ARIA (n°42919)	-
Effondrement de la tour	30/05/2012	Non communiqué	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut	Rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit	ARIA (n°43110)	-

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Projection d'un élément de la pale	01/11/2012	Non communiqué	Cantal	2,5	2011	Oui	Projection d'un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne à 70 m du mât	Non communiqué	ARIA (n°43120)	-
Incendie	05/11/2012	Non communiqué	Aude	0,66	-	-	Projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante	Câbles électriques non résistants au feu à l'intérieur du mât	ARIA (n°43228)	-
Incendie	17/03/2013		Marne		2011	Oui	Feu dans la nacelle d'une éolienne. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber.	Défaillance électrique	ARIA (n°43630)	L'exploitant et la société chargée de la maintenance étudient la possibilité d'installer des détecteurs de fumées dans les éoliennes.
Incendie	09/01/2014		Champagne-Ardenne	2,5	-	-	Feu se déclarant vers 18 h au niveau de la partie moteur d'une éolienne.	Incident électrique	ARIA (n°44831)	-
Rupture de pale	20/01/2014		Aude				Chute de pale liées à la rupture d'une pièce à la base de la pale	Usure prématurée	ARIA (n°44870)	Changement du design des pièces
Rupture de pale	14/11/2014	Sources de la Loire	Ardèche				Chute d'une pale un jour d'orage ou les vents atteignent 130km/h	Non communiqué	ARIA (n°45960)	
Projection d'un élément de la pale	05/12/2014		Aude				Lors d'une inspection, des techniciens de maintenance constatent le détachement de l'extrémité d'une pale	Défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre	ARIA (n°46030)	
Incendie	24/08/2015		Eure-et-Loir		2007		Le moteur d'une éolienne a pris feu	Non communiqué	Article de presse (la république du centre 24/08/2015)	
Chute d'élément	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	10.5	2007		Chute des trois pales et du rotor d'une éolienne	Non communiqué	Article de presse (France 3 Lorraine 14/11/2015 et L'est républicain 13/11/2015)	
Rupture de pale	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude				Chute de l'aérofrein d'une des pales	Rupture du point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein	ARIA (n°47675)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale et projection de pale	08/02/2016	Dineault	Finistère	0,3 MW	1999		Une pale chute au sol, un autre se déchire et est retrouvé à 40m du pied du mât	Non communiqué	ARIA (n°47680)	
Chute de pale	07/03/2016	Calanhel	Côtes-d'Armor	0,80 MW			Rupture et chute de la pale à 5m du mât.	Rupture du système d'orientation	ARIA (n°47763)	
Chute de pale	18/01/2017	Nurlu	Somme				Décrochage et chute d'une partie de pale	Non communiqué	Article de presse (France 3 Picardie 19/01/2017)	
Rupture de pale	27/02/2017	Parc éolien de Levoncourt	Meuse	2	2011		La pointe d'une pale d'éolienne s'est rompue pendant un orage	Rafale de vent	Base de données ARIA (N° 49359)	
Incendie	06/06/2017	Allonnes	Eure-et-Loir				Incendie du moteur de l'éolienne	Non communiqué	Article de presse (L'écho républicain, 06/06/2017)	
Chute de pale	03/08/2017	Parc de l'Osière, commune de Priez	Aisne				Rupture d'une partie de la pale d'éolienne	Non communiqué	Article de presse (L'ardennais, 10/08/2017, l'Union 10/08/2017)	
Effondrement de l'éolienne	01/01/2018	Parc éolien de Bouin	Vendée	2,4 MW	2003		Effondrement de l'éolienne	Tempête	Presse	
Chute d'une pale d'éolienne	04/01/2018	Parc éolien de Rampont	Meuse	2 MW	2008		Chute d'une pale d'éolienne	Episode venteux	Base de données ARIA (n°50905 – 04/01/2018)	Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m
Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne	06/02/2018	Parc éolien de Conilhac-Corbières	Aude	2,3 MW	2014		L'aérofrein d'une pale d'éolienne a chuté au sol	Défaut sur l'électronique de puissance	Base de données ARIA (n°51122 – 06/02/2018)	
Incendie	01/06/2018	Parc éolien de Marsanne	Drôme	2 MW	2008		Incendie	Incendie criminel	Communiqué de presse (RES, 01/06/2018)	
Incendie	05/06/2018	Parc éolien du Causse d'Aumelas	Hérault	1,45 MW	2013	Non	Incendie de la nacelle et chute d'éléments au sol	Incendie électrique	Base de données ARIA (n°51681 – 05/06/2018)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	03/08/2018	Parc des Monts de l'Ain	Ain	2,05 MW	2017		Incendie	Incendie criminel	France 3 Auvergne-Rhône-Alpes (03/08/2018)	
Effondrement de l'éolienne	07/11/2018	Parc éolien de la Vallée du Moulin, commune de Guigneville	Loiret	3 MW	2010		Effondrement de l'éolienne	Effondrement de l'éolienne	Article de presse (FranceInfo Centre Val de Loire, 07/11/2018)	
Incendie	30/01/2019	Parc éolien de la Limouzinière	Loire-Atlantique				Incendie au niveau d'une nacelle d'éolienne	Avarie sur la génératrice (Détection d'une usure de roulement par le système de surveillance vibratoire)	Base de données ARIA (n°52838 – 03/01/2019)	Débris enflammés au sol
Chute d'un fragment de pale	17/01/2019	Parc éolien du Bambesch	Moselle	2 MW	2007		Bris et projection de plusieurs morceaux de pale	Défaut d'adhérence dû à un manque de matière entre la coque en fibre de verre et le cœur de la pale serait à l'origine de cette rupture	Le Républicain Lorrain (30/01/2019) + Base de données ARIA (n°52967 – 17/01/2019)	
Incendie	20/01/2019	Parc éolien de Roussas	Drôme				Feu se déclare sur 2 éoliennes d'un parc composé de 12 aérogénérateurs	Acte criminel	Base de données ARIA (n°52993 – 20/01/2019)	
Effondrement d'une éolienne	23/01/2019	Parc éolien de Boutavent	Oise	1,2 MW	2011		Mât de l'éolienne plié en 2 probablement dû à un problème sur le générateur	Effondrement de l'éolienne	France 3 Hauts-de-France + Base de données ARIA (n°53010 – 23/01/2019)	Débris retrouvés dans un rayon de 300 m autour de l'éolienne
Chute d'une pale	30/01/2019	Parc éolien de Roquetaillade	Aude		2001	Non	La pale d'un aérogénérateur a chuté au sol.	Défaillance matérielle	Ladepeche.fr (19/02/2019) + Base de données ARIA (n°53139 – 30/01/2019)	Incidents similaires déjà produits sur ce parc éolien
Surveillance - Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes	12/02/2019	Parc éolien de Autechaux	Doubs				Contrôles mettent en évidence 6 fissurations sur des roulements de pale, positionnés entre la base de la pale et le moyeu.	L'origine des fissurations serait un défaut d'alésage qui, sous contrainte, conduirait à une fissuration par fatigue de la bague au niveau d'une zone d'amorçage propice constituée par les trous d'introduction des billes dans les roulements	Base de données ARIA (n°53562 – 12/02/2019)	A la suite d'une fissuration constatée sur une bague extérieure de roulement de pale d'une éolienne d'un parc éolien de même technologie hors de France, l'exploitant réalise des inspections de cette pièce sur 3 de ses parcs éoliens comprenant 43 éoliennes.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Foudre	02/04/2019	Parc éolien de Equancourt	Somme				Impact de foudre endommageant le revêtement d'une pale d'une éolienne sur un parc de 12 éoliennes	Episode orageux (foudre)	Base de données ARIA (n°53429 – 02/04/2019)	
Maintenance	15/04/2019	Parc éolien de Chailly-sur-Armançon	Côte d'Or				Sous-traitant électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne	Non communiqué	Base de données ARIA (n°53479 – 15/04/2019)	
Incendie	18/06/2019	Parc éolien de Quesnoy-sur-Airaines	Somme				Feu se déclare sur une éolienne située dans un parc éolien	Court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre	Base de données ARIA (n°53857 – 18/06/2019)	
Court-circuit suite à opération de maintenance	25/06/2019	Parc éolien de Ambon	Morbihan	1,7 MW	2008		Opération de maintenance au niveau du système d'orientation des pales d'une éolienne Feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne	Des fuites d'huile avaient été constatées en 2015 et 2018 sans avoir été nettoyées	Base de données ARIA (n°53860 – 25/06/2019)	Des éléments structurels de l'éolienne chutent au sol
Chute d'un fragment de pale	27/06/2019	Parc éolien de Charly-sur-Marne	Aisne				Lors de la mise à l'arrêt d'une éolienne (angle anormal), le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m de l'éolienne, l'autre à 100 m dans l'enceinte du parc éolien	La vitesse du vent au moment du détachement était comprise entre 6 et 7 m/s. La température extérieure était de 22 °C sachant que de très fortes chaleurs sévissaient pendant la période.	Base de données ARIA (n°53894 – 27/06/2019)	
Impact de foudre sur une pale d'éolienne	03/07/2019	Parc éolien de Sigean	Aude				Une éolienne d'un parc s'arrête automatiquement à la suite d'une alarme vibration provoquée par un impact de foudre. Le lendemain, l'exploitant constate un impact sur le milieu de la pâle et une ouverture du bout de pâle sur 2 m.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°53955 – 03/07/2019)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'aérofreins en bout de pale d'une éolienne	04/09/2019	Parc éolien d'Escales	Aude				Vers 19h30, l'arrêt d'urgence d'une éolienne se déclenche sans cause identifiée. Cet arrêt est anormalement brutal si bien que 2 aérofreins se détachent d'une des pales de l'éolienne. L'un est retrouvé à 5 m du pied de l'éolienne, l'autre à 65 m.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°54407 – 04/09/2019)	
Chute du capot de la nacelle d'une éolienne	28/11/2019	Parc éolien de Hangest-en-Santerre	Somme				Dans un parc éolien, le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol.		Base de données ARIA (n°54761 – 28/11/2019)	
Perte de contrôle d'une éolienne	06/12/2019	Parc éolien de Avelanges	Côte d'Or				Alors qu'une équipe d'installation réalise un travail d'étiquetage sur une éolienne, cette dernière commence à tourner malgré l'absence de raccordement électrique.	L'incident se produit au cours de la préparation à la mise en service de l'éolienne. La mise en mouvement non contrôlée est due à une erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident à 18 h et à la présence de vent violent.	Base de données ARIA (n°54898 – 06/12/2019)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'une partie de la pale d'une éolienne	09/12/2019	Parc éolien de La Foret-de-Tesse	Charente				Chute d'un bout de pale de 7 m d'une des 12 éoliennes du parc. La pale s'est brisée en 3 morceaux. Des débris solides (fibres de verre, fibres de carbone, PVC) sont projetés sur 2 parcelles agricoles aux alentours. Un morceau de 30 m initialement resté accroché à la racine de la pale tombe 48 h plus tard suite aux forts vents.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°54810 – 09/12/2019)	
Fumée blanche au niveau d'une éolienne	16/12/2019	Parc éolien de Poinville	Eure-et-Loir				Un feu sans flamme se déclare sur une éolienne d'un parc éolien. Seules les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long.	L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C.	Base de données ARIA (n°54985 – 16/12/2019)	
Incendie sur une éolienne	17/12/2019	Parc éolien de Ambonville	Haute-Marne				A 14h20, un feu se déclare en partie basse d'une éolienne. Les pompiers interviennent à l'aide d'un extincteur à poudre.	L'origine du départ de feu serait liée à une défaillance électrique.	Base de données ARIA (n°54820 – 17/12/2019)	Incendie sur une éolienne

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'un joint de pale d'une éolienne	22/01/2020	Parc éolien de Saint-Seine-L'Abbaye	Côte d'Or				Au cours d'une patrouille de routine à 11 h, un gendarme trouve un joint de pale au pied d'une éolienne. L'incident est sans conséquence, le joint permet principalement de diminuer les turbulences au niveau du rotor. Ce joint de pale avait glissé sur le premier mètre de la pale 2 semaines plus tôt et une intervention était prévue la semaine de l'évènement.	L'événement est causé par une défaillance du collier de serrage sous dimensionné par rapport aux contraintes dans le temps.	Base de données ARIA (n°55331 – 22/01/2020)	
Rupture d'une pâle d'éolienne	09/02/2020	Parc éolien de Beaurevoir	Aisne				Dans la nuit, une pâle d'une éolienne située dans un parc composée de 5 machines, se brise lors du passage de la tempête Ciara. Des débris de pâles en fibre de verre sont projetés dans les champs jusqu'à plusieurs centaines de mètres en raison des vents importants au moment de la rupture. Certains débris traversent une route départementale.	D'après l'exploitant, les conditions météorologiques durant le week-end sont à l'origine de la rupture de la pâle.	Base de données ARIA (n°55055 – 09/02/2020)	
Endommagement d'une nacelle d'éolienne	09/02/2020	Parc éolien de Wancourt	Pas-de-Calais				Le lendemain du passage de la tempête Ciara, des dommages sont visibles au niveau de l'aileron de la nacelle d'une éolienne.		Base de données ARIA (n°55227 – 09/02/2020)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture d'une pale sur une éolienne	26/02/2020	Parc éolien de Theil-Rabier	Charente				Une pale d'éolienne se rompt sur un parc comportant 12 éoliennes.	L'hypothèse de rupture est liée à un défaut interne de la pale.	Base de données ARIA (n°55311 – 26/02/2020)	
Incendie sur une éolienne	29/02/2020	Parc éolien de Boisbergues	Somme				Un feu se déclare au niveau du moteur d'une éolienne. Le feu est resté sur le mât sans atteindre les pâles. L'éolienne est hors-service.	L'incendie est probablement dû à une fuite d'huile.	Base de données ARIA (n°55133 – 29/02/2019)	
Dégradation aggravée de la structure d'une éolienne	31/03/2020	Parc éolien de Lehaucourt	Aisne				A l'occasion d'un contrôle visuel effectué depuis le sol, un technicien constate une fissure sur la pale d'une éolienne.	La fissure est due à un défaut de collage au moment de la fabrication de la pale. Les intempéries ont aggravé cette dégradation.	Base de données ARIA (n°55584 – 31/03/2020)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie d'une nacelle d'une éolienne	24/03/2020	Parc éolien de Flavin	Aveyron				Un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Des coulures d'huiles sont visibles sur la partie supérieure du mât mais aucune pollution du sol n'est constatée. L'incendie est limité à la nacelle et au rotor. Une route départementale est interdite à la circulation pour 2 semaines.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°55294 – 24/03/2020)	
Ecoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne	10/04/2020	Parc éolien de Ruffiac	Morbihan				Fuite d'huile hydraulique au niveau de la nacelle d'une éolienne. 40 litres d'huile s'écoulent le long du mât jusqu'au massif de fondation.	L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne.	Base de données ARIA (n°55360 – 10/04/2020)	
Incendie d'une éolienne au sol	20/04/2020	Parc éolien du Vauclin	Martinique				Un feu se déclare sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement. L'incendie de l'huile du transformateur électrique se propage aux broussailles à proximité.	Un court-circuit dû à un manicou (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie. Un animal est retrouvé mort dans le tableau électrique du transformateur d'une autre éolienne.	Base de données ARIA (n°55456 – 20/04/2020)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Pliure d'une éolienne	30/04/2020	Parc éolien de Plouarzel	Finistère				Une pale de 20 m de long d'une des 5 éoliennes d'un parc éolien présente une pliure. La pale endommagée présente une détérioration à mi-longueur. Des traces de choc sur le mât sont visibles, la pale a probablement heurté plusieurs fois le mât avant de se briser. Des débris de fibres de verre et de colle sont présents dans un rayon de 60 m autour de l'éolienne.	L'éventualité d'un impact de foudre n'est pas écartée, ou d'une mauvaise orientation des pales, qui a pu entraîner un défaut généralisé.	Base de données ARIA (n°55641 – 30/04/2020)	
Chute au sol d'une pale complète d'éolienne	27/06/2020	Parc éolien de Plemet	Côtes d'Armor				Une pale de 10 t se détache du rotor d'une éolienne dans un parc éolien composé de 8 machines. Des débris de pâle (plastique, résine, carbone, fibre de verre, bois, composite…) sont retrouvés au sol dans un rayon de 40 m. Une partie des cultures (maïs) du champ attenant est endommagée.	La pale a glissé le long des tiges métalliques qui la relient au rotor. Une perte d'adhérence entre les inserts métalliques de liaison du pied de la pale au moyeu du rotor a conduit à la chute de la pale. L'analyse des conditions météorologiques sur le secteur du parc le jour de l'incident montre que la rupture d'adhérence est survenue de manière prématurée à la suite de l'accumulation de phénomènes de charge : vents violents, rafales, turbulences, changement de mode de production dû au bridage acoustique.	Base de données ARIA (n°55650 – 27/06/2020)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Dégagement de fumées en nacelle d'une éolienne	01/08/2020	Parc éolien de Lanarce	Ardèche				Dégagement de fumée au niveau de la nacelle d'une éolienne. Aucun dommage n'est constaté sur les pales. Les dégâts internes restent concentrés au niveau de la génératrice en nacelle : - Joint caoutchouc entre le carénage de la génératrice et les enroulements du stator détruit ; - Éléments de protection en plexiglas fondus ; - Dépôts de suies sur les enroulements du stator.	Combustion d'un joint + Absence d'alerte incendie pendant l'événement	Base de données ARIA (n°55984 – 01/08/2020)	
Casse d'une pâle sur une éolienne	15/11/2020	Parc éolien de Bignan	Morbihan				A la suite de vents violents, la pâle d'une éolienne s'est délaminée provoquant sa rupture au niveau de sa moitié. Des riverains constatent que les débris de revêtement de la pâle de l'éolienne jonchent le champ.	L'exploitant identifie une dégradation de la pâle dans laquelle le vent se serait engouffré, provoquant des vibrations jusqu'à la rupture puis la chute d'une partie de la pâle. D'après l'expert, c'est une faiblesse structurelle liée à la méthode de fabrication qui affecte fréquemment les pâles d'ancienne génération.	Base de données ARIA (n°56358 – 15/11/2020)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile sur une éolienne	11/12/2020	Parc éolien de Charmont-en-Beauce	Loiret				Une fuite d'huile se produit au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'huile ruisselle le long du mât.	La fuite d'huile provient de la vanne de prélèvement d'huile restée ouverte pendant plusieurs heures. Au cours d'une intervention dans la nacelle, la manipulation d'objets aurait provoqué l'ouverture involontaire de cette vanne.	Base de données ARIA (n°56492 – 11/12/2020)	
Rupture d'une pale d'éolienne	12/01/2021	Parc éolien de Saint-Georges-sur-Arnon	Indre				Une pale d'une éolienne se disloque partiellement. La pale est en position verticale, déchirée depuis la base. Des lanières de matériau pendent le long du mat. La nacelle et les 2 autres pales de l'éolienne sont endommagées. Des débris sont retrouvés au sol dans un rayon de 100 m.	Lors de l'incident, l'éolienne était soumise à des vitesses de vent (entre 10 et 15 m/s) qui nécessitent une régulation de la puissance produite par le système d'orientation des pâles (pitch contrôle). Le moteur du pitch control n'a pas reçu l'ordre de l'automate car le convertisseur situé en amont a été "gelé" par protection contre des surintensités. Ce mode est lié à une erreur de programmation du logiciel de commande des convertisseurs.	Base de données ARIA (n°56597 – 12/01/2021)	
Casse d'une pale d'éolienne	12/02/2021	Parc éolien de Priez	Aisne				La pale d'une éolienne se casse.	La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou). Le parc éolien a déjà fait l'objet d'une rupture de pale sur une autre éolienne en 2017, lors de la mise en service du parc, à la suite d'un impact de foudre (ARIA 50148)	Base de données ARIA (n°56765 – 12/02/2021)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'une pale d'éolienne	13/02/2021	Parc éolien de Patay	Loiret				Une pale se détache d'une éolienne. Arrachement de fibres de verre sur le bord de fuite de l'une des 3 pales de la machine. Des lames de fibres de verre sont retrouvées à 30 m de la machine et des fragments jusqu'à 150 m.	Défaut de collage, soit au niveau de la répartition de la colle, soit au niveau de la qualité de la colle. Les indices précurseurs de fragilisation n'ont pas été détectés lors de la maintenance de contrôle. Il s'agirait d'une cinétique lente de rupture. L'exploitant constate une insuffisance des détecteurs, notamment de balourds et d'inclinaison, équipant la machine.	Base de données ARIA (n°56753 – 13/02/2021)	
Incendie dans le local base vie d'un parc éolien	17/02/2021	Parc éolien de Sainte-Rose	La Réunion				Un feu se déclare dans le local base vie d'un parc éolien. Un déversement d'huile et de graisse (6 m³) est visible sur 20 m devant le local. Après une inspection par le mainteneur de l'éolienne la plus proche de la base vie, il a été constaté qu'une partie du câble de basculement de l'éolienne a été impactée par l'incendie.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°57040 – 17/02/2021)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Déversement d'huile dans un parc éolien	30/08/2021	Parc éolien de Moréac	Morbihan				Dans un parc éolien, une éolienne s'arrête à la suite d'une panne. Le lendemain, à 9h35, une équipe de techniciens se déplace pour constater la panne observe une fuite d'huile en sortie de nacelle sur la tour extérieure. Un flexible est rompu. Les techniciens le remplacent et nettoient l'intérieur de la nacelle. Une ceinture absorbante a été mise en place en pied de la tour. 40 l d'huile de la boîte de vitesse se sont déversés au sol.	La fuite est due à la rupture d'un flexible. Le jour de l'événement, un câble collé au flexible a été changé, une possible dégradation immédiate a pu se produire à cause de la vétusté.	Base de données ARIA (n°58348 – 30/08/2021)	
Défaut sur un rotor d'éolienne	14/09/2021	Parc éolien de Treilles	Aude				Une défaillance dans le mécanisme du rotor d'une éolienne (boîte de vitesse) provoque un blocage de ce dernier. La machine est orientée face au vent.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°58012 – 14/09/2021)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement d'une éolienne	29/09/2021	Parc éolien de Haltern Am See	Allemagne				La veille de l'inauguration d'un parc éolien, un garde forestier découvre les décombres d'une éolienne dans la forêt. L'éolienne était dotée d'un mât en béton armé, de forme octogonale et d'une hauteur de 164 m, qui s'est brisée à une hauteur de 40 m.	L'éolienne a été construite à proximité d'une ancienne mine de charbon désaffectée. La présence possible de galeries dans le sous-sol pourrait être à l'origine de l'accident. Il se pourrait aussi que des vibrations aient provoqué l'entrée en résonance du mât.	Base de données ARIA (n°58133 – 29/09/2021)	
Fuite d'huile sur une éolienne	12/10/2021	Parc éolien de Betheniville	Marne				Constatation d'une fuite d'huile localisée dans le hub. Une perte de 20 l d'huile est enregistrée.	Un joint défectueux sur un distributeur qui a causé la fuite du fluide hydraulique.	Base de données ARIA (n°58381 – 12/10/2021)	
Fuite d'huile dans un parc éolien	18/10/2021	Parc éolien de Montagne-Fayel	Somme				Une fuite d'huile, provenant d'un parc éolien, est constatée par un agriculteur sur une parcelle agricole. Des petites projections d'huile sont visibles. La quantité d'huile perdue est estimée à 20 litres (à plus ou moins 50 %).	La fuite est due à des tuyaux poreux dans le hub de l'éolienne.	Base de données ARIA (n°58292 – 18/10/2021)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'un élément en fibre d'une éolienne	20/10/2021	Parc éolien de Coole	Marne				Une partie en fibre du cône de nez d'une éolienne chute dans un parc éolien.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°58388 – 20/10/2021)	
Casse d'une pale d'éolienne	21/10/2021	Parc éolien de Auchay-sur-Vendée	Vendée				Le lendemain du passage de la tempête Aurore, les pompiers sont alertés pour une pale de 60 m menaçant de tomber d'une éolienne de 180 m de haut. Une grande partie est pendante toujours solidaire de la tête rotor et des débris ont été projetés entre 100 et 400 m de l'éolienne.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°58114 – 21/10/2021)	
Déversement d'huile dans un parc éolien	03/11/2021	Parc éolien de La Fage-Montivernoux	Lozère				Des traces de graisse sont observées sur les plateformes et à la base des pales d'éoliennes dans un parc éolien.	Le déversement est lié à la présence de fissures sur les joints d'étanchéité des pales.	Base de données ARIA (n°58633 – 03/11/2021)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'une pale d'éolienne	03/12/2021	Parc éolien de La Souterraine	Creuse				Une éolienne perd une pale qui tombe dans une prairie à 60 à 100 m du pied de l'éolienne. Des débris chutent également à proximité de l'éolienne concernée.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°58412 – 03/12/2021)	
Chute d'un aérofrein d'une éolienne	24/12/2021	Parc éolien de Fécamp	Seine-Maritime				Aérofrein qui s'est détaché d'une pale d'éolienne. L'éolienne s'est arrêtée automatiquement.	Chute de l'aérofrein provoquée par la combinaison de la rupture d'un tendeur et l'affaiblissement de l'assemblage collé de l'aérofrein. L'affaiblissement proviendrait d'une chute précédente.	Base de données ARIA (n°58446 – 24/12/2021)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile sur une éolienne	03/02/2022	Parc éolien de Noirlieu	Marne				Constatation d'une fuite d'huile sur l'extérieur du mât d'une éolienne.	L'origine de l'événement est une infiltration d'eau sur le toit de la nacelle, au niveau du raccordement du système de refroidissement, qui a emmené avec elle les taches d'huiles présentes dans le fond de nacelle, à l'extérieur du mât.	Base de données ARIA (n°58804 – 03/02/2022)	
Fuite d'huile dans un parc éolien	10/02/2022	Parc éolien d'Oresmaux	Somme				Une fuite d'huile se produit au niveau du système d'orientation des pales dans le rotor et le long de la tour d'une éolienne. 100 l d'huile se déversent le long du mât. Une faible quantité a atteint le pied de l'éolienne.	La fuite est due à un bouchon d'un cylindre du système d'orientation des pales dans le rotor mal resserré.	Base de données ARIA (n°58775 – 10/02/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Éoliennes touchées par la cyberattaque d'un satellite	24/02/2022	Parc éolien de Coupelle-Vieille	Pas-de-Calais				Une cyberattaque du satellite de liaison entre le pilotage à distance et le système SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) des éoliennes entraîne la perte de surveillance et de contrôle à distance du parc éolien.	La perte de communication correspond à l'invasion russe de l'Ukraine. La panne est due à une cyberattaque.	Base de données ARIA (n°58778 –24/02/2022)	
Fuite d'huile sur une éolienne	24/03/2022	Parc éolien de Lislet	Aisne				A la suite de la réception d'une alarme, un opérateur détecte des traces d'huiles sur le mât et la plateforme d'une éolienne ainsi que sur le chemin d'accès et 2 parcelles voisines. Une partie de l'huile est contenue à l'intérieur de l'éolienne.	La cause de l'événement est la rupture d'un sertissage d'un flexible dans la nacelle.	Base de données ARIA (n°59108 – 24/03/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Panne informatique dans un parc éolien	01/04/2022	Parc éolien de Ondefontaine	Calvados				Perte de monitoring des éoliennes par le constructeur en charge de leur maintenance se produit sur un parc éolien. Le contrôle des machines à distance n'est plus possible.	Il s'agit d'une cyberattaque.	Base de données ARIA (n°58868 – 01/04/2022)	
Casse de la pale d'une éolienne	02/04/2022	Parc éolien de Saint-Félix-Lauragais	Haute-Garonne				Sur un parc éolien contenant 11 éoliennes, une pale d'éolienne composée de fibre de verre et de carbone de 40 m s'effondre partiellement en haut d'un mât de 60 m. Une partie de celle-ci reste suspendue au rotor. Les débris sont circonscrits à une centaine de mètres autour du mât.	Les jours précédents l'incident, 2 tempêtes de vent se sont produites. La nuit avant l'événement (à 20h40), une erreur du système de régulation de l'orientation (pitch) des pâles apparait sur l'éolienne. Cette erreur détecte un décalage entre la consigne d'orientation du pitch et la position du moteur sur lequel est le capteur. L'apparition de cette erreur entraîne, dans certaines conditions, l'arrêt par le système de contrôle interne de l'éolienne concernée.	Base de données ARIA (n°58897 – 02/04/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incident mécanique sur une éolienne	03/04/2022	Parc éolien d'Omissy	Aisne				Vers midi, le marche pied fixé dans le moyeu d'une éolienne se désolidarise. Il sort du moyeu, et se coince entre le moyeu, le cône, le pied de pale et la nacelle. Une des pièces de fixation du marche pied s'échappe du cône et chute sur l'escalier d'accès au pied de la turbine. En se coinçant, le marche pied arrache des câbles d'alimentation, mettant l'éolienne à l'arrêt.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°59622 – 03/04/2022)	
Vol de matériel dans un parc éolien	06/04/2022	Parc éolien de Joncels	Hérault				Les équipes d'un parc éolien constatent la perte de communication avec les systèmes de détection aviaire (SDA). Le lendemain, des employés remarquent la disparition des PC de commandes dans le poste de livraison du parc.	Les personnes responsables du vol ont cassé la boite à clefs et coupé le câble d'antenne.	Base de données ARIA (n°59532 –06/04/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile dans un parc éolien	27/04/2022	Parc éolien de Riols	Hérault				Des techniciens en intervention sur site constatent une coulée d'huile biodégradable de 140 l sur le mât et des projections de gouttes au sol sur la plateforme d'une éolienne. L'installation est mise à l'arrêt et un kit antipollution est disposé pour contenir la fuite au sol.	La fuite est due à une rupture de flexible de la multiplicatrice en nacelle.	Base de données ARIA (n°58981 – 27/04/2022)	
Chute d'une pale d'éolienne	30/04/2022	Parc éolien de Roquetaillade-et-Conilhac	Aude				La pale d'une éolienne tombe et se casse au pied de l'éolienne sans occasionner d'autres dégâts. La pale a chuté à la verticale du rotor et s'est brisé au contact du sol à une distance de 4 m de la tour. Il n'y a pas eu de projections d'éléments de pale.	La chute de la pale fait suite à une rupture du roulement de pale.	Base de données ARIA (n°59013 – 30/04/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile sur une éolienne	12/05/2022	Parc éolien de Bessey-en-Chaume	Côtes d'Or				Un opérateur de maintenance détecte une fuite d'huile hydraulique en provenance du distributeur d'une pale d'une éolienne. L'huile coule hors de la nacelle le long du mât jusqu'au sol. Les techniciens mettent en place un kit antipollution en pied de tour.	La cause de la fuite est un défaut du joint situé entre le distributeur et le vérin.	Base de données ARIA (n°60224 – 12/05/2022)	
Déversement d'huile de multiplicatrice sur un parc éolien	29/05/2022	Parc éolien de Assac	Tarn				Déversement d'huile de multiplicatrice dans le bac de rétention d'une nacelle. Le vent génère des mouvements de la nacelle, provoquant le débordement de l'huile au pied de la machine et au sol. La quantité d'huile déversée est estimée à 150 l.	La fuite est due à une panne de la multiplicatrice.	Base de données ARIA (n°59167 – 29/05/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute d'une trappe d'accès au hub d'une éolienne	11/07/2022	Parc éolien du Haut-Corlay	Côtes d'Armor				Lors d'une visite sur le parc éolien, une trappe d'accès au hub d'une éolienne se détache et chute au sol, devant la porte d'accès à la machine.	La chaleur serait à l'origine de la défaillance. Avec les fortes chaleurs estivales, la fibre du cône de nez du hub se dilate, rendant le système de verrouillage de la trappe inefficace.	Base de données ARIA (n°60111 – 11/07/2022)	
Feu sur une éolienne	05/08/2022	Parc éolien de Pont-Melvez	Côtes d'Armor				Un feu se déclare dans le rotor d'une éolienne au sein d'un parc éolien. Un important panache de fumée se dégage. 400 m² de végétation ont brûlé. Le rotor et les pales sont détruits.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°59452 – 05/08/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile sur une éolienne	10/08/2022	Parc éolien de Cussy-les-Forges	Yonne				Fuite d'huile qui se produit dans la nacelle d'une éolienne. L'huile coule en pied de tour, sans atteindre le sol environnant.	Fuite due à un tuyau hydraulique cassé à la suite d'un problème de montage.	Base de données ARIA (n°59965 – 10/08/2022)	
Feu sur une éolienne	22/08/2022	Parc éolien de Coole	Marne				Lors de travaux d'entretien, la nacelle d'une éolienne de 90 m de haut prend feu. La nacelle est entièrement détruite.	D'après la presse, le sinistre serait dû à l'explosion du convertisseur d'électricité installé dans la nacelle.	Base de données ARIA (n°59533 – 22/08/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile sur une éolienne	19/09/2022	Parc éolien des Touches	Loire-Atlantique				Constatation d'une traînée d'huile sur le mât d'une éolienne. Sur la nacelle, un suintement au niveau du sertissage d'un flexible du circuit de refroidissement de la boîte de vitesses est visible (pression : 3 bars). 80 l d'huile sont présents dans le bac de rétention en nacelle en plus d'une vingtaine de litres le long de la tour. Les traces s'arrêtent 10 m sous la nacelle.	Flexible défaillant.	Base de données ARIA (n°59719 – 19/09/2022)	
Intrusion et vol de matériel dans un parc éolien	19/10/2022	Parc éolien de Joncels	Hérault				Une alerte intrusion se déclenche sur le poste de livraison d'un parc éolien. Le système de communication à distance a été forcé et le matériel informatique vandalisé en partie.	L'origine de l'événement est un acte de malveillance.	Base de données ARIA (n°59926 – 19/10/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Intrusion dans un parc éolien	24/10/2022	Parc éolien de Joncels	Hérault				Alerte intrusion détectée sur le poste de livraison, suivie d'une perte de communication avec le site. L'accès au local serveur a été forcé et le matériel informatique vandalisé en partie.	Effraction intervient après une autre dans la région (ARIA 59926).	Base de données ARIA (n°59925 – 24/10/2022)	
Impact de foudre sur une éolienne	23/11/2022	Parc éolien de Plelan-le-Grand	Ille-et-Vilaine				Un orage touche un réseau électrique et des éoliennes. Une carte électronique est détériorée et la machine s'arrête. Deux jours plus tard, après réparation et peu après le redémarrage de l'éolienne, le bout d'une pale se plie.	Un impact de foudre est visible, celle-ci a traversé le bout de la pale.	Base de données ARIA (n°59952 – 23/11/2022)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie sur une éolienne	09/01/2023	Parc éolien de Petit-Caux	Seine-Maritime				Des techniciens sont envoyés sur un parc éolien à la suite d'une alarme incendie sur une éolienne. À leur arrivée, ils constatent un dégagement de fumée au moment de l'ouverture de la porte de la machine. La machine et l'ensemble du parc sont mis à l'arrêt. Les secours mettent en place une zone de sécurité de 100 m autour de l'éolienne impactée.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°60172 – 09/01/2023)	
Projection de glace sur un parc éolien	17/01/2023	Parc éolien de Le Born	Lozère				Des skieurs alertent l'exploitant d'un parc éolien de la projection de glace par des éoliennes.	La formation de glace a été induite par les conditions météorologiques très favorables à ce phénomène, chutes de neige et températures négatives. L'incident provient d'un défaut du logigramme de fonctionnement/communication des capteurs de glace. Une défaillance au niveau des systèmes de détection de glace est à l'origine du non-arrêt des éoliennes malgré la présence de glace sur les pales.	Base de données ARIA (n°60248 – 17/01/2023)	
Endommagement d'une pale d'éolienne	23/02/2023	Parc éolien de Moeuvres	Nord				Ramassage de morceaux de pâle d'éolienne au sol.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°60358 – 23/02/2023)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Feu sur une éolienne	09/03/2023	Parc éolien de Froidfond	Vendée				Un feu se déclare sur la nacelle d'une éolienne d'une hauteur de 77 m en tête de pylône, lors de sa remise en tension. L'incendie se propage à une pale de 40 m de longueur. Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place. La nacelle est détruite, il n'y a pas eu de chute de composant autres que des débris de coque avec des envols. Une odeur d'hydrocarbures subsiste et des traces de coulures d'huiles sont présentes le long du mat.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°60363 – 09/03/2023)	
Chute du spoiler d'une pale d'éolienne dans un parc éolien	14/03/2023	Parc éolien de Peux-et-Couffouleux	Aveyron				Sur un parc éolien, un sous-traitant en intervention constate la chute du spoiler d'une pale d'éolienne. Un périmètre de sécurité est installé autour de la machine et de l'élément spoiler au sol.	Le spoiler a été arraché mais les boulons sont toujours sur la pale. L'arrachement du spoiler est dû à un desserrage des boulons qui a entraîné un jeu entre le spoiler et la pale qui, à force de vibration, a endommagé la fibre.	Base de données ARIA (n°60746 – 14/03/2023)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie d'éolienne	20/03/2023	Parc éolien de Chatenay	Eure-et-Loir				Un feu se déclare au niveau du moteur de la nacelle d'une éolienne à 80 m de haut. Les débris de nacelle et de fibres au sol sont nettoyés une fois la turbine démantelée.	Après des survols par drone de l'éolienne calcinée, aucune preuve évidente de tentative d'effraction n'apparaît. Il identifie comme pouvant être à l'origine de l'incendie : • un court-circuit sur le circuit de puissance ; • un mauvais serrage des connexions entre la génératrice et les câbles de puissance ; • un conduit d'échappement des poussières de la génératrice cassé qui aurait pu entrainer une quantité importante de poussières de charbon et créer un arc électrique ; • un arc électrique à partir du slipring (bague collectrice) dû à la présence de poussières.	Base de données ARIA (n°60413 –20/03/2023)	
Dégagement de fumée sur un parc éolien	31/03/2023	Parc éolien de Tigny-Noyelle	Pas-de-Calais				Lors d'un redémarrage à la suite d'une opération de maintenance, un dégagement de fumée se produit à l'intérieur d'une éolienne dans un boîtier électrique de 20 000 V.	Un court-circuit d'un composant dans l'armoire d'un convertisseur électrique est à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA (n°60343 – 31/03/2023)	
Fuite d'huile au cours du démontage d'une éolienne	21/04/2023	Parc éolien de Janville-en-Beauce	Eure-et-Loir				L'huile de boîte de vitesse d'une l'éolienne en cours de démontage se déverse sur une plateforme lors de travaux de reconstruction d'un parc éolien. Le personnel sur place met en œuvre la citerne d'huile usée pour limiter la fuite sur la plateforme.	L'événement s'est produit à la suite du démontage d'une éolienne en vue de son remplacement. Au cours du démontage de la boîte de vitesse, cette dernière bougeait lors du lestage pour sa pose sur la plateforme (1 m au-dessus du sol). Elle a heurté la plateforme sur un de ses côtés qui comportait un flexible de son réseau d'huile qui s'est alors brisé.	Base de données ARIA (n°61777 – 21/04/2023)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile sur une éolienne	09/05/2023	Parc éolien de Yvignac-la-Tour	Côtes d'Armor				180 litres de produit (huile) ont coulé depuis la nacelle le long du mât et ont pollué le sol.	Fuite provoquée par une mauvaise manipulation de la cloche après le remplacement du filtre lors de la maintenance annuelle. Cette erreur aurait coupé le filtre, permettant la fuite.	Base de données ARIA (n°60603 – 09/05/2023)	
Pale d'éolienne cassée par un impact de foudre	12/07/2023	Parc éolien de Chanteraine	Meuse				Une équipe de maintenance intervient sur une turbine d'un parc éolien après une détection d'alarme. Elle constate la casse de l'une des pales de l'éolienne. L'équipe balise la zone autour de l'éolienne ainsi que les deux chemins d'accès.	Un impact de foudre lors des intempéries de la veille au soir serait à l'origine de la détérioration.	Base de données ARIA (n°60922 – 12/07/2023)	
Impact de la foudre sur une éolienne	16/07/2023	Parc éolien de Chaudeyrac	Lozère				Dans la nuit, lors d'un épisode orageux, la foudre touche la pale d'une éolienne dans un parc éolien. La pale est endommagée par l'impact.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°61655 – 16/07/2023)	
Chute de pale d'éolienne à la suite d'un impact de foudre	12/09/2023	Parc éolien de Patay	Loiret				Un morceau de pale de 2 m de longueur est retrouvé au sol dans un parc éolien.	L'exploitant suspecte un impact de foudre d'après les premières constatations et au vu des conditions météorologiques précédent l'événement.	Base de données ARIA (n°61247 – 12/09/2023)	
Chute du nez d'une nacelle d'éolienne	16/11/2023	Parc éolien de Saint-Chartier	Indre				Lors d'une période ventée, le nez de la nacelle d'une éolienne tombe dans le champ d'une exploitation agricole.	Vent	Base de données ARIA (n°61506 –16/11/2023)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Impact de la foudre sur une pale d'éolienne	28/11/2023	Parc éolien de Nieuil	Charente				Au cours d'une inspection visuelle par drone sur un parc éolien, un impact de foudre est constaté au niveau d'une des pales d'une éolienne.	Impact de la foudre	Base de données ARIA (n°61839 – 28/11/2023)	
Incendie de déchets au pied d'une éolienne	31/01/2024	Parc éolien de Vitry-la-Ville	Marne				Feu qui se déclare dans un conteneur de déchets (huiles, additifs synthétiques, graisses, aérosols, matières souillées et équipements électriques) installé au pied d'une éolienne.	Constatation que des boutons d'arrêt d'urgence d'un poste de livraison électrique ont fondu. Un acte de malveillance serait à l'origine du départ de feu.	Base de données ARIA (n°61909 – 31/01/2024)	
Chute de l'extrémité d'une pale d'éolienne	11/02/2024	Parc éolien de Beaucaire	Gard				Constat de chute de l'extrémité d'une pale d'une éolienne d'un parc éolien le long du RHÔNE. Un morceau de pale mesurant entre 7 et 10 m (400 kg) est retrouvé au sol. Un périmètre de sécurité de 350 m est mis en place pour sécuriser l'accès avec un gardiennage.	La dernière inspection visuelle de cette pale l'avait classée en criticité 4 sur 5 et elle devait être réexaminée. Cependant, la casse est survenue avant que le contrôle ne soit refait. Le système instrumenté a perçu une défaillance à l'extrémité de la pale puisque l'arrêt pour détection de balourd s'est déclenché automatiquement.	Base de données ARIA (n°61922 – 11/02/2024)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie sur la nacelle d'une éolienne	22/03/2024	Parc éolien de Framerville-Rainecourt	Somme				La nacelle d'une éolienne de 140 m de haut prend feu à proximité de l'A29. Une épaisse fumée grise s'en dégage. Les flammes progressent de l'arrière de la nacelle vers le rotor et l'une des pales. 20 minutes plus tard, le cache du rotor tombe au sol.	La veille de l'événement, l'éolienne a été mise à l'arrêt en raison d'un défaut sur le convertisseur. Le jour de l'événement, à 8h50, l'équipe de maintenance est intervenue sur la nacelle. À 9 h, elle a recouplé une cellule haute-tension et observé un dégagement de fumée.	Base de données ARIA (n°62065 – 22/03/2024)	
Chute du nez de rotor d'une éolienne	26/03/2024	Parc éolien de Domart-en-Ponthieu	Somme				Un exploitant agricole constate la chute du nez de rotor de la nacelle d'une éolienne.	Non communiqué	Base de données ARIA (n°62212 – 26/03/2024)	
Incendie de la nacelle d'une éolienne	28/03/2024	Parc éolien de Derval	Loire-Atlantique				Lors de la tempête Nelson, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Le lendemain, une entreprise spécialisée collecte une partie des débris tombés au sol. Les analyses réalisées montrent un impact de l'incendie sur les végétaux mais pas sur les sols.	Quatre jours avant l'événement, l'éolienne a été mise à l'arrêt en raison d'un défaut sur le système d'orientation des pales. Un témoin avait aperçu un éclair au niveau de l'éolienne.	Base de données ARIA (n°62120 –28/03/2024)	
Chute d'un aérofrein dans un parc éolien	21/05/2024	Parc éolien de Peux-et-Couffouleux	Aveyron				Aérofrein chute d'une éolienne venant d'être arrêtée. Les techniciens présents sur place entendent un bruit et retrouvent l'aérofrein, encore lié à son mécanisme, au pied du mat.	Le contrôle à distance de l'éolienne a reçu un code erreur 1h15 avant l'événement. Les techniciens ont constaté une pression élevée dans le mécanisme des aérofreins. Arrivés sur site 15 min avant l'événement, ils ont remarqué qu'un aérofrein était dans une position anormale par rapport à l'axe de la pale et se sont éloignés de l'éolienne pour l'arrêter.	Base de données ARIA (n°62286 – 21/05/2024)	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause(s) probable(s) de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire(s) par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Intrusion de parachutistes dans une éolienne	23/06/2024	Parc éolien d'Andilly	Charente-Maritime				2 individus s'introduisent par effraction dans une éolienne temporairement à l'arrêt. Ils sautent en parachute depuis une pale vers 8h30.	Intrusion de parachutistes dans une éolienne.	Base de données ARIA (n°62464 – 23/06/2024)	
Intrusion dans une éolienne	25/06/2024	Parc éolien de Yvignac-la-Tour	Côtes d'Armor				Un promeneur remarque 3 personnes au-dessus de la nacelle d'une éolienne en marche, sans équipement de sécurité.	Aucune dégradation n'est constatée sur le site.	Base de données ARIA (n°62444 –25/06/2024)	

Mise à jour en date au 31/01/2025

ANNEXE 3 - RÉPONSE A LA DEMANDE DE COMPLÉMENTS : Moyens d'intervention en cas d'urgence

PARC ÉOLIEN DE VAUX-COULOMMES II

Communes de Coulommes-et-Marqueny et Vaux-Champagne (08)

Maitrise d'ouvrage : Parc Éolien de Vaux-Coulommes II

Parc Éolien de Vaux Coulommes II

AN AVEL BRAZ

Février 2026

SYSTEME SCADA ET PROCÉDURE D'INTERVENTION

Les installations sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours réalisées par une équipe d'au moins deux personnes. Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance. Toute intervention dans le rotor n'est réalisée qu'après le blocage mécanique de celui-ci.

Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.

En cas de détection d'un fonctionnement anormal notamment en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse d'un aérogénérateur, l'exploitant ou une personne qu'il aura désigné et formé est en mesure :

- de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence dans un délai maximal de 60 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur ;
- de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

Incendie

En cas de détection d'incendie, une sirène est déclenchée, l'éolienne est mise à l'arrêt en « emergency stop » et isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance via le système de contrôle commande. Le couplage des éléments de détection de fumée au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par courriel, selon les instructions de l'exploitant. L'exploitant sera ainsi en mesure de transmettre l'alerte aux services d'Urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. De plus, deux extincteurs sont présents dans la nacelle et un extincteur est disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).

Survitesse

En cas d'entrée de l'aérogénérateur en survitesse, le couplage du système de détection de survitesse au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS et par courriel, selon les instructions de l'exploitant. L'exploitant sera ainsi en mesure de transmettre l'alerte aux services d'Urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

MOYENS D'INTERVENTION EN CAS D'URGENCE

Un plan d'intervention d'urgence (PIU) conforme aux instructions du constructeur sera établi. Le PIU couvrira les points suivants :

I. Accidents de sécurité

- Incendie
- Accidents environnementaux
- Incidents d'éolienne
- Issues de secours et points de rassemblement
- Procédures d'évacuation et de sauvetage pour les éoliennes
- Emplacement des équipements tels que :
- Extincteurs
- Trousses de premiers secours
- Collyres ou douches
- Kit antipollution
- Unité d'éclairage d'urgence
- Dispositifs de sauvetage
- Civière
- Abris en cas d'évènements météorologiques violents/tremblements de terre/foudre
- Autres urgences éventuelles :
- Alerte à la bombe
- Troubles publics
- Enlèvement
- Procédure d'alerte d'urgence, comprenant :
- Système de communication (radio, téléphones portables, etc.)
- Liste des numéros de téléphone importants :
- Police
- Services d'urgence
- Services de premiers secours
- Direction de Vestas
- Compagnie d'électricité
- Autorités environnementales locales
- Autres parties concernées
- Localisation de l'éolienne

II. Accidents (sauf électriques)

En cas d'accidents, la procédure d'intervention d'urgence générale est la suivante :

1. Assister la personne blessée pour éviter une aggravation de ses blessures et s'assurer que personne d'autre n'est mis en danger.
2. Effectuer les gestes de premiers secours dès que possible.
3. Demander de l'aide et informer le responsable et les autres personnes concernées sur le site de l'accident.
4. Indiquer au responsable et au personnel ce qui s'est passé et le lieu de l'accident.
5. Envoyer une personne à l'entrée/sortie de secours désignée pour guider l'équipe de secours ou l'ambulance vers le lieu de l'accident.
6. Une fois l'équipe de secours / l'ambulance sur place, elle doit fournir les premiers secours nécessaires aux victimes de l'accident. Le supérieur responsable doit donner toute l'aide nécessaire à l'équipe de secours.
7. Ne pas reprendre le travail avant qu'une enquête ait été menée prouvant que la zone de travail est sûre
8. Ne rien toucher sur le lieu de l'accident sauf pour aider le blessé ou pour des raisons de sécurité.
9. Inspecter les lieux de l'accident pour rechercher des facteurs susceptibles d'aider l'enquête et/ou d'identifier la cause de l'accident.

III. Accidents électriques

Choc électrique provoqué par un circuit sous tension !

- ✓ **Ne pas** toucher le blessé tant que l'alimentation du circuit n'a pas été entièrement coupée.
- ✓ Suivre les procédures de consignation-déconsignation pour couper l'alimentation du circuit.
- ✓ Éviter tout contact avec le blessé tant que l'alimentation n'a pas été entièrement coupée et que les étapes de consignation-déconsignation n'ont pas été réalisées.

En cas de suspicion d'accident provoqué par un choc électrique, il convient de mettre en œuvre la procédure d'intervention d'urgence générale suivante :

1. Couper toute l'alimentation.
2. Vérifier que toute l'alimentation a été coupée.
3. Verrouiller l'alimentation sur la position OFF afin que personne ne puisse rétablir le courant par inadvertance.
4. Ne pas remettre l'équipement sous tension tant qu'il n'a pas été complètement défini que cela est sûr.

IV. Incidents d'éolienne

1. Établissement d'une zone temporaire de sécurité

Lors de l'établissement d'une zone temporaire de sécurité en cas d'incident d'éolienne (p. ex. incendie, emballement d'éolienne ou séparation des débris), définir un périmètre de sécurité d'au moins 500 mètres de rayon (1640 pieds) à partir de la base de l'éolienne. Si le rayon de 500 mètres ne peut pas être atteint en raison de l'environnement, le rayon maximum possible doit être défini.

Faire toujours preuve de bon sens et de discernement lors de l'établissement d'une zone temporaire de sécurité. Si un incident d'éolienne est identifié mais que la situation semble maîtrisée, il n'est peut-être pas nécessaire de définir une zone temporaire de sécurité.

2. Incendie

En cas d'incendie à l'intérieur ou à proximité d'une éolienne :

1. Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence. S'il est possible de le faire en toute sécurité et que cela ne retarde pas la sortie de l'éolienne, déconnecter l'éolienne au niveau du disjoncteur haute tension principal. Le personnel à l'extérieur de l'éolienne ne doit pas s'approcher de celle-ci dans le but d'appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence.
2. Quitter immédiatement l'éolienne, en utilisant uniquement l'équipement de lutte contre les incendies pour emprunter une voie de secours de l'éolienne en toute sécurité.
3. Établir une zone temporaire de sécurité et s'éloigner de la zone de sécurité en se déplaçant face au vent ou chercher à s'abriter si nécessaire.
4. Avertir le bureau du site qui peut contacter les services d'urgence locaux si de l'aide est nécessaire pour éteindre l'incendie.

3. Emballement de l'éolienne

En cas d'emballement :

1. Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence. S'il est possible de le faire en toute sécurité et que cela ne retarde pas la sortie de l'éolienne, déconnecter l'éolienne au niveau du disjoncteur haute tension principal. Le personnel à l'extérieur de l'éolienne ne doit pas s'approcher de celle-ci dans le but d'appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence.
2. Quitter immédiatement l'éolienne et établir une zone temporaire de sécurité, si nécessaire.
3. S'éloigner de la zone de sécurité en se déplaçant face au vent ou chercher à s'abriter si nécessaire.
4. Avertir le bureau du site qui peut contacter les services d'urgence locaux si de l'aide est nécessaire pour résoudre le problème.

4. Séparation de débris

En cas de séparation de débris :

1. Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence. S'il est possible de le faire en toute sécurité et que cela ne retarde pas la sortie de l'éolienne, déconnecter l'éolienne au niveau du disjoncteur haute tension principal. Le personnel à l'extérieur de l'éolienne ne doit pas s'approcher de celle-ci dans le but d'appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence.
2. Quitter immédiatement l'éolienne et établir une zone temporaire de sécurité, si nécessaire.
3. S'éloigner de la zone de sécurité en se déplaçant face au vent ou chercher à s'abriter si nécessaire.
4. Avertir le bureau du site qui peut contacter les services d'urgence locaux si de l'aide est nécessaire pour résoudre le problème.

V. Descente d'urgence de la nacelle

Un dispositif de sauvetage et de descente doit toujours être disponible. En fonction du type de l'éolienne, le dispositif de sauvetage et de descente peut se trouver dans la nacelle ou être apporté par les techniciens.

- ✓ En cas d'incendie dans la nacelle, évacuer l'éolienne à l'aide de l'échelle située à l'intérieur de la tour. Ne pas utiliser l'élévateur de personnes.
- ✓ En cas d'incendie/fumée dans la tour, préparer le dispositif de sauvetage et de descente en prévision d'une évacuation immédiate par l'extérieur de la tour.

Des dispositifs de descente doivent être fournis en nombre suffisant pour permettre à l'ensemble du personnel travaillant en hauteur d'évacuer l'éolienne dans un délai raisonnable. Ce délai ne doit pas dépasser 10 minutes (voir les informations supplémentaires ci-après). En cas d'incendie, l'évacuation de l'éolienne doit être réalisée le plus rapidement possible. Une évaluation des risques/analyse sécurité des tâches doit être réalisée en tenant compte des points suivants :

- ✓ 10 minutes équivalent à 600 s
- ✓ Installation de l'équipement : 120 s env.
- ✓ Le temps de descente moyen est de 0,8 m/s
- ✓ Remplacement du dispositif de descente usé(conformément aux spécifications du fabricant : environ 60 s pour le remplacement et l'installation

VI. Boutons d'arrêt d'urgence

1. Éolienne

Pour des raisons de sécurité, il est important de connaître l'emplacement des boutons d'arrêt d'urgence dans l'éolienne.

2. Élévateur de personne (optionnel)

Les élévateurs de personne installés disposent d'au moins un bouton d'arrêt d'urgence. Ces boutons n'arrêtent que l'élévateur de personne. Les boutons d'arrêt d'urgence ailleurs dans l'éolienne n'ont aucun effet sur l'élévateur de personne.

3. Palan interne de maintenance

Le palan est équipé d'un bouton d'arrêt d'urgence. Ce bouton ne concerne que le palan. Les boutons d'arrêt d'urgence ailleurs dans l'éolienne n'ont aucun effet sur le palan.

VII. Déversements de produits chimiques ou dangereux

Les opérations de nettoyage nécessaires doivent être lancées rapidement, conformément aux instructions du fabricant (FDS) correspondantes et au PIU. Toujours respecter les lois et réglementations locales en cas de déversement de produit chimique ou de déchets dangereux.

Suivre cette procédure d'intervention d'urgence générale en cas de déversement de produits chimiques ou de déchets dangereux :

1. Arrêter le déversement si possible sans se mettre en danger.
2. Toujours porter des EPI adaptés lors d'une intervention sur un déversement de produit chimique ou dangereux.
3. Contenir les déversements autant que possible sans se mettre en danger ou mettre d'autres personnes en danger.
4. Éloigner hommes et animaux du lieu de l'accident.
5. Prendre une mesure préventive immédiate qui peut être réalisée en toute sécurité pour maîtriser la situation et empêcher toutes contamination et conséquences environnementales.
6. Utiliser les matériaux absorbants disponibles ou du sable pour absorber le déversement.
7. Contacter le chef de chantier (Construction)/chargé d'exploitation régional (Service) ou tout autre superviseur dûment autorisé pour les autres mesures à appliquer concernant le déversement. Signaler immédiatement l'événement aux services d'urgence.
8. Signaler immédiatement l'événement aux services d'urgence.

1. Impact sur le sol

Suivre cette procédure d'intervention d'urgence générale si un déversement de produits chimiques ou de déchets dangereux touche la terre.

1. Extraire la terre contaminée et la stocker dans des conteneurs conçus à cet effet.
2. Si nécessaire, prélever des échantillons de terre pour l'enregistrement des opérations de nettoyage.
3. Éliminer la terre contaminée de la même façon que les déchets dangereux conformément aux directives locales.

2. Impact sur l’eau

Suivre cette procédure d’intervention d’urgence générale si un déversement de produits chimiques ou de déchets dangereux touche l’eau (p. ex. océan, lac ou rivière).

- ✓ Si possible, se procurer des barrages flottants et les mettre en place.
- ✓ Éloigner hommes et animaux du lieu de l’accident.
- ✓ Prendre une mesure préventive immédiate qui peut être réalisée en toutesécurité pour maîtriser la situation et empêcher toutes contamination environnementales.

Absorber les produits chimiques présents à la surface de l’eau uniquement si cette action ne met personne en danger. Éliminer le liquide contaminé de la même façon que les liquides dangereux conformément aux directives locales.