



Dossier
23010019

Décembre 2024

réalisé par



Auddicé Seine Normandie
Parc d'activité Le Long Buisson
380 rue Clément Ader
27930 Le Vieil-Evreux
02 32 32 53 28



PROJET DE PARC EOLIEN LE HAUT BUISSON, COMMUNES DE OINVILLE-SAINT-LIPHARD, JANVILLE-EN-BEAUCE ET TOURY (28)
Dossier de demande d'autorisation environnementale
Pièce n°7 : Étude de dangers et résumé non technique

Version	Date	Description
Version finale	Décembre 2024	Etude de dangers et résumé non technique

 www.auddice.com	Auddicé Hauts de France (siège social) ZAC du Chevalement 5 rue des Molettes 59286 Roost-Warendin 03 27 97 36 39	Auddicé Seine-Normandie Parc d'Activités le Long Buisson 380 rue Clément Ader-Bât.2 27930 Le Vieil-Évreux 02 32 32 53 28	Agence Grand Est 6 place Sainte-Croix 51000 Châlons-en-Champagne 03 26 64 05 01	Auddicé Val-de-Loire Zone Ecoparc 32 rue des Petites Granges 49400 Saumur 02 41 51 98 39	Auddicé Sud 273 route des Cartouse 84390 Sault 04 90 64 04 65	Auddicé Belgique Rue de la Loi, 23 B-1040 Bruxelles +33 756 00 32 16	Auddicé Bourgogne-Franche-Comté Ecogit'actions 60 avenue de la Gare 71960 La Roche Vineuse 06 45 43 32 76	Auddicé Auvergne-Massif-Central Le Brézet 47 rue Jules Verne 63100 Clermont-Ferrand 06 82 20 55 86	Auddicé Ile-de-France 119 ter rue Paul Fort 91310 Montlhéry 03 27 97 36 39
--	--	---	---	---	---	--	--	---	--

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE 1. RESUME NON TECHNIQUE..... 5

1.1. INTRODUCTION..... 6

1.2. PRESENTATION DE L’INSTALLATION 6

1.3. IDENTIFICATION DES DANGERS ET ANALYSE DES RISQUES ASSOCIES 7

1.3.1. Les sources de dangers 7

1.3.2. Les enjeux à protéger 9

1.3.3. Analyse des risques..... 9

1.3.3.1. Analyse du retour d’expérience9

1.3.3.2. Analyse préliminaire des risques.....9

1.3.3.3. Mesures de maîtrise des risques.....10

1.3.3.4. Conclusion de l’analyse préliminaire10

1.3.4. Étude détaillée des risques 10

1.3.4.1. Cotation de chaque scénario10

1.3.4.2. Tableau de synthèse de l’étude détaillée11

1.3.4.3. Carte des risques avec zones de risque et vulnérabilités identifiées.....12

1.4. CONCLUSION..... 12

PARTIE 2. ETUDE DE DANGERS 13

CHAPITRE 1. PREAMBULE 14

1.1. OBJECTIF DE L’ETUDE DE DANGERS..... 15

1.2. CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE 15

1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES..... 16

1.4. DOCUMENT DE REFERENCE, GUIDE TECHNIQUE INERIS/SER ET FEE 16

CHAPITRE 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L’INSTALLATION 17

2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS 18

2.2. LOCALISATION DU SITE..... 18

2.3. DEFINITION DE L’AIRE D’ETUDE 18

CHAPITRE 3. DESCRIPTION DE L’ENVIRONNEMENT DE L’INSTALLATION 20

3.1. ENVIRONNEMENT HUMAIN 21

3.1.1. Zones urbanisées 21

3.1.2. Établissements recevant du public (ERP) 21

3.1.3. Installations classées pour la protection de l’environnement (ICPE) et installations nucléaires de base..... 21

3.1.4. Autres activités 21

3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL..... 23

3.2.1. Contexte climatique 23

3.2.2. Risques naturels..... 23

3.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL..... 24

3.3.1. Réseaux publics et privés24

3.3.2. Voies de communication.....24

3.3.3. Autres ouvrages publics.....24

3.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE25

3.4.1. Méthodologie de comptage25

3.4.2. Hypothèses de travail25

CHAPITRE 4. DESCRIPTION DE L’INSTALLATION27

4.1. CARACTERISTIQUES DE L’INSTALLATION28

4.1.1. Caractéristiques générales d’un parc éolien28

4.1.1.1. Éléments constitutifs d’un aérogénérateur 28

4.1.1.2. Emprise au sol 28

4.1.1.3. Chemins d’accès 29

4.1.2. Activité de l’installation29

4.1.3. Composition de l’installation29

4.2. FONCTIONNEMENT DE L’INSTALLATION31

4.2.1. Principe général du fonctionnement d’un aérogénérateur.....31

4.2.2. Découpage fonctionnel de l’installation31

4.2.3. Sécurité de l’installation32

4.2.3.1. Règles de conception et système qualité 32

4.2.3.2. Conformité aux prescriptions de l’arrêté ministériel 32

4.2.3.3. Sécurité positive de l’éolienne – redondance des capteurs 33

4.2.3.4. Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes 33

4.2.3.5. Méthodes et moyens d’intervention 33

4.2.4. Opérations de maintenance de l’installation.....33

4.2.5. Stockage et flux de produits dangereux34

4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L’INSTALLATION34

4.3.1. Raccordement électrique habituel d’un parc éolien34

4.3.1.1. Réseau inter-éolien 34

4.3.1.2. Poste de livraison 34

4.3.1.3. Réseau électrique externe..... 35

4.3.2. Raccordement électrique du parc éolien Le Haut Buisson.....35

4.3.3. Autres réseaux.....35

CHAPITRE 5. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L’INSTALLATION36

5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS.....37

5.1.1. Inventaire des produits37

5.1.2. Dangers des produits.....38

5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L’INSTALLATION38

5.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE39

5.3.1. Principales actions préventives.....39

5.3.1.1. Réduction des dangers liés aux produits 39

5.3.1.2. Réduction des dangers liés aux installations39

5.3.2. Utilisation des meilleures techniques disponibles 40

CHAPITRE 6. ANALYSE DES RETOURS D’EXPERIENCE 41

6.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE..... 42

6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L’INTERNATIONAL..... 43

6.3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SUR LES SITES DE L’EXPLOITANT 44

6.4. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D’EXPERIENCE 44

6.4.1. Analyse de l’évolution des accidents en France 44

6.4.2. Analyse des typologies d’accidents les plus fréquents..... 44

6.4.3. Limites d’utilisation de l’accidentologie 44

CHAPITRE 7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 45

7.1. OBJECTIF DE L’ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES..... 46

7.2. RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L’ANALYSE DES RISQUES 46

7.3. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES 46

7.3.1. Agressions externes liées aux activités humaines..... 46

7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels..... 47

7.4. SCENARIOS ETUDIES DANS L’ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES..... 47

7.5. EFFETS DOMINOS 50

7.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE 50

7.7. CONCLUSION DE L’ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES 55

CHAPITRE 8. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES 56

8.1. RAPPEL DES DEFINITIONS 57

8.1.1. Cinétique..... 57

8.1.2. Intensité 57

8.1.3. Gravité 58

8.1.4. Probabilité 58

8.1.5. Acceptabilité 59

8.2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS 60

8.2.1. Effondrement de l’éolienne 60

8.2.2. Chute de glace 63

8.2.3. Chute d’éléments de l’éolienne 66

8.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales 68

8.2.5. Projection de glace 71

8.3. SYNTHESE DE L’ETUDE DETAILLEE DES RISQUES..... 73

8.3.1. Tableau de synthèse des scénarios étudiés..... 73

8.3.2. Synthèse de l’acceptabilité des risques 74

8.3.3. Cartographie des risques 74

CHAPITRE 9. CONCLUSION 83

ANNEXES.....85

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE86

ANNEXE 2 : ANALYSE DE CONFORMITE A L’ARRETE DU 26 AOUT 2011 MODIFIE87

ANNEXE 3 : ANNEXES AU GUIDE TECHNIQUE INERIS ET COMPLEMENTS A L’ACCIDENTOLOGIE.....89

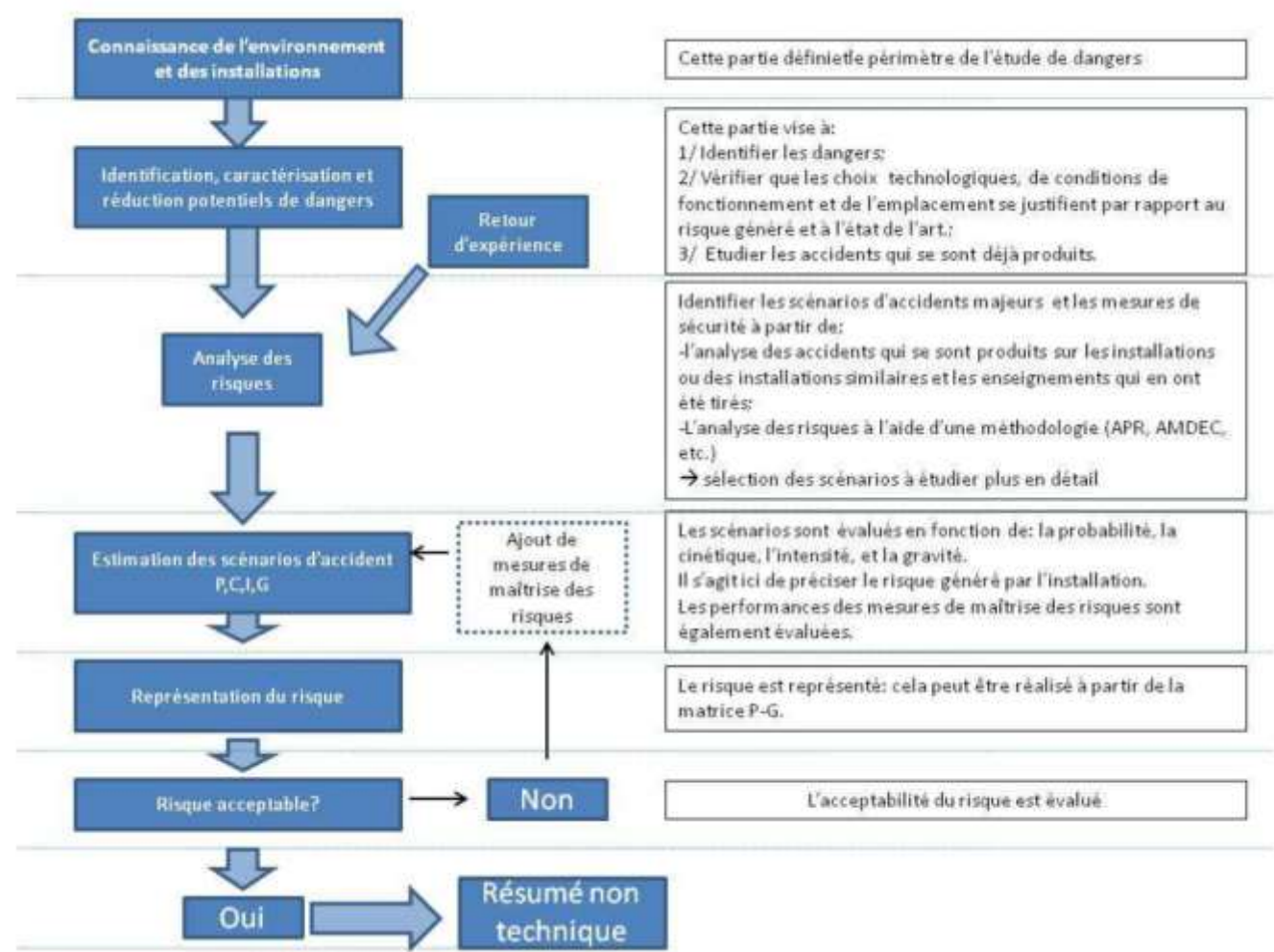
PARTIE 1. RESUME NON TECHNIQUE

1.1. 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.

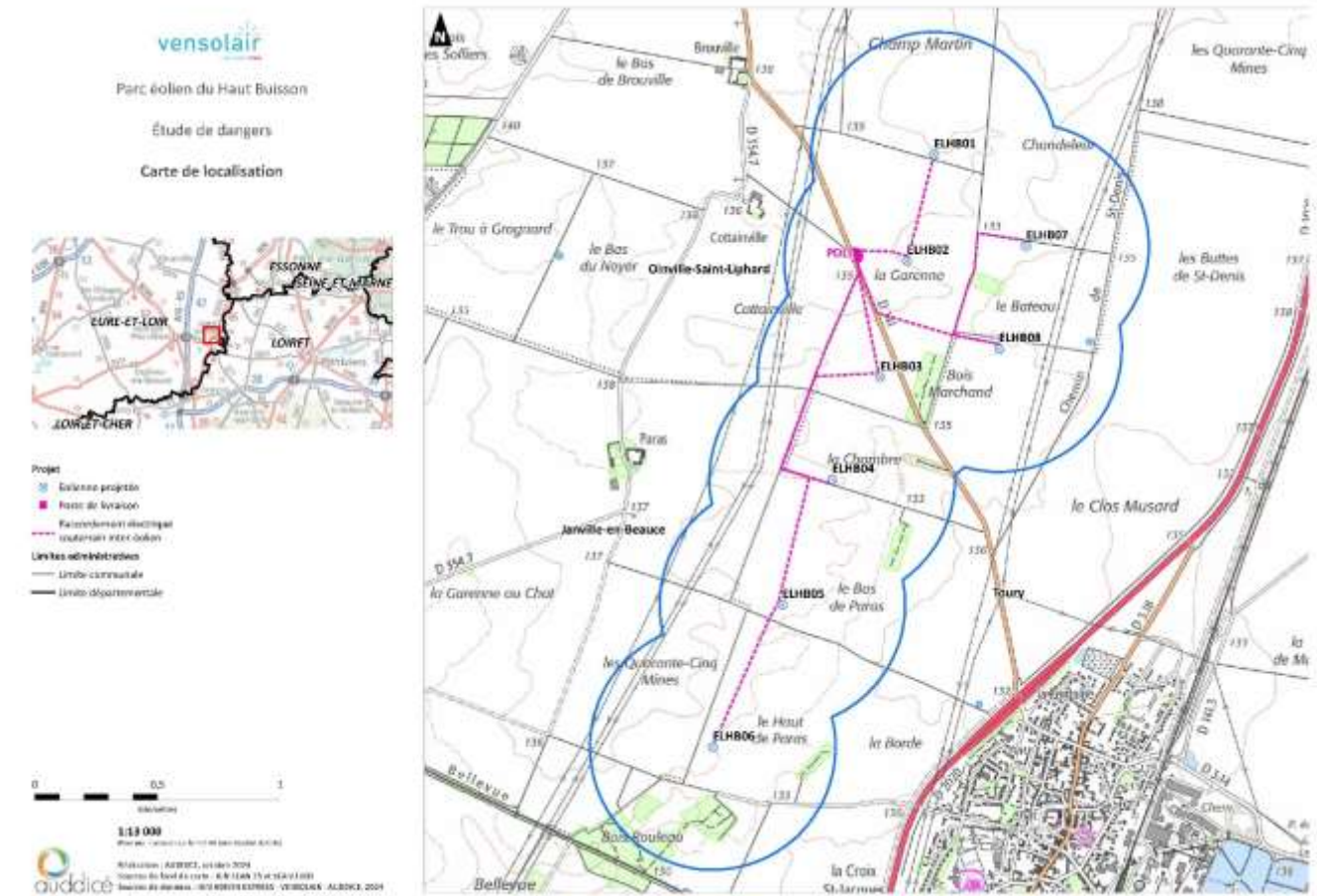
La démarche de l'étude est résumée ainsi :



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 ».

1.2. Présentation de l'installation

Le parc éolien Le Haut Buisson, composé de 8 aérogénérateurs et de quatre postes de livraison, est localisé sur les communes de Oinville-Saint-Liphard, Janville-en-Beauce et Toury dans le département de l'Eure-et-Loir (28), en région Centre-Val de Loire.



Cf. Carte en pleine page, p.19

Le gabarit d’aérogénérateur maximal envisagé pour le projet est le suivant :

Eolienne	MODELE DE L’EOLIENNE
Puissance nominale maximale	6,5 MW
Diamètre du rotor maximal	150 m
Longueur d’une pale maximale	75,0 m
Largeur maximale d’une pale (corde) maximale	5 m
Hauteur au moyeu maximale	105 m
Diamètre maximal du mât à la base maximal	6 m
Hauteur en bout de pale maximale	180 m

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

Nom de l’installation	L93 (m)		WGS84		Altitude (m NGF)	
	X	Y	Latitude	Longitude	X	Y
ELHB01	620492	6791692	1°55'45.9318" E	48°13'14.6136" N	135 m	315 m
ELHB02	620382	6791259	1°55'40.8853" E	48°13'0.5408" N	134 m	314 m
ELHB03	620273	6790785	1°55'35.9148" E	48°12'45.1404" N	133 m	313 m
ELHB04	620077	6790371	1°55'26.6902" E	48°12'31.6447" N	134 m	314 m
ELHB05	619874	6789861	1°55'17.1908" E	48°12'15.0365" N	133 m	313 m
ELHB06	619591	6789281	1°55'3.8410" E	48°11'56.1210" N	133 m	313 m
ELHB07	620867	6791320	1°56'4.3508" E	48°13'2.7293" N	135 m	315 m
ELHB08	620757	6790902	1°55'59.2932" E	48°12'49.1425" N	134 m	314 m
PDL	620177	6791287	1°55'30.9317" E	48°13'1.3573" N	133 m	-

1.3. Identification des dangers et analyse des risques associés

1.3.1. 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 constituant 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, etc.) ;
- 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	Échauffement 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

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, etc.), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux ;
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyants, etc.) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage, etc.).

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

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

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance de la voie la plus proche par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	ELHB01 : 460 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB02 : 195 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB03 : 78 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB04 : 420 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB05 : 870 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB06 : plus de 1 km de la RD141 (voie non structurante) ELHB07 : 660 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB08 : 400 m de la RD141 (voie non structurante)
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Non concerné – Infrastructure au-delà du périmètre de 2 km.
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Présence de ligne THT dans le périmètre dont deux éoliennes à moins de 200 m (190 m).
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Distances inter-éoliennes inférieures à 500 m

Le tableau suivant synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels :

Agression externe	Fonction
Vents et tempête	La fréquence des vents violents ¹ (jours pendant lesquels on enregistre des rafales dont la vitesse est supérieure à 58 km/h) est de 48,4 jours par an (dont 0,7 jour au cours desquels la vitesse du vent est supérieure à 100 km/h) pour la station d'Orléans-Bricy. Il est à noter que les régions les plus exposées aux vents violents le sont une centaine de jours par an.
Foudre	La densité de foudroiement du site est faible (0,5 coup/km²/an). D'autre part, les éoliennes retenues respecteront la norme IEC 61 400-24 et seront en outre équipées d'un dispositif agréé reliant les pales à la terre. Ce dispositif permet de réduire considérablement les risques d'atteinte grave de l'éolienne en cas de foudre.
Glissement de sols / Affaissements miniers	Aucun mouvement de terrain ni aucune cavité n'a été recensé dans un rayon de 500 m autour des éoliennes. Une étude géotechnique préalable aux travaux vérifiera l'absence de cavité souterraine et d'anomalie du sous-sol au droit de l'implantation des éoliennes.

1.3.2. Les enjeux à protéger

Les principaux enjeux identifiés dans le périmètre de 500 m autour des aérogénérateurs sont des voies non-structurantes et des terrains agricoles.

Cf. Carte des enjeux en pleine page, p.26

Ces enjeux sont inclus dans l'analyse des risques d'une part et dans l'étude détaillée d'autre part.

¹Sur l'échelle de Beaufort, une tempête correspond à des vents dont la vitesse est comprise, entre 89 et 102 km/h ; le terme d'ouragan est parfois employé, sous nos latitudes, pour désigner une tempête dont les vents soufflent à plus de 118 km/h (Source : F. BRUEL, www.alertes-meteo.com)

1.3.3. Analyse des risques

1.3.3.1. 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'éoliennes ;
- Incendie.

1.3.3.2. 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 :

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

1.3.3.3. Mesures de maîtrise des risques

Afin de limiter les risques d'accidents ou d'incidents liés aux activités du parc éolien, l'exploitant a prévu de mettre en place un certain nombre de mesures de prévention ou de protection en collaboration avec les constructeurs d'aérogénérateurs :

- ⇒ **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).

1.3.3.4. Conclusion de l'analyse préliminaire

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios sont a priori 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.

1.3.4. Étude 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.

1.3.4.1. 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 utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

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

1.3.4.2. Tableau de synthèse de l'étude détaillée

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Cotation risque
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale Soit 180 m	Rapide	D	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol Soit 75 m	Rapide	A	Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol Soit 75 m	Rapide	C	Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	D	Acceptable
Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l'éolienne Soit 382,5 m	Rapide	B	Acceptable

H : Hauteur au moyeu

D : Diamètre du rotor

Il apparaît au regard de l'étude détaillée qu'aucun accident ne ressort comme inacceptable 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.

1.3.4.3. Carte des risques avec zones de risque et vulnérabilités identifiées

Cf Carte des risques : éolienne ELHB01 en pleine page, p.75

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB02 en pleine page, p.76

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB03 en pleine page, p.77

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB04 en pleine page, p.78

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB05 en pleine page, p.79

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB06 en pleine page, p.80

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB07 en pleine page, p.81

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB08 en pleine page, p.82

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 modifié ;
- les systèmes de sécurités des aérogénérateurs sont adaptés aux risques ; ils seront maintenus dans le temps et testés régulièrement en conformité avec la section 4 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

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.

1.4. 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.

PARTIE 2. ETUDE DE DANGERS

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 Vensolair pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien Le Haut Buisson sur les communes de Oinville-Saint-Liphard et Toury (28) que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc Le Haut Buisson. 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 à 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, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

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

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. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1.

En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est 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 termes de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection ;
- représentation cartographique ;
- résumé non technique de l'étude des dangers.

De même, la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux Plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

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’environnement².
Le décret n° 2011-984 du 23 août 2011 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	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	A : Autorisation	6 km
	b) inférieure à 20 MW	D : Déclaration	-

Tableau 1. Rubrique des installations classées au titre des ICPE

Le parc éolien Le Haut Buisson, dont les éoliennes ont une hauteur de mât de 105 m maximum, est soumis à autorisation (A) au titre des Installations classées pour la protection de l’environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d’autorisation environnementale.

1.4. Document de référence, guide technique INERIS/SER et 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 renouvelables³. 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.

²Loi N°76-663 du 19 juillet 1976 modifiée, Code de l’environnement (Art. L.511-1)

³<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20EDD.pdf>

CHAPITRE 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. Renseignements administratifs

Société projet, exploitante du parc éolien	CENTRALE EOLIENNE LE HAUT BUISSON (CELHB)
Statut juridique	Société par actions simplifiée
Capital	10 000,00 €
Code APE	35.11Z : Production d'électricité
N° SIRET (siège)	93148497600010
Adresse du siège social	Parc Millénaire Bât. 4, 1025 rue Henri Becquerel, 34000 MONTPELLIER
Nom et qualité du signataire de la demande	Julien SUILLEROT, dûment habilité à représenter CELHB
Nom et coordonnées du responsable de projets référent	Maxime PATTIER : 06.65.34.70.04 ou m.pattier@vensolair.fr

Tableau 2. Identité du demandeur

Société de projet / Maître d'ouvrage : VENSOLAIR



Etude de dangers réalisée par le bureau d'études auddicé Seine Normandie



Marion DAUDRÉ : Ingénieur environnement

auddicé Seine Normandie
380 rue Clément Ader
Parc d'activités Le Long Buisson
27 930 Le Vieil-Évreux
Tél : 02 32 32 53 28

Jean-Marie PLESSIS : Cartographe SIG

2.2. Localisation du site

Le parc éolien Le Haut Buisson, composé de 8 aérogénérateurs et de quatre postes de livraison, est localisé sur les communes de Oinville-Saint-Liphard et Toury, dans le département de l'Eure-et-Loir (28), en région Centre-Val de Loire.

Cf. Carte : Localisation du projet, p.19

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 spécifiquement les environs du poste de livraison, qui sera néanmoins représenté 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. § 7.7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques, p.55).

L'aire d'étude (périmètre de 500 m de rayon autour des éoliennes) du parc se situe sur les communes de Oinville-Saint-Liphard, Janville-en-Beauce et Toury.

Cf. Carte : Localisation du projet, p.19



Projet

- Eolienne projetée
- Poste de livraison
- Raccordement électrique souterrain inter-éolien

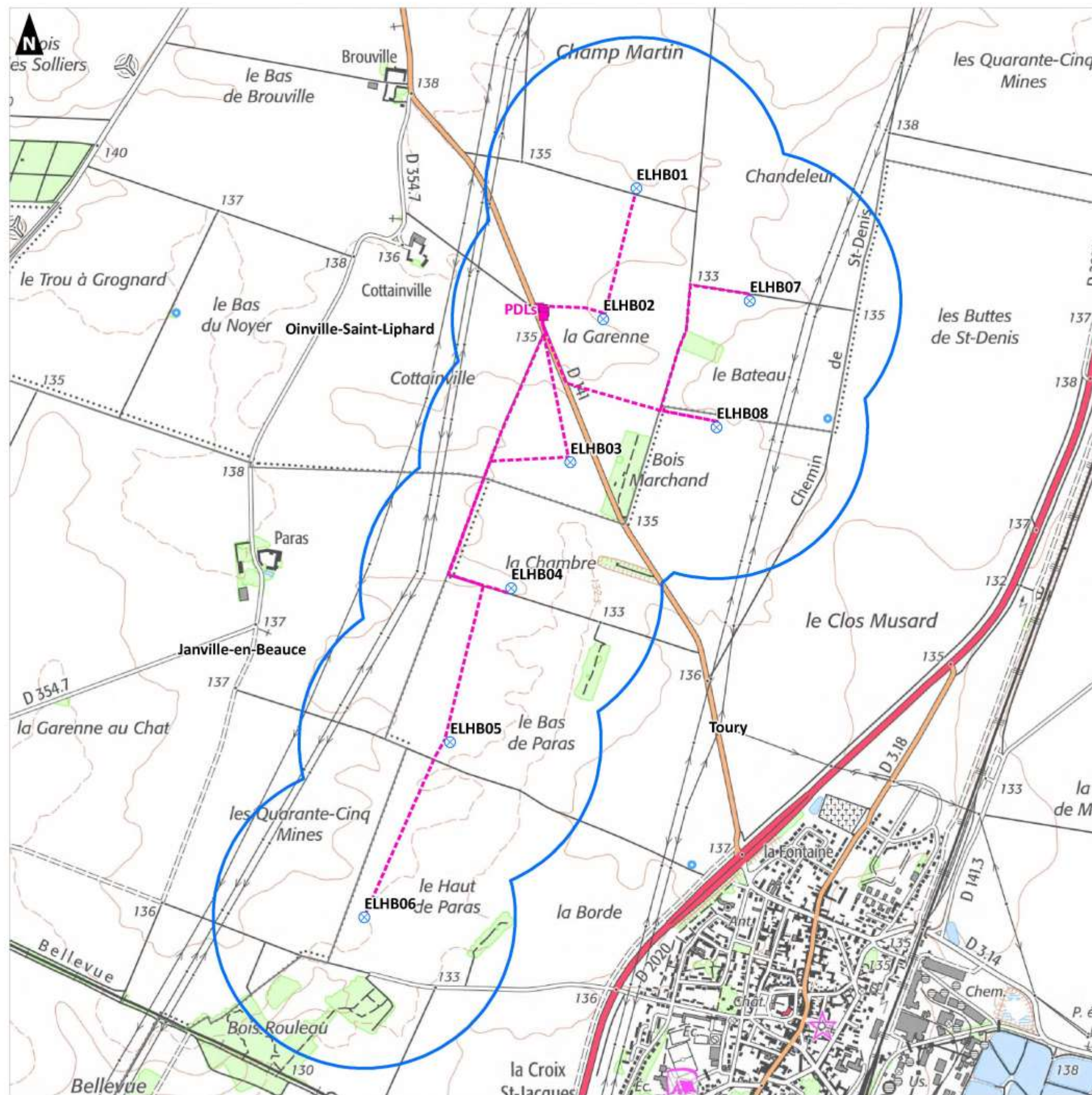
Limites administratives

- Limite communale
- Limite départementale



1:13 000

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



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

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.

Le projet est en accord avec le Plan local d'urbanisme intercommunal Cœur de Beauce, approuvé le 9 mai 2022.

*Cf. Dossier 5 – Etude d'impact sur l'environnement
§ 6.3.1.1. Conformité avec les documents d'urbanisme*

Les habitations les plus proches des éoliennes sont les habitations et hameaux suivants :

- Les habitations les plus proches de l'éolienne ELHB01 se situent à 791 m à l'ouest et à plus de 1 000 m au nord, respectivement à Brouville et à Garville.
- L'habitation la plus proche de l'éolienne ELHB02 est distante de 606 m à l'ouest, à Cottainville ;
- L'habitation la plus proche de l'éolienne ELHB03 est distante de 803 m à l'ouest, à Cottainville ;
- L'habitation la plus proche de l'éolienne ELHB04 est située à 778 m à l'ouest, à Paras ;
- L'habitation la plus proche de l'éolienne ELHB05 est située à 818 m à l'ouest, à Paras ;
- L'habitation la plus proche de l'éolienne ELHB06 est située à 956 m à l'est, sur la commune de Toury ;
- L'habitation la plus proche de l'éolienne ELHB07 est située à plus de 1 000 m à l'ouest, à Cottainville ;
- L'habitation la plus proche de l'éolienne ELHB08 est située à près de 1 100 m à l'ouest, à Cottainville.

Cf. Carte : Distance du projet aux habitations, p.22

Le parc éolien se situe en zone agricole. Les mâts d'éoliennes sont situés à plus de 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité, ainsi que de toute zone constructible à vocation d'habitat.

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, 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 le document d'urbanisme opposable en vigueur.

3.1.2. Établissements 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) et installations nucléaires de base

Aucun établissement SEVESO ni aucun périmètre d'effet, ni aucune ICPE ne se situe dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

3.1.4. Autres activités

L'aire d'étude est occupée par des parcelles agricoles qui 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.

Distance du projet par rapport aux habitations

Projet

- ⊗ Eolienne projetée

Aires d'étude

- Zone d'Implantation Potentielle (ZIP)
- Aire d'étude immédiate (600 m)

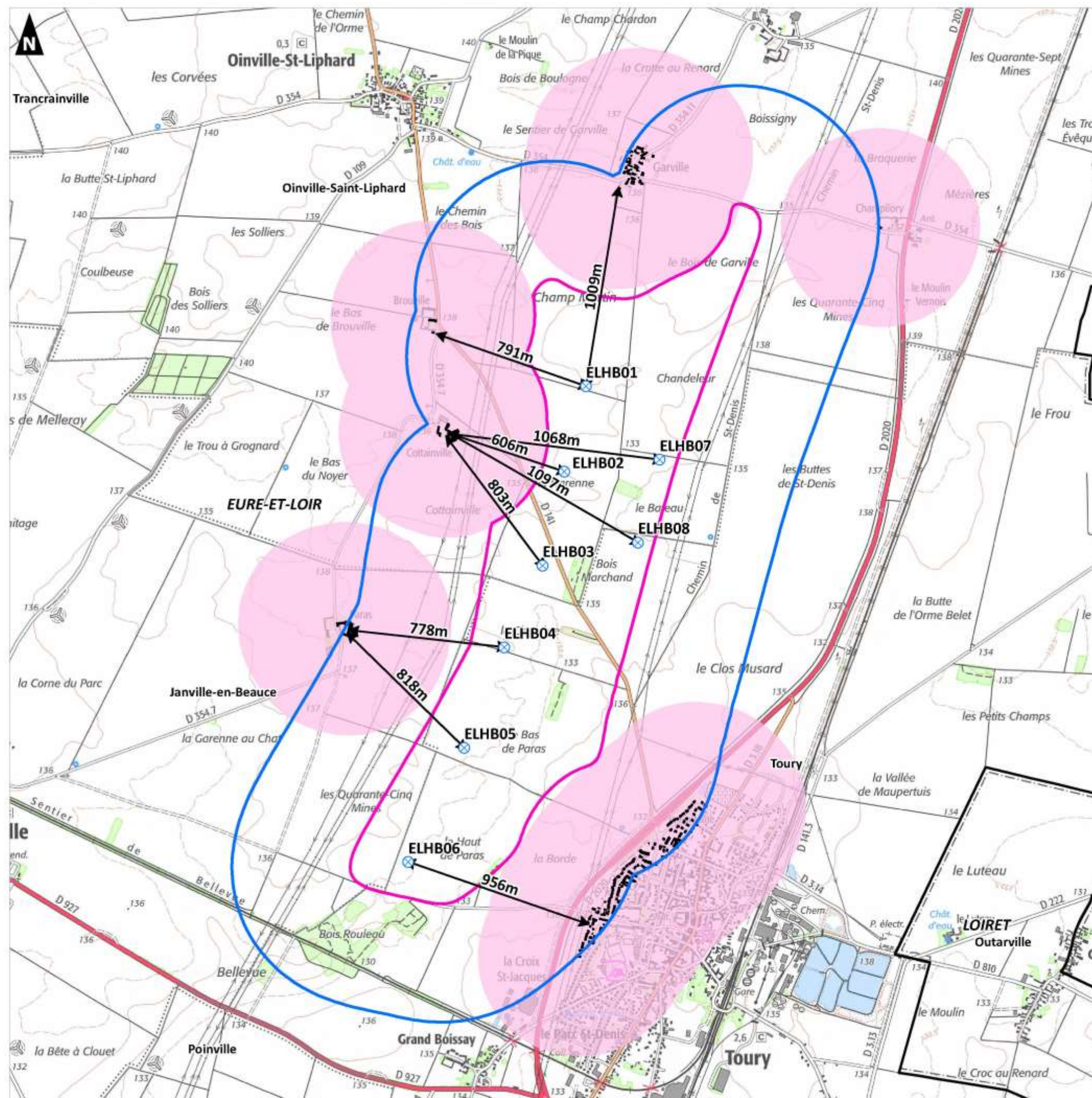
Limites administratives

- Limite communale
- Limite départementale

Zones d'habitation

- Zone d'habitation les plus proches
- Périmètre de 500 m autour des zones d'habitation les plus proches

- ↔ Distance (m)



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.

3.2.1. Contexte climatique

Le climat de la région Centre-Val de Loire est de type océanique dégradé. Il se caractérise par une influence océanique prépondérante, altérée par l'éloignement du littoral qui lui confère une légère influence continentale. Ainsi les hivers sont doux, les étés relativement frais, les pluies assez régulières, mais en faibles quantités.

La station météorologique de Viabon, située à environ dix-sept kilomètres à l'ouest du projet, indique pour la période 1991-2020 :

- Une pluviométrie annuelle moyenne de 806,2 mm, répartie sur 108 jours (> 1 mm) ;
- Une température moyenne de 11,5 °C, avec janvier le mois le plus froid (T°C moy : 4,2°C) et juillet le mois le plus chaud (T°C moy : 19,7°C) ;
- 47,3 jours de gel par an (température minimale < 0°C).
- 48,4 jours par an avec des rafales de vent de vitesse supérieure à 16 m/s (58 km/h) et 0,7 jour avec des rafales de vent de vitesse supérieure à 28 m/s (100 km/h).

Les données des phénomènes climatiques n'étant pas disponibles pour la station de Viabon seront celles de la station d'Orléans-Bricy sur la période 1981-2010 (à environ trente-cinq kilomètres au sud du projet).

- Phénomènes climatiques (nombre de jours moyen par an) :
 - 50,6 jours de brouillard,
 - 17,1 jours d'orage,
 - 2,7 jours de grêle,
 - 10,5 jours de neige.

Les vents dominants sont de secteur sud-ouest. Météo France indique, pour la station d'Orléans-Bricy sur la période 1991-2020, une vitesse de vent moyenné sur 10 minutes, à 10 mètres d'altitude, de 4,1 m/s.

Les mesures obtenues par le mât installé sur le site sur la période de fin novembre 2023 à juillet 2024 permettent de connaître la vitesse moyenne de 6,95 m/s à 100m d'altitude.

⁴Source : Base de données nationale des risques naturels en France métropolitaine (« <http://www.georisques.gouv.fr> »)

3.2.2. Risques naturels

■ Risque sismique

En vertu de l'article D. 563-8-1 du Code de l'environnement, les communes du parc éolien est classée en zone de sismicité 1 (très faible).

■ Risque foudre

La densité de foudroiement dans les communes de l'Eure-et-Loir est de 0,5 coup/km²/an, valeur parmi les plus faibles sur le territoire national.

La hauteur des éoliennes (pale + mât) augmente cependant le risque de foudroiement.

■ Risques géotechniques et mouvements de terrain⁴

▪ Mouvements de terrain, cavités et aléa « retrait-gonflement des argiles »

Aucun mouvement de terrain ni aucune cavité souterraine n'est recensé dans l'aire d'étude de 500 m autour du projet. Les essais géotechniques viendront vérifier l'absence de risque dans le cadre du dimensionnement des fondations.

D'après la base de données Géorisques, les éoliennes sont implantées dans une zone d'aléa « retrait-gonflement » des argiles nul.

■ Risque inondation

Les éoliennes sont implantées hors des zones potentiellement sujette aux inondations de cave voire aux débordements de nappe. De plus, les communes de l'aire d'étude de 500 m ne sont pas soumises au risque inondation.

■ 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 :

Commune	Événement recensé	Début de l'événement	Fin de l'événement	Sur le journal officiel du
Janville-en-Beauce	Sécheresse	01/10/2018	31/12/2018	09/08/2019
Oinville-Saint-Liphard	Mouvement de terrain	06/06/2016	06/06/2016	05/07/2018
Toury Janville-en-Beauce Oinville-Saint-Liphard	Inondations et/ou Coulées de boue	25/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Toury	Inondations et/ou Coulées de boue	12/07/1999	12/07/1999	15/11/2000

Tableau 3: Arrêtés de catastrophes naturelles dans les communes de l'aire d'étude de 500 m
(Source : Site Internet «www.georisques.gouv.fr »)

Des inondations et/ou coulées de boue, sécheresse, et mouvements de terrain ont été constatées par arrêté sur les communes de l'aire d'étude immédiate.

Différentes catastrophes naturelles ont été constatées par arrêté : 2 sur chacune des communes. La plus récente s'est produite en 2018 sur la commune de Janville-en-Beauce sous la forme de sécheresse.

3.3. Environnement matériel

3.3.1. Réseaux publics et privés

Cinq lignes de transport d'électricité passent à proximité (moins de 500 m) du projet. Les éoliennes les plus proches (ELHB07 et ELHB08) sont localisées à moins de 200 m d'une ligne électrique (190 m). Aucun ouvrage de transport de gaz ne passe à proximité du projet.

3.3.2. Voies de communication

■ Transport routier

Le principal axe de communication qui emprunte l'aire d'étude est la route départementale RD141, qui compte 525 véhicules/jour, comptage localisé dans la partie nord de la zone d'implantation ; elle passe au plus près à 78 m de l'éolienne ELHB03.

Les autres voies routières qui empruntent l'aire d'étude sont des routes secondaires, chemins ruraux ou chemins d'exploitation. Aucune donnée n'est disponible concernant le trafic sur ces axes, mais l'hypothèse retenue, compte-tenu de la nature des infrastructures, est celle d'une fréquentation inférieure à 2 000 véhicules/jour.

Tous les axes apparaissent sur les cartes d'enjeux et de risques présentées dans cette étude.

■ Transport ferroviaire

L'aire d'étude du projet n'est concernée par aucune voie de chemin de fer.

■ Transport fluvial

L'aire d'étude du projet n'est concernée par aucune voie navigable.

■ Transport aérien

Aviation civile : La Direction générale de l'aviation civile (DGAC) a été consultée et n'émet aucune objection à l'encontre du projet.

Aviation militaire : La Sous-direction régionale de la circulation aérienne militaire (SDRCAM) nord a été consultée et n'indique pas de contre-indication vis à vis de la circulation aérienne militaire.

■ Randonnées pédestres

L'aire d'étude du projet n'est concernée par aucune voie de randonnée pédestre.

3.3.3. Autres ouvrages publics

Aucun autre ouvrage public (barrages, digues, château d'eau...) ni aucun autre réseau n'est présent dans l'aire d'étude (hors drainages agricoles possibles).

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 3 : Annexe A du guide technique, 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. Hypothèses de travail

- **Concernant les zones agricoles**, elles sont constituées d'éléments disparates : champs, voies de circulation non structurantes (chemins d'exploitation et chemins ruraux faiblement fréquentés), etc.

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 simplifier l'analyse, nous ne différencierons pas les différents éléments et nous classerons donc les zones agricoles en terrains aménagés mais peu fréquentés (catégorie la plus majorante quant aux victimes potentielles), donc 1 personne par tranche de 10 ha.

- **Pour les voies de communication**, 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.

Les voies qui empruntent l'aire d'étude sont des voies non structurantes.

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

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 figure quant à lui dans le Tableau 26, p.69.

Cf. Carte des enjeux, p. 26

Parc éolien du Haut Buisson

Étude de dangers

Carte des enjeux



Aire d'étude	Enjeux	
Aire d'étude (500 m)	Réseaux routier et ferroviaire	Ligne électrique aérienne HTA
Projet	Route départementale	Ligne électrique souterraine HTA
Éolienne projetée	Route secondaire - chemin	Ligne électrique souterraine BT
Poste de livraison	Axe ferroviaire	Poste électrique HTA/BT
Raccordement électrique souterrain inter-éolien	Réseaux d'électricité	Zones urbanisées
Aire de survol (R=75 m)	Ligne électrique aérienne THT (400 kV)	Bâti dur
Plateforme à créer	Ligne électrique aérienne THT (225 kV)	Bâti léger
Accès permanent à créer	Ligne électrique aérienne THT (90 kV)	Parc éolien
Accès à renforcer		Éolienne en service
Accès temporaire à créer		
Limites administratives		
Limite communale		
Limite cadastrale		



1:13 000

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

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024



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 aérogénérateurs et de leurs annexes (Cf. § 4.2 Fonctionnement de l'installation) :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

4.1.1.1. Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi qu'une génératrice et 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 (parfois plus, selon la hauteur du mât) 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 (Nota : le transformateur peut dans certains modèles d'éoliennes se situer dans la nacelle).

- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :

- le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
- le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
- le système de freinage mécanique ;
- le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
- les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
- le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique ;
- ainsi que le transformateur dans certains cas.

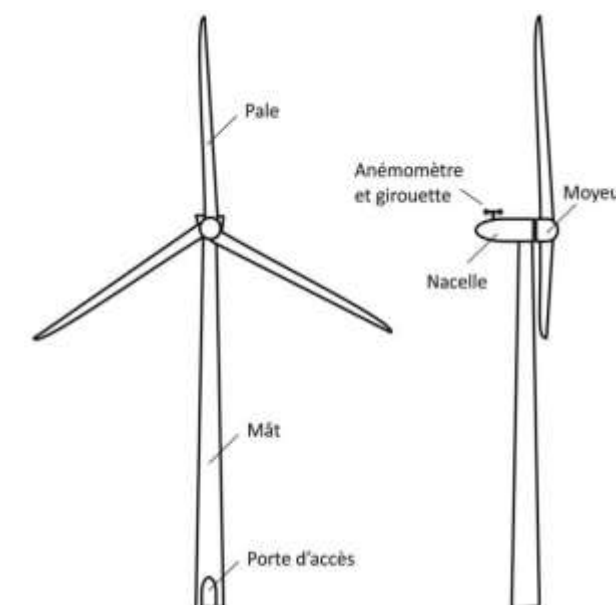


Illustration 1. Schéma simplifié d'un aérogénérateur

4.1.1.2. Emprise au sol

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation d'un parc éolien :

- **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 ou autre matériau perméable. 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.

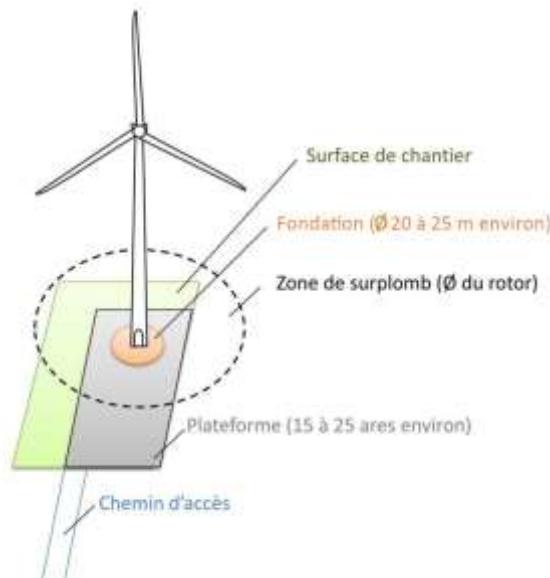


Illustration 2. Illustration des emprises au sol d’une éolienne

4.1.1.3. Chemins d’accès

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

- L’aménagement de ces accès concerne principalement les chemins d'exploitation existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés.

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

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

4.1.2. Activité de l’installation

L’activité du parc éolien Le Haut Buisson est la production d’électricité à partir de l’énergie mécanique du vent.

Conformément au § 1.3 Nomenclature des installations classées, p.16, 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 parc éolien Haut Buisson est composé de 8 aérogénérateurs et de quatre postes de livraison. Le gabarit envisagé est de 180 m. Les caractéristiques techniques sont présentées dans le tableau page suivante.

Ainsi, les 8 éoliennes projetées auront les dimensions maximales suivantes :

- un mât d’une hauteur au moyeu maximale de 105 mètres depuis le terrain naturel ;
- un rotor de 150 mètres de diamètre maximum ;
- une hauteur totale des machines, lorsqu’une pale est en position verticale, qui n’excèdera pas 180 mètres depuis le terrain naturel (TN).

L'illustration page suivante présente le plan schématique et les dimensions du gabarit maximal envisagé sur le site.

Les caractéristiques du modèle envisagé est présentée dans le tableau ci-dessous.

Eolienne	Gabarit
Puissance nominale	6,5 MW
Hauteur au moyeu maximale	105 m
Longueur des pales maximale	75 m
Diamètre du rotor maximal	150 m
Hauteur en bout de pale maximale	180 m
Largeur à la base du mât maximale	6 m
Largeur max d'une pale maximale	5 m

Tableau 3. Gabarit d’aérogénérateur envisagé

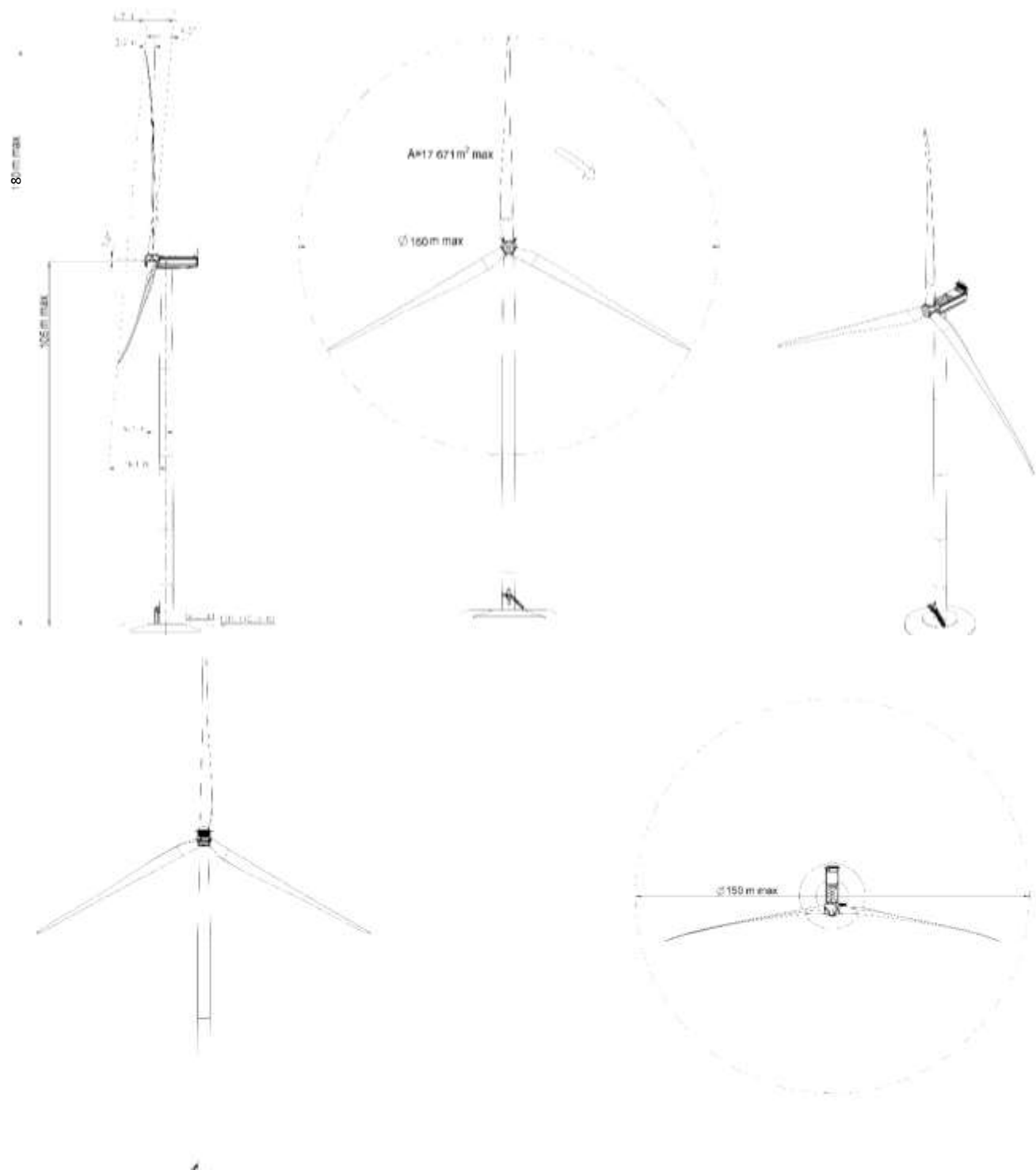


Illustration 3. Plan schématique et dimensions du gabarit maximal envisagé

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des éoliennes (E) et du poste de livraison (PDL) :

Nom de l'installation	L93 (m)		WGS84		Altitude (m NGF)	
	X	Y	E	Latitude	X	Y
ELHB01	620492	6791692	1°55'45.9318" E	48°13'14.6136" N	135 m	315 m
ELHB02	620382	6791259	1°55'40.8853" E	48°13'0.5408" N	134 m	314 m
ELHB03	620273	6790785	1°55'35.9148" E	48°12'45.1404" N	133 m	313 m
ELHB04	620077	6790371	1°55'26.6902" E	48°12'31.6447" N	134 m	314 m
ELHB05	619874	6789861	1°55'17.1908" E	48°12'15.0365" N	133 m	313 m
ELHB06	619591	6789281	1°55'3.8410" E	48°11'56.1210" N	133 m	313 m
ELHB07	620867	6791320	1°56'4.3508" E	48°13'2.7293" N	135 m	315 m
ELHB08	620757	6790902	1°55'59.2932" E	48°12'49.1425" N	134 m	314 m
PDL	620177	6791287	1°55'30.9317" E	48°13'1.3573" N	133 m	-

Tableau 4. Coordonnées géographiques des installations

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

Cf. Dossier n°10 – Plan situation
Cf. Dossier n°12 – Plan d'ensemble

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 la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l’anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d’environ 2 m/s, et c’est souvent 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 4 et 15 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l’arbre dit « rapide » tourne environ 100 à 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 environ 13 m/s à hauteur de nacelle, l’éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour les aérogénérateurs de 6,5 MW, la production électrique atteint sa puissance nominale dès que le vent atteint une vitesse de l'ordre de 13 m/s. Selon le logiciel Windpro, la vitesse de rotation nominale est atteinte à 10,7 tours/min.

L’électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50/60 Hz avec une tension de 630 à 720 V selon le modèle considéré. 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 (25 m/s selon le modèle considéré), 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 ou pour les besoins d’une opération de maintenance.

4.2.2. Découpage fonctionnel de l’installation

Elément de l’installation	Fonction	Caractéristiques de l’éolienne-type
Fondation	Ancrer et stabiliser l’éolienne dans le sol	Fondations en béton armé, de forme cylindrique. La construction des fondations dépend de la nature du sol du site d’implantation prévu. Pour l’ancrage du mât, une cage d’ancrage est bétonnée dans les fondations. Le mât et la cage d’ancrage sont vissés ensemble.
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Mât tubulaire conique en acier. Hauteur de l’axe du moyeu maximal : 105 m Hauteur totale maximale des éoliennes : 180 m Diamètre maximal du mât à la base : 6 m Le mât comporte des plateformes intermédiaires et est équipé d’une échelle pourvue d’un système antichute (rail), de plateformes de repos et d’un élévateur de personnel.
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l’énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Génératrice asynchrone ou synchrone. Puissance nominale maximale de 6,5 MW. Tension nominale : entre 630 V et 720 V
Rotor / pales	Capter l’énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	3 pales d’une longueur de l’ordre de 75 m Matériau des pales : Résine d’époxyde renforcée à la fibre de verre/ fibre de carbone / protection parafoudre intégrée. Diamètre du rotor : 150 m. Surface balayée par le rotor : 17 671 m². Plage de vitesse de rotation : de l’ordre de 4 à 15 tours/min selon le vent. Système de freinage : 3 systèmes autonomes de réglage des pales avec alimentation de secours. Frein à disque hydraulique pour l’arrêt du rotor en cas de maintenance
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l’acheminement du courant électrique par le réseau	Transformateur de type sec placé dans la nacelle. Tension de 20 000 Volts en sortie
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l’interface entre le réseau privé et le réseau public	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV, et le comptage de l’électricité produite.

Tableau 5. Caractéristiques techniques des éoliennes

4.2.3. Sécurité de l'installation

4.2.3.1. Règles de conception et système qualité

La société, fournissant les machines et assurant la maintenance, est certifiée ISO 9001. Le système de management de la qualité et tous les processus de production sont conformes à la norme ISO 9001.

Les aérogénérateurs font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

la norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception », qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien. La norme IEC 61400-1 spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes.

la norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « Essais de conformité et certification », qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.

la norme CEI/TS 61400-23:2001 Avril 2001 intitulée « Essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

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

Au cours de la construction de l'éolienne, le maître d'ouvrage mandatera un bureau de vérification pour le contrôle technique de construction.

Les performances des éoliennes sont garanties dans la mesure où les conditions d'installation sont conformes aux spécifications constructeur.

4.2.3.2. Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel

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 utilisés 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,
- 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 les postes 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, dans le § 7.6 Mise en place des mesures de sécurité, p.50.

Cf. Annexe 2 : Analyse de conformité à l'arrêté du 26 août 2011 modifié, p.87

4.2.3.3. Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

L'éolienne est équipée d'un grand nombre de capteurs. Par mesure de sécurité, la totalité de ceux pouvant avoir un impact sur l'intégrité structurelle de la turbine sont redondants. Les capteurs concernés sont par exemple les capteurs de température, de vitesse de vent, de vitesse de rotation...

Ainsi, si l'un d'eux est défaillant, le second prendra le relais et relayera l'information par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24 h sur 24 et 7 jours sur 7.

4.2.3.4. Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de commande du manufacturier des éoliennes et depuis le centre de supervision de l'exploitant du parc éolien.

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres.

Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, les éoliennes seront équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un ordinateur équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS.

Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

4.2.3.5. Méthodes et moyens d'intervention

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par l'exploitant du parc éolien. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre. Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type du sinistre.

Une voie d'accès donne aux services d'interventions un accès facilité au site du parc éolien.

Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.

4.2.4. Opérations de maintenance de l'installation

Le programme préventif de maintenance s'étale sur trois niveaux :

type 1 : vérification après 500 à 1500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor... et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne),

type 3 : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), des équipements mécaniques et hydrauliques, de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique,

type 4 : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

Pour la maintenance, une équipe de techniciens spécialisés est implantée localement. En cas de déviance sur la production ou d'avaries techniques, une équipe de maintenance interviendra sur le site.

Ainsi 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 en matière d'exploitation.

■ Contrôles réglementaires périodiques

S'agissant d'une installation classée, l'exploitant s'assure également de la conformité réglementaire du parc au regard de la sécurité des travailleurs et de l'environnement. Il fait contrôler par un organisme indépendant agréé le maintien en bon état des équipements électriques, des moyens de protection contre l'incendie, des protections individuelles et collectives contre les chutes de hauteur, des moyens de levage, des élévateurs de personnes et des équipements sous pression.

Le matériel de lutte contre l'incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.

En fin de construction, des essais sont planifiés avant mise en service effective, afin de vérifier les réglages. Ils comprendront notamment un arrêt, un arrêt d'urgence et un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime. L'état fonctionnel de ces équipements de mise à l'arrêt sera ensuite testé au minimum une fois par an. Cette opération est intégrée au plan de maintenance du fournisseur des machines.

Par ailleurs, l'exploitant réalisera ou fera réaliser les différents types de contrôle prévus à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié : brides de fixations, brides de mât, fixation des pales, contrôle visuel du mât. Ces derniers devront être effectués dans un délai de 3 mois et 1 an après la mise en service, puis au minimum tous les 3 ans. Les pales et les éléments susceptibles d'être endommagés feront l'objet d'un contrôle visuel au minimum tous les 6 mois.

Un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité sera également planifié tous les ans. Le plan de maintenance intégrera l'ensemble de ces contrôles. Les rapports de contrôle seront tenus à disposition de l'inspection des installations classées.

Les fonctions de sécurité et la périodicité de la maintenance sont présentées dans le § 7.6, p.50.

4.2.5. Stockage et flux de produits dangereux

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

4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation

4.3.1. Raccordement électrique habituel d'un parc éolien

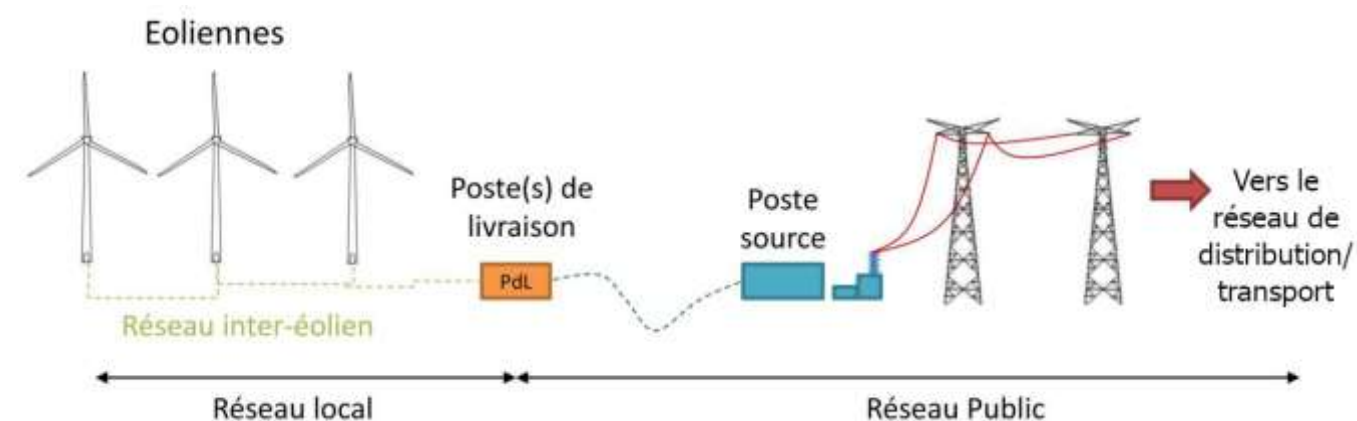


Illustration 4. Raccordement électrique des installations

4.3.1.1. Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans 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 en accotement de voies ou en plein champ.

4.3.1.2. Poste de livraison

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

4.3.1.3. Réseau électrique externe

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

Cf. Dossier 5- Etude d'impact

§ 5.1.2.5. Le réseau inter-éolien, les postes de livraison et le raccordement externe

4.3.2. Raccordement électrique du parc éolien Le Haut Buisson

Les différents aérogénérateurs, les postes de livraison, les réseaux électriques enterrés sont représentés sur les plans d'ensemble du dossier de demande d'autorisation environnementale.

Cf. Fichier 11 et 13 du DAE- Plan de situation et plans

Le raccordement des éoliennes entre elles et aux postes de livraison, ainsi que la jonction au réseau extérieur seront réalisés en souterrain, depuis les postes de livraison vers le poste source qui sera défini par le gestionnaire du réseau (par exemple Enedis).

4.3.3. Autres réseaux

Le parc éolien Le Haut Buisson 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 POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

5.1. Potentiels de dangers liés aux produits

Les produits utilisés dans le cadre du parc éolien Le Haut Buisson permettent 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 dangereux ;

Produits de nettoyage et d’entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyeurs...) et les déchets non dangereux associés (pièces usagées non souillées, cartons d’emballage...).

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

5.1.1. Inventaire des produits

La liste des produits est fournie dans le tableau suivant, ici pour une éolienne Nordex N149 (l’inventaire et les ordres de grandeur seront similaires quelque soit le modèle finalement retenu) :

Lieu de lubrification	Désignation	Lubrifiant	Quantité	Classe de matière dangereuse
Système de refroidissement / Génératrice / Convertisseur	Varidos FSK 45	Liquide de refroidissement	env. 70 L	Xn
Roulements de la génératrice	Klüberplex BEM 41-132	Graisse	env. 9,4 kg	-
Multiplicateurs, circuits de refroidissement inclus	Mobilgear XMP 320	Huile minérale	450L	-
	Pour CCV : Optigear Synthetic / A320Optigear Synthetic	Huile synthétique	550 L	
	X320Mobilgear SHC XMP 320		ou 650 L	
Système Hydraulique	Shell Tellus S4 VX 32	Huile minérale	env. 25 L	-
Palier de rotor	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	env. 30 kg	-
Roulement d'orientation de pale / Voie de roulement	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	3 x 4,9 kg	-

Lieu de lubrification	Désignation	Lubrifiant	Quantité	Classe de matière dangereuse
Engrenage	Ceplattyn BL Gleitmo 585 K pour CCV	Graisse Graisse	env. 0,5 kg	-
Engrenage (orientation de pale)	Mobil SHC 629	Huile synthétique	3 x 11 L	-
Engrenage de système d'orientation	Mobil SHC 629	Huile synthétique	3/4 x 21 L	-
Roulements de système d'orientation / Voie de roulement	Mobil SHC Graisse 460 WT	Graisse	3,8 kg	-
/ Engrenage	Ceplattyn BL Gleitmo 585 K pour CCV	Graisse Graisse	env. 0,5 kg	-
Transformateur	-	-	-	-
Nota : Graisse = lubrifiant solide ; huile = lubrifiant liquide.				

Tableau 6. Inventaire et ordre de grandeur des produits utilisés dans les éoliennes N149

(Source : NORDEX)

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

L’exploitant devra apporter des détails sur ces produits au moment de la mise en service de l’installation.

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

5.1.2. Dangers des produits

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien Le Haut Buisson 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.

L’hexafluorure de soufre (SF₆), gaz utilisé dans les équipements électriques haute tension en tant qu’isolant électrique, 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 SF₆ possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection).

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

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

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.

Les produits seront présents en quantité restreinte sur le site.

Compte tenu de la nature des matières stockées sur le site et de leur quantité, aucune mesure n'est prévue hormis les kits anti-pollution qui équiperont les véhicules de maintenance (Cf. *Mesure de sécurité n° 8 p.53*).

Il n’y a pas de problème d’incompatibilité des produits entre eux ou bien vis-à-vis des matériaux utilisés pour leur stockage.

5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l’installation

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

Chute d’éléments de l’aérogénérateur (boulons, morceaux d’équipements, etc.) ;

Projection d’éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.) ;

Effondrement de tout ou partie de l’aérogénérateur ;

Echauffement de pièces mécaniques ;

Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant.

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

5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

5.3.1. Principales actions préventives

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

5.3.1.1. Réduction des dangers liés aux produits

Comme précédemment indiqué, les produits présents dans une éolienne sont des lubrifiants. La quantité est de l'ordre de 400 à 1 500 litres par éolienne, et les lubrifiants doivent être contrôlés et partiellement renouvelés tous les 6 mois à 5 ans selon le type. Les quantités de produits ne peuvent être diminuées et les produits lubrifiants en eux-mêmes ne peuvent faire l'objet de substitution (considérés comme non dangereux pour l'environnement si utilisés comme recommandés et combustibles mais non inflammables). Les produits de nettoyage de type solvant, classés comme dangereux pour l'environnement peuvent quant à eux potentiellement faire l'objet de substitution. On rappelle cependant que ces produits ne sont utilisés que de manière ponctuelle et ne sont pas présents sur le site.

On note que la nacelle fait office de bac de récupération en cas de fuite au niveau de la couronne d'orientation ; la plateforme supérieure du mât, étanche, est également conçue pour collecter les éventuelles fuites. Le transformateur, présent dans le mât de l'éolienne, ne nécessite pas de bac de récupération car un système sec est utilisé, qui ne nécessite l'usage d'aucun lubrifiant.

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

5.3.1.2. 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. Ces choix sont synthétisés ci-après :

Des mesures de vents ont été effectuées en amont du projet permettant une prévision des conditions climatiques. Le choix de l'éolienne est adapté à ces conditions ;

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

- Un éloignement des aérogénérateurs de 500 m des habitations et zones constructibles,
- 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.

Les moyens techniques de VENSOLAIR et du constructeur sont mis à disposition via un contrat d'exploitation et de maintenance ;

Le projet bénéficie de l'expérience de Vensolair dans le développement de projet éolien.

En outre, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien Le Haut Buisson sont les suivantes :

- Le fournisseur des éoliennes qui assurera leur maintenance disposera d'un système de management HSE respecté par tous leurs salariés.
- Le respect des règles de conduite et la limitation de la vitesse de circulation des engins et véhicules seront imposés. Un plan de circulation sera établi pour l'accès depuis les routes les plus proches.
- Les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et l'habilitation du travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Les techniciens du constructeur retenu sont formés, entraînés et autorisés. Ils sont équipés de leurs EPI.
- Des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements.
- Le design et l'assemblage des équipements respectent les normes en vigueur et normes constructeur.

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 une prévention et à une réduction intégrées de la pollution provenant d'un large éventail d'activités industrielles et agricoles. Elle réunit en un seul texte sept directives préexistantes distinctes relatives aux émissions industrielles. Les dispositions correspondant à la directive IPPC⁵ sont regroupées au sein de son chapitre II. Ce texte renforce tous les grands principes de la directive IPPC, élargit légèrement le champ d'application et introduit de nouvelles dispositions en matière de remise en état des sols.

La directive IED prévoit que les conditions d'autorisation doivent être fondées sur les MTD (« meilleures techniques disponibles »).

En particulier, les valeurs limites d'émission (VLE) définies dans les arrêtés d'autorisation d'exploiter doivent garantir que les émissions n'excèdent pas, dans des conditions normales d'exploitation, les niveaux d'émission associés aux MTD définies dans les conclusions sur les MTD » (article R. 515-67).

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.

⁵Directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »)

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 spécialisées, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'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 effectué en mars 2012, et complété par les données disponibles de la base de données ARIA (consultation fin 2022).

Cf. Annexe 3 : Annexe B du guide technique, inventaire de l’accidentologie réalisé en mars 2012 par le groupe de travail INERIS/SER FEE
Complément à l'accidentologie (mise à jour en juillet 2022)

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 de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires ;
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens ;
- Site Internet de l’association « Vent de Colère » ;
- Site Internet de l’association « Fédération Environnement Durable » ;
- Articles de presse divers ;
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

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

Dans l’état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d’élaboration de l’étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l’année 2000. L’ensemble de ces sources permet d’arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 133 incidents a pu être recensé entre 2000 et septembre 2024.

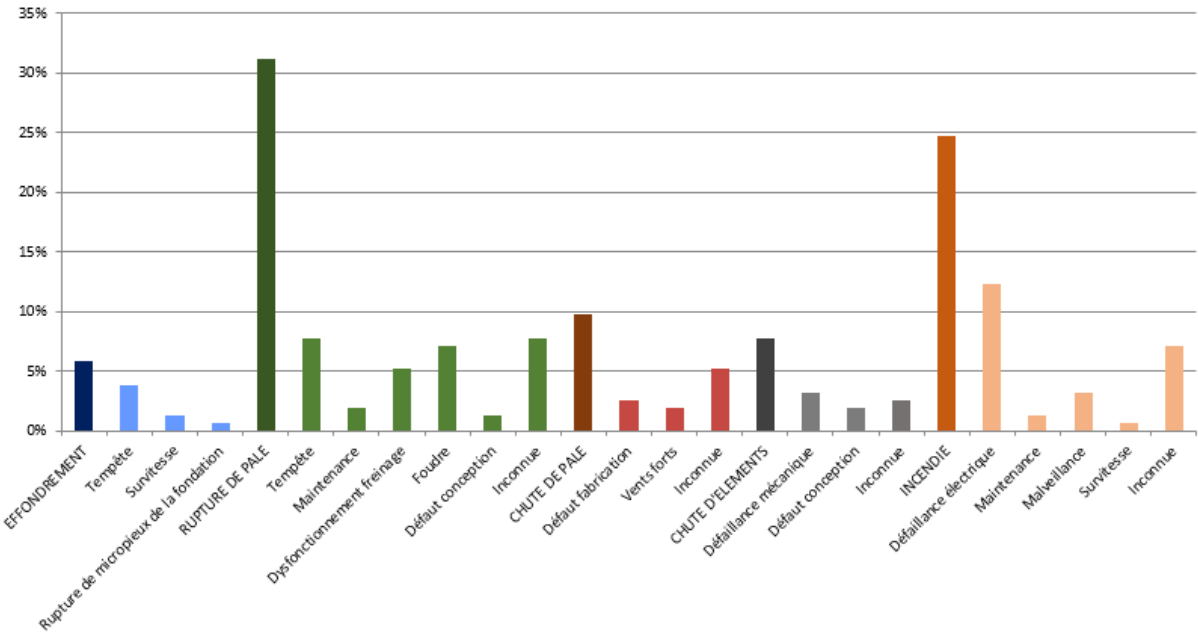
Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens (parcs installés dans les années 90 et la première moitié des années 2000), qui ne bénéficient généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d’aérogénérateurs français entre 2000 et juillet 2021. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n’ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

Dans ce graphique sont présentés :

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

Répartition des évènements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et février 2024



(Source : Groupe de travail FEE sur l’accidentologie des parcs éoliens)

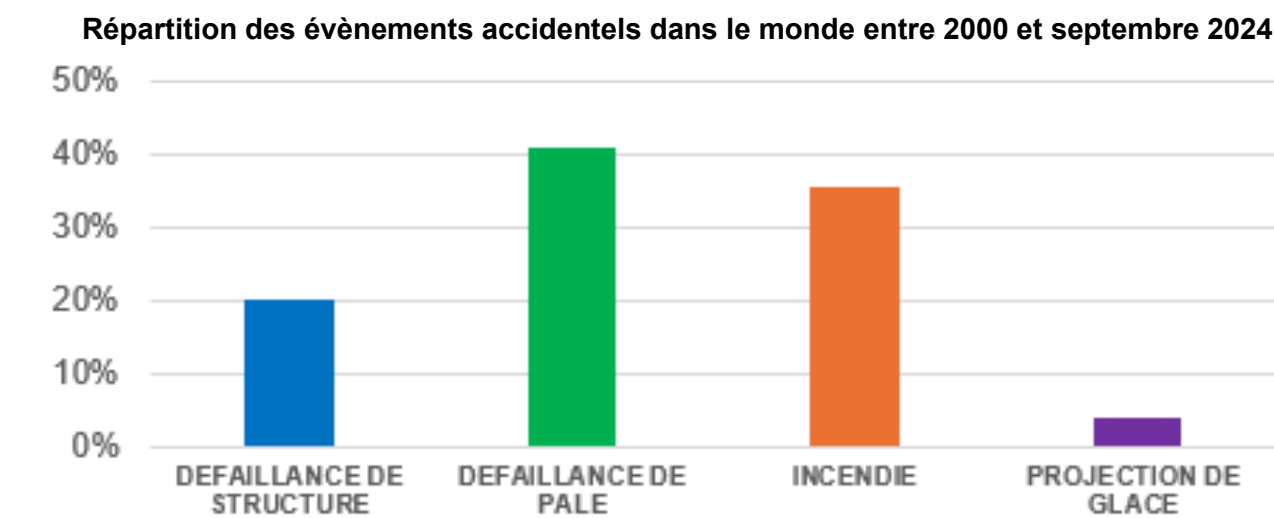
Par ordre d’importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale et les incendies, les chutes d’éléments, les chutes de pale et les effondrements. Les principales causes de ces accidents sont liées à la conception des machines, régulièrement mise en cause en cas de tempête, et aux défaillances électriques.

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.

Le nombre total d'accidents recensés, dans le rapport « Summary of Wind Turbine Accident data to 30 septembre 2024 »⁶, en date du 30 septembre 2024, est de 5 737 dont 176 sont recensés comme des accidents fatals ayant engendré 240 décès (146 décès parmi le personnel direct de l'industrie éolienne et 97 personnes extérieures). 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.

Sur les 5 737 accidents décrits dans le rapport, 1 363 accidents sont considérés comme des « accidents majeurs » et pris en compte dans l'étude de dangers selon la répartition suivante :

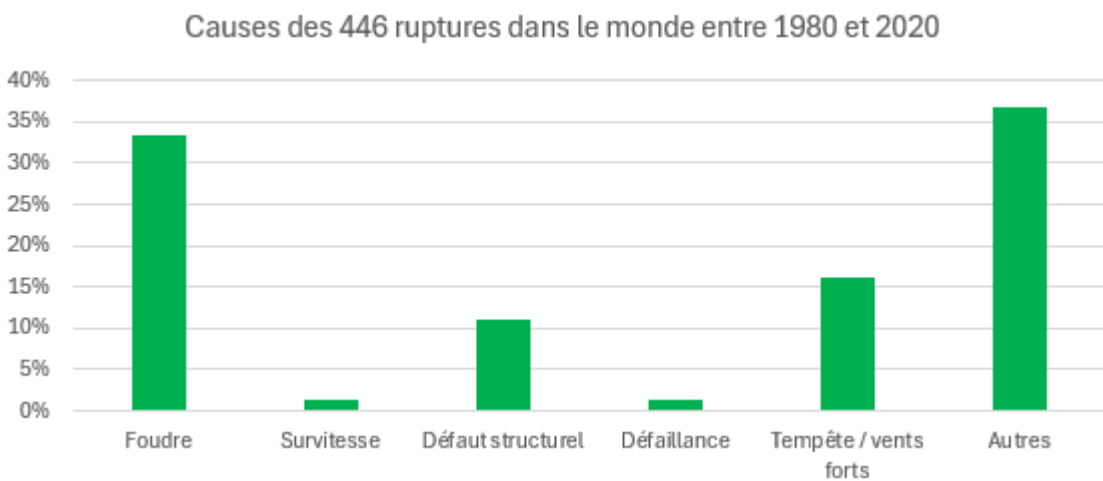
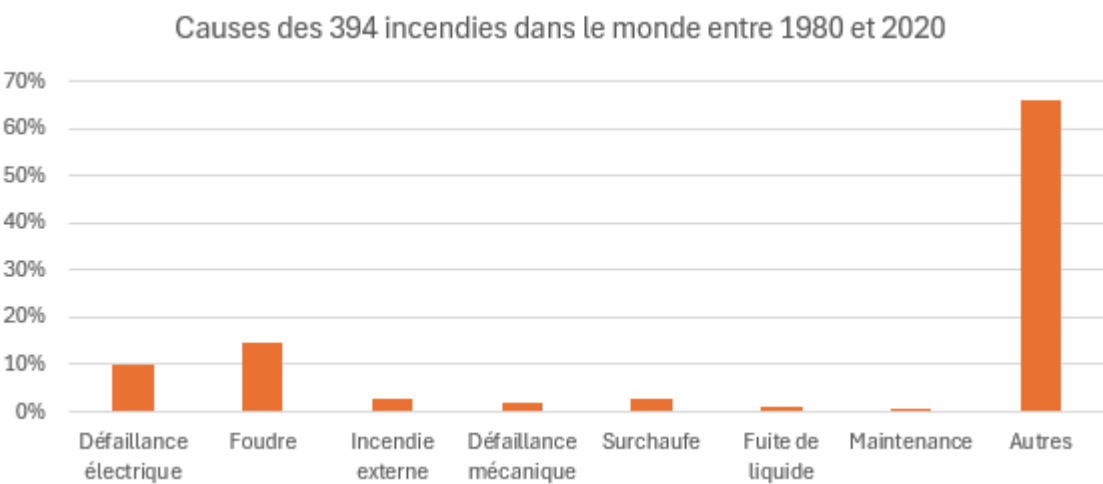
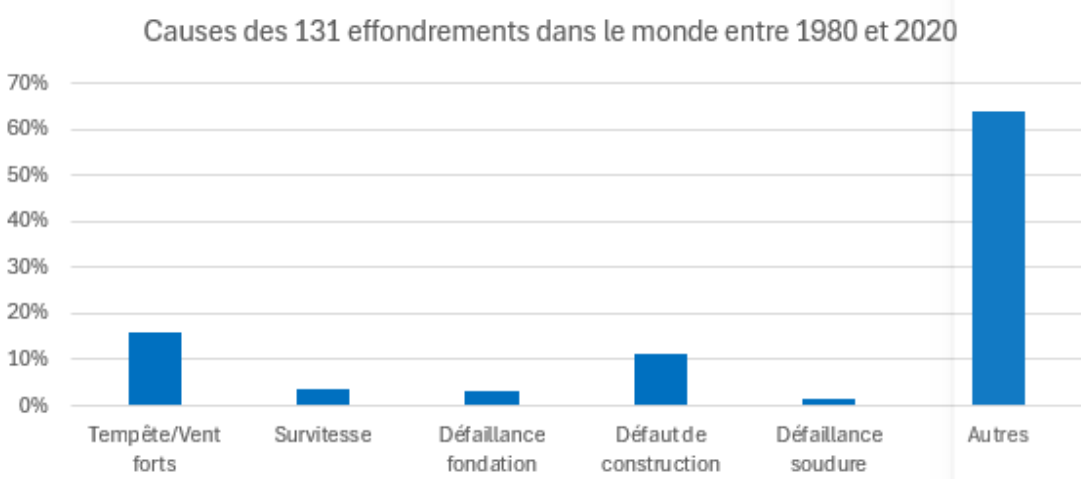


La répartition des évènements accidentels dans le monde entre 2000 et 2024 est du même ordre de grandeur que celle qui avait été observée entre 2000 et 2011 par le groupe de travail de SER/FEE.

Ci-contre est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés), réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF).

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.

⁶ source : <https://scotlandagainstspin.org/turbine-accident-statistics/>



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

L’installation visée ne relève pas de l’extension d’une installation existante ni d’une révision de l’étude de dangers.

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.

L’illustration 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 récentes, équipées de technologies plus fiables et plus sûres.

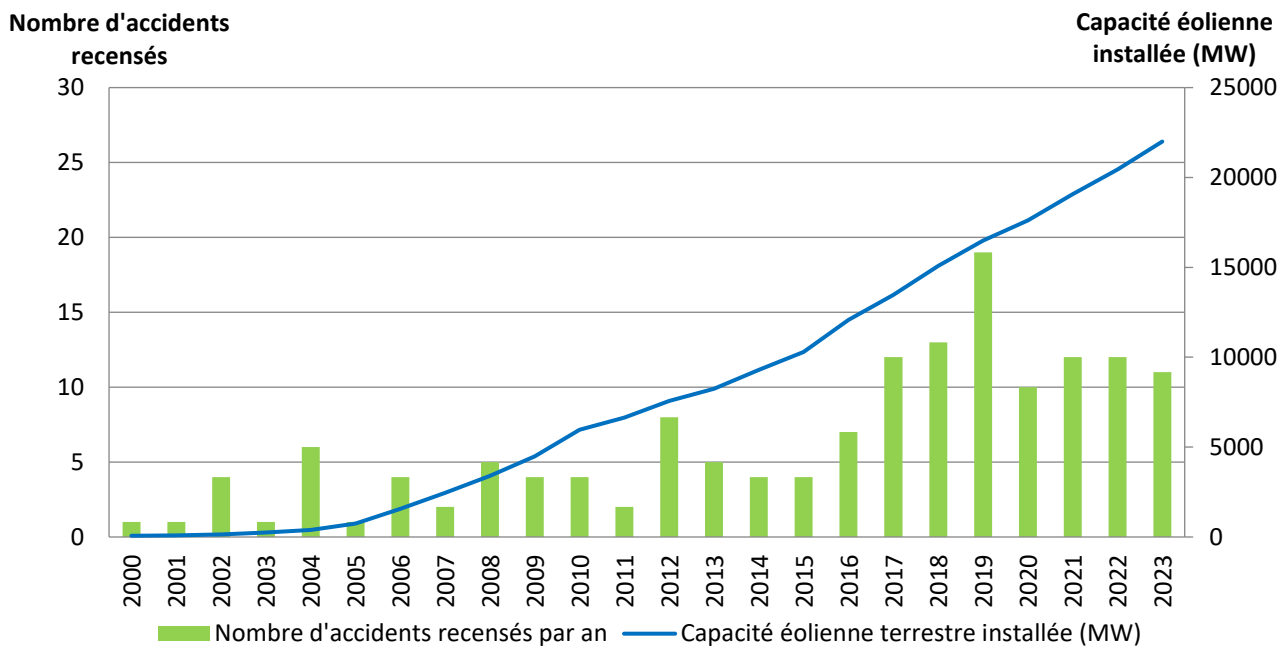


Illustration 5. Evolution du nombre d’incidents annuels en France et nombre d’éoliennes installées
(Source : Groupe de travail FEE sur l’accidentologie des parcs éoliens)

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 ont 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	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance de la voie la plus proche par rapport au mât des éoliennes
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d’un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	ELHB01 : 460 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB02 : 195 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB03 : 78 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB04 : 420 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB05 : 870 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB06 : plus de 1 km de la RD141 (voie non structurante) ELHB07 : 660 m de la RD141 (voie non structurante) ELHB08 : 400 m de la RD141 (voie non structurante)

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance de la voie la plus proche par rapport au mât des éoliennes
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	Non concerné - Infrastructure au-delà du périmètre de 2 km.
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Présence de ligne THT dans le périmètre dont deux éoliennes à moins de 200 m (190 m).
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Distances inter-éoliennes inférieures à 500 m

Tableau 8. Agressions externes liées aux activités humaines

7.3.2. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Fonction
Vents et tempête	La fréquence des vents violents ⁷ (jours pendant lesquels on enregistre des rafales dont la vitesse est supérieure à 58 km/h) est de 48,4 jours par an (dont 0,7 jour au cours desquels la vitesse du vent est supérieure à 100 km/h) pour la station d'Orléans-Bricy. Il est à noter que les régions les plus exposées aux vents violents le sont une centaine de jours par an.
Foudre	La densité de foudroiement du site est faible (0,5 coup/km²/an). D'autre part, les éoliennes retenues respecteront la norme IEC 61 400-24 et seront en outre équipées d'un dispositif agréé reliant les pales à la terre. Ce dispositif permet de réduire considérablement les risques d'atteinte grave de l'éolienne en cas de foudre.
Glissement de sols / Affaissements miniers	Aucun mouvement de terrain ni aucune cavité n'a été recensé dans un rayon de 500 m autour des éoliennes. Une étude géotechnique préalable aux travaux vérifiera l'absence de cavité souterraine et d'anomalie du sous-sol au droit de l'implantation des éoliennes.

Tableau 9. Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques 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, p.50.

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

7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Le tableau ci-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 » ;
- 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.

⁷Sur l'échelle de Beaufort, une tempête correspond à des vents dont la vitesse est comprise, entre 89 et 102 km/h ; le terme d'ouragan est parfois employé, sous nos latitudes, pour désigner une tempête dont les vents soufflent à plus de 118 km/h (Source : F. BRUEL, www.alertes-meteo.com)

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

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Chute fragments et chute mât	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 10. 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 ne se situe dans ce périmètre.

7.6. Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux de sécurité 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 ou de déduction redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Quelques minutes (<60) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne		
Maintenance	Vérification du système suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage sur le chemin d'accès des éoliennes. Eloignement des zones habitées et fréquentées.		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace sur le chemin d'accès des éoliennes (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 % 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	Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne. En cas de dépassement de seuils, des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif), voire son arrêt. Tout phénomène anormal est automatiquement répertorié, tracé via le système SCADA de l'éolienne et donne lieu à des analyses, et si nécessaire, des interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Vérifications du bon fonctionnement des capteurs lors des visites de maintenance		
Maintenance	Maintenance préventive annuelle de la génératrice et de son système de refroidissement, ainsi que du multiplicateur (y compris le système de refroidissement de l'huile du multiplicateur). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1		
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 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 modifié.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d’arrêt simple, d’arrêt d’urgence et de la procédure d’arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l’article 15 de l’arrêté du 26 août 2011 modifié.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel (maintenance préventive annuelle) conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l’équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d’un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l’éolienne sont équipés d’organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d’une coupure de la transmission électrique et à la transmission d’un signal d’alerte vers l’exploitant qui prend alors les mesures appropriées.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l’ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d’isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l’article 10 de l’arrêté du 26 août 2011 modifié.		

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) Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation) Parasurtenseurs sur les circuits électriques		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Mesure de terre lors des vérifications réglementaires des installations électriques		
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 modifié. Contrôle de l’état de l’installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l’éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l’arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d’alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L’éolienne est également équipée d’extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d’intervention (cas d’un incendie se produisant en période de maintenance).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l’enclenchement de l’alarme L’exploitant ou l’opérateur désigné sera en mesure de transmettre l’alerte aux services d’urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l’entrée en fonctionnement anormal de l’aérogénérateur. Le temps d’intervention des services de secours est, quant à lui, dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	Vérification de la plausibilité des mesures de température		
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 modifié. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d’huiles Systèmes d’étanchéité et dispositifs de collecte / récupération 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. Présence d'un système de collecte des fluides contenus dans les composants de l'éolienne (la nacelle et la plateforme supérieure du mât sont conçues pour collecter les éventuelles fuites). Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s’effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l’élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d’urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : – de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; – d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; – de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s’avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d’huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l’éolienne et les défauts d’assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d’assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l’éolienne. Ainsi la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont 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 (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	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l’arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yaw Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l’article 18 de l’arrêté du 26 août 2011 modifié. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors des maintenances préventives annuelles.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance		
Description	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les opérations de maintenance font l’objet d’un rapport permettant la réalisation d’un suivi.		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Inspection et suivi des données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes		
Description	Toutes les pièces de l'éolienne sont protégées contre la corrosion et les autres influences néfastes de l'environnement au moyen d'un revêtement spécial à plusieurs couches. Des contrôles visuels sont réalisés lors des opérations de maintenance. Les données mesurées par les capteurs et les sondes présentes dans l'éolienne sont suivies, enregistrées et traitées afin de détecter les éventuelles dégradations des équipements. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, une inspection de l'équipement potentiellement dégradé est réalisée.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite		
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60 s suivant le programme de freinage		
Efficacité	100 %		
Tests	Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. 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 / 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 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.		

Fonction de sécurité	Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	N° de la fonction de sécurité	13
Mesures de sécurité	Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)		
Description	Surveillance du réseau + surveillance des défaillances réseau par le convertisseur principal qui entraîne la déconnexion de l'éolienne du réseau électrique. Commande de l'éolienne et communication externe assurées pendant environ 10 min, permettant l'arrêt automatique de l'éolienne.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	150 ms pour identifier une défaillance réseau 15 à 60 s pour l'arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage		
Efficacité	100%		
Tests	Vérification de la charge des batteries d'alimentation de secours des systèmes pitch lors de la séquence de démarrage de l'éolienne		
Maintenance	Remplacement des batteries du système pitch au cours de la maintenance quinquennale. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

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

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

7.7. 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. Dans le cas d’un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n’est pas atteinte. Dans le cas d’un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l’arrêté du 26 août 2011 modifié encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l’étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d’éléments (ou des projections) interviennent lors d’un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d’éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d’incendie de ces éléments, les effets ressentis à l’extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l’arrêté du 26 août 2011 modifié [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. Une éolienne est implantée dans le périmètre de protection rapprochée d’un captage en eau potable et respecte le règlement associé. Ce scénario ne nécessite donc pas d’être détaillé dans le chapitre de l’étude détaillée des risques.

Tableau 11. 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.

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 national relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

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

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 (référence [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 : seuils d'exposition très forte
- 1 % d'exposition : seuil d'exposition forte

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

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

Tableau 12. 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 13. Grille de cotation en gravité de l’arrêté du 29 septembre 2005

■ Méthodologie et hypothèse de travail des comptages

Cf. § 3.4

Cartographie de synthèse
§ 3.4.1 Méthodologie de comptage, p.25
§ 3.4.2

Hypothèses de travail, p.25

E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	≤10 ⁻⁵
---	---	-------------------

Tableau 14. 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 :

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

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

P_{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

Cf. Annexe 3 : Annexe 1.D du guide technique, probabilité d’atteinte et risque individuel

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

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.

Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

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

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
------------------	---------	---------------

8.2. Caractérisation des scénarios retenus

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

8.2.1. Effondrement de l'éolienne

■ Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit, dans le cas des éoliennes du parc Le Haut Buisson : 180 m.

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.

	Eoliennes
R est la longueur d'une pale	R = 75 m
D/2 est la longueur d'un demi-diamètre	D/2 = 75 m
LB est la largeur maximale de la pale	LB = 5 m
H est la hauteur au moyeu	H = 105 m
L est la largeur à la base du mât	L = 6 m

⁸ Dans le guide technique les formules initiales sont : $(H) \times L + 3 \times R \times LB/2$ et $\pi \times (H+R)^2$. Toutefois, la longueur de la pale R étant inférieure à la demi-longueur du rotor D/2, et H étant la hauteur du mât au moyeu, les formules $(H) \times L + 3 \times D/2 \times LB/2$ et $\pi \times (H+D/2)^2$ nous semblent plus représentatives.

Le tableau suivant permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement d'une éolienne dans le cas du parc éolien Le Haut Buisson.

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)				
Eolienne	Zone d'impact (Zi)	Zone d'effet du phénomène étudié (Zε)	Degré d'exposition du phénomène étudié (D)	Intensité
	$Z_i = (H) \times L + 3 \times D/2 \times LB/2$ ⁸	$Z_\epsilon = \pi \times (H+D/2)^2$ ⁸	$D = Z_i \times 100 / Z_\epsilon$	
ELHB01	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte
ELHB02	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte
ELHB03	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte
ELHB04	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte
ELHB05	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte
ELHB06	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte
ELHB07	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte
ELHB08	1 192,5 m²	101 787,6 m²	1,172 %	Exposition forte

Tableau 16. 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 (Cf.   8.1 Rappel des définitions, p.57), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne à :

Intensité	Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte
� Désastreux �		Plus de 100 personnes exposées
� Catastrophique �		Entre 10 et 100 personnes exposées
� Important �		Entre 1 et 10 personnes exposées
� Sérieux �		Au plus 1 personne exposée
� Modéré �		Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement

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)				
Eol.	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, routes et chemins)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m�	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB01	101 787,6	1,018	1,018	Important
ELHB02	101 787,6	1,018	1,018	Important
ELHB03	101 787,6	1,018	1,018	Important
ELHB04	101 787,6	1,018	1,018	Important

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)				
Eol.	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, routes et chemins)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m�	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB05	101 787,6	1,018	1,018	Important
ELHB06	101 787,6	1,018	1,018	Important
ELHB07	101 787,6	1,018	1,018	Important
ELHB08	101 787,6	1,018	1,018	Important

(*) le comptage des routes et chemins non structurants est pris en compte dans le comptage du terrain à Cf.   3.4.2

Hypothèses de travail, p.25

Tableau 17. 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 x 10 ⁻⁴	Retour d’expérience
Specification of minimum distances [6]	1,8 x 10 ⁻⁴ (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d’expérience

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

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’expérience⁹, soit une probabilité de 4,47 x 10⁻⁴ par éolienne et par an. Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l’arrêté du 29 septembre 2005 d’une probabilité « C », à savoir : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d’activité ou dans ce type d’organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut dans le guide technique pour ce type d’événement.

Il est indiqué également dans le guide technique que des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d’effondrement. Ces mesures de sécurité sont notamment :

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

⁹Une année d’expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d’expérience.

De manière générale, le respect de la réglementation en vigueur 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 ».

■ 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 Le Haut Buisson, 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)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
ELHB01	Important	Acceptable
ELHB02	Important	Acceptable
ELHB03	Important	Acceptable
ELHB04	Important	Acceptable
ELHB05	Important	Acceptable
ELHB06	Important	Acceptable

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
ELHB07	Important	Acceptable
ELHB08	Important	Acceptable

Tableau 18. Scénario d’effondrement – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien Le Haut Buisson, le phénomène d’effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Cf. Illustration 3 Plan schématique et dimensions du gabarit maximal envisagé, p.30

Pour le parc éolien, la zone d’effet a donc le rayon suivant : 75 m.

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

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

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l’éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre 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 d’après le guide INERIS. Toutefois, le moyeu ne se situant pas tout à fait dans l’axe du mât, le diamètre de la zone de survol (Ds) est légèrement supérieur au diamètre du rotor (D)

■ 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).

	Eoliennes
Z _I est la zone d'impact	
Z _E est la zone d'effet	
SG est la surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m ²)	
R est la longueur d'une pale	R = 75 m
Ds/2 est la longueur du demi-diamètre de la zone de survol	Ds/2 = 75 m

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

Chute de glace (dans un rayon égal à la zone de survol Ds/2)				
Eolienne	Zone d'impact (Z _I)	Zone d'effet du phénomène étudié (Z _E)	Degré d'exposition du phénomène étudié (D)	Intensité
	Z _I = SG	$Z_E = \pi \times (Ds/2)^2$ ¹⁰	$D = Z_I \times 100 / Z_E$	
ELHB01	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée
ELHB02	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée
ELHB03	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée
ELHB04	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée
ELHB05	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée
ELHB06	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée

¹⁰Dans le guide technique la formule initiale est : $\pi \times R^2$. Toutefois, la longueur de la pale (R) étant inférieure à la demi-longueur de la zone de survol (Ds/2), la formule $\pi \times (Ds/2)^2$ nous semble plus représentative.

Chute de glace (dans un rayon égal à la zone de survol Ds/2)				
Eolienne	Zone d'impact (Z _I)	Zone d'effet du phénomène étudié (Z _E)	Degré d'exposition du phénomène étudié (D)	Intensité
ELHB07	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée
ELHB08	1,0 m ²	17 671,5 m ²	0,006 %	Exposition modérée

Tableau 19. 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 (Cf. § 8.1 Rappel des définitions, p.57), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Hypothèses de travail, p.25

Tableau 20. Scénario chute de glace – cotation de la gravité

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 égal à la zone de survol)				
Eol.	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, routes et chemins)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m²	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB01	17 671	0,177	0,177	Modéré
ELHB02	17 671	0,177	0,177	Modéré
ELHB03	17 671	0,177	0,177	Modéré
ELHB04	17 671	0,177	0,177	Modéré
ELHB05	17 671	0,177	0,177	Modéré
ELHB06	17 671	0,177	0,177	Modéré
ELHB07	17 671	0,177	0,177	Modéré
ELHB08	10 898	0,177	0,177	Modéré

(*) le comptage des routes et chemins non structurants est pris en compte dans le comptage du terrain – Cf. § 3.4.2

■ 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 à la zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
ELHB01	Modéré	Acceptable
ELHB02	Modéré	Acceptable
ELHB03	Modéré	Acceptable
ELHB04	Modéré	Acceptable
ELHB05	Modéré	Acceptable
ELHB06	Modéré	Acceptable
ELHB07	Modéré	Acceptable
ELHB08	Modéré	Acceptable

Tableau 21. Scénario chute de glace – acceptabilité du risque

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

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

8.2.3. Chute d’éléments de l’éolienne

■ 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’éléments 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 d'après le guide INERIS. Toutefois, le moyeu ne se situant pas tout à fait dans l'axe du mât, le diamètre de la zone de survol (Ds) est légèrement supérieur au diamètre du rotor (D)

Cf. Illustration 3 Plan schématique et dimensions du gabarit maximal envisagé, p.30

Pour le parc éolien, la zone d’effet a donc un rayon de 75 m.

■ Intensité

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

Le tableau page suivante permet d’évaluer l’intensité du phénomène de chute d’éléments de l’éolienne dans le cas du parc éolien, avec :

Eoliennes	
d est le degré d’exposition	
Z _i est la zone d’impact	
Z _E est la zone d’effet	
R est la longueur d'une pale	R = 75 m
LB est la largeur maximale de la pale	LB = 6 m
Ds/2 est la longueur du demi-diamètre de la zone de survol	Ds/2 = 75 m

Chute d’éléments de l’éolienne (dans un rayon égal à la zone de survol Ds/2)				
Eolienne	Zone d’impact (Z _i)	Zone d’effet du phénomène étudié (Z _E)	Degré d’exposition du phénomène étudié (D)	Intensité
	Z _i = R*LB/2	Z _E = π x (Ds/2) ² ¹¹	D = Z _i x 100 / Z _E	
ELHB01	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte
ELHB02	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte
ELHB03	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte
ELHB04	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte
ELHB05	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte
ELHB06	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte
ELHB07	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte
ELHB08	187,5 m²	17 671,5 m²	1,061 %	Exposition forte

Tableau 22. Scénario chute d’éléments de l’éolienne – calcul de l’intensité

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

¹¹Dans le guide technique la formule initiale est : π x R². Toutefois, la longueur de la pale (R) étant inférieure à la demi -longueur de la zone de survol (Ds/2), la formule π x (Ds/2)² nous semble plus représentative..

■ 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'éléments de l'éolienne, dans la zone de survol de l'éolienne :

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

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 égal à la zone de survol)				
Eol.	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, routes et chemins)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m²	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB01	17 671	0,177	0,177	Sérieux
ELHB02	17 671	0,177	0,177	Sérieux
ELHB03	17 671	0,177	0,177	Sérieux
ELHB04	17 671	0,177	0,177	Sérieux
ELHB05	17 671	0,177	0,177	Sérieux

Chute d’éléments de l’éolienne (dans un rayon égal à la zone de survol)				
Eol.	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, routes et chemins)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m²	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB06	17 671	0,177	0,177	Sérieux
ELHB07	17 671	0,177	0,177	Sérieux
ELHB08	17 671	0,177	0,177	Sérieux

(*) le comptage des routes et chemins non structurants est pris en compte dans le comptage du terrain – Cf. § 3.4.2 Hypothèses de travail, p.25

Tableau 23. 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 » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d’expérience, soit 4.47 x 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

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

■ 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 100 personnes dans la zone d’effet des éoliennes.

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

Chute d’éléments de l’éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
ELHB01	Sérieux	Acceptable
ELHB02	Sérieux	Acceptable
ELHB03	Sérieux	Acceptable
ELHB04	Sérieux	Acceptable
ELHB05	Sérieux	Acceptable
ELHB06	Sérieux	Acceptable
ELHB07	Sérieux	Acceptable
ELHB08	Sérieux	Acceptable

Tableau 24. Scénario chute d’éléments de l’éolienne – acceptabilité du risque

Ainsi, pour le parc éolien Le Haut Buisson, le phénomène de chute d’éléments des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8.2.4. Projection de pales ou de fragments de pales

■ Zone d’effet

Dans l’accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail 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 distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

■ Intensité

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

Le tableau page suivante permet d’évaluer l’intensité du phénomène de chute d’éléments de l’éolienne, avec :

Eoliennes	
d est le degré d’exposition	
Z _I est la zone d’impact	
Z _E est la zone d’effet	
R est la longueur d’une pale	R = 75 m
LB est la largeur maximale de la pale	LB = 6 m

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)				
Eolienne	Zone d'impact (Z _I)	Zone d'effet du phénomène étudié (Z _E)	Degré d'exposition du phénomène étudié (D)	Intensité
	$Z_I = R \times LB / 2$	$Z_E = \pi \times (500)^2$	$D = Z_I \times 100 / Z_E$	
ELHB01	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée
ELHB02	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée
ELHB03	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée
ELHB04	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée
ELHB05	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée
ELHB06	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée
ELHB07	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée
ELHB08	187,5 m ²	785 398,2 m ²	0,024 %	Exposition modérée

Tableau 25. 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 :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d’effet du phénomène de projection de pale ou de fragment de pale et la gravité associée.

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)				
Eolienne	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, boisements, routes et chemins)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m ²	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB01	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux
ELHB02	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux
ELHB03	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux
ELHB04	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux
ELHB05	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux
ELHB06	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux
ELHB07	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux
ELHB08	785 398,2	7,854	7,854	Sérieux

Tableau 26. 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

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

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

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

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

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

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

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

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

■ Acceptabilité

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

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc 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
ELHB01	Sérieux	Acceptable
ELHB02	Sérieux	Acceptable
ELHB03	Sérieux	Acceptable
ELHB04	Sérieux	Acceptable
ELHB05	Sérieux	Acceptable
ELHB06	Sérieux	Acceptable
ELHB07	Sérieux	Acceptable
ELHB08	Sérieux	Acceptable

Tableau 27. Scénario projection de pales ou de fragments de pales – acceptabilité du risque

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

8.2.5. Projection de glace

■ 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 dans le cas du projet éolien Le Haut Buisson : 382,5 m.

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

Eoliennes	
d est le degré d'exposition	
Zi est la zone d’impact	
Z _E est la zone d’effet	
SG est la surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m²)	
D est la longueur du diamètre du rotor	D = 150 m
H est la hauteur au moyeu	H = 105 m

¹²Dans le guide technique la formule initiale est : $ZE = \pi \times 1,5 \times (H+2R)^2$, 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 de zone d'effet (R _{PG}), soit 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne)				
Eolienne	Zone d’impact (Z _i)	Zone d’effet du phénomène étudié (Z _E)	Degré d’exposition du phénomène étudié (D)	Intensité
	Z _i = SG	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H+D))^2$ ¹²	$D = Z_i \times 100 / Z_E$	
ELHB01	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée
ELHB02	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée
ELHB03	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée
ELHB04	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée
ELHB05	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée
ELHB06	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée
ELHB07	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée
ELHB08	1,0 m²	459 634,6 m²	0,00022 %	Exposition modérée

Tableau 28. 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 :

- Plus de 1000 personnes exposées → « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées → « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Important »
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modéré »

Il a été observé dans la littérature disponible 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 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.

Eolienne	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, boisements)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m ²	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB01	459 635	0,46	0,46	Modéré
ELHB02	459 635	0,46	0,46	Modéré
ELHB03	459 635	0,46	0,46	Modéré
ELHB04	459 635	0,46	0,46	Modéré

Eolienne	Terrains dans la zone d'effet (zone agricole, boisements)*		Comptage du nombre de personnes total	Gravité
	Surface en m ²	Comptage du nombre de personnes sur la zone		
ELHB05	459 635	0,46	0,46	Modéré
ELHB06	459 635	0,46	0,46	Modéré
ELHB07	459 635	0,46	0,46	Modéré
ELHB08	459 635	0,46	0,46	Modéré

Tableau 29. 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 modifié ;
- le recensement d’aucun accident lié à une projection de glace ;

Une probabilité forfaitaire « B –  v nement probable » est proposée pour cet événement.

■ Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « modéré ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 1 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 de RPG = 1,5 x (H+D) autour de l'éolienne)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage *	Niveau de risque
ELHB01	Modéré	oui	Acceptable
ELHB02	Modéré	oui	Acceptable
ELHB03	Modéré	oui	Acceptable
ELHB04	Modéré	oui	Acceptable
ELHB05	Modéré	oui	Acceptable
ELHB06	Modéré	oui	Acceptable
ELHB07	Modéré	oui	Acceptable
ELHB08	Modéré	oui	Acceptable

Tableau 30. Scénario projection de glace – acceptabilité du risque

* Cf. Fonction de sécurité n° 1, p.55

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

8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

8.3.1. Tableau de synthèse des scénarios étudiés

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

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 180 m	Rapide	Exposition forte	D	Important 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'éléments de l'éolienne	Zone de survol Soit 75 m	Rapide	Exposition forte	C	Sérieux pour toutes les éoliennes
S4	Projection de pale ou de fragments 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 382,5 m	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré pour toutes les éoliennes

Tableau 31. Synthèse de la cotation des risques – étude détaillée

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

8.3.2. Synthèse de l’acceptabilité des risques

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

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 et synthétisés précédemment sont insérés dans la matrice de la circulaire :

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		S1			
Sérieux		S4	S3		
Modéré				S5	S2

Tableau 32. 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

Rappel des scénarios

S1	Effondrement de l’éolienne
S2	Chute de glace
S3	Chute d’éléments de l’éolienne
S4	Projection de pale ou 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 au paragraphe 7.6 p.50 sont mises en place.

8.3.3. Cartographie des risques

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

Cf. Carte des risques : éolienne ELHB01, p.75
Cf. Carte des risques : éolienne ELHB02, p.76
Cf. Carte des risques : éolienne ELHB03, p.77
Cf. Carte des risques : éolienne ELHB04, p.78
Cf. Carte des risques : éolienne ELHB05, p.79
Cf. Carte des risques : éolienne ELHB06, p.80
Cf. Carte des risques : éolienne ELHB07, p.81
Cf. Carte des risques : éolienne ELHB08, p.82



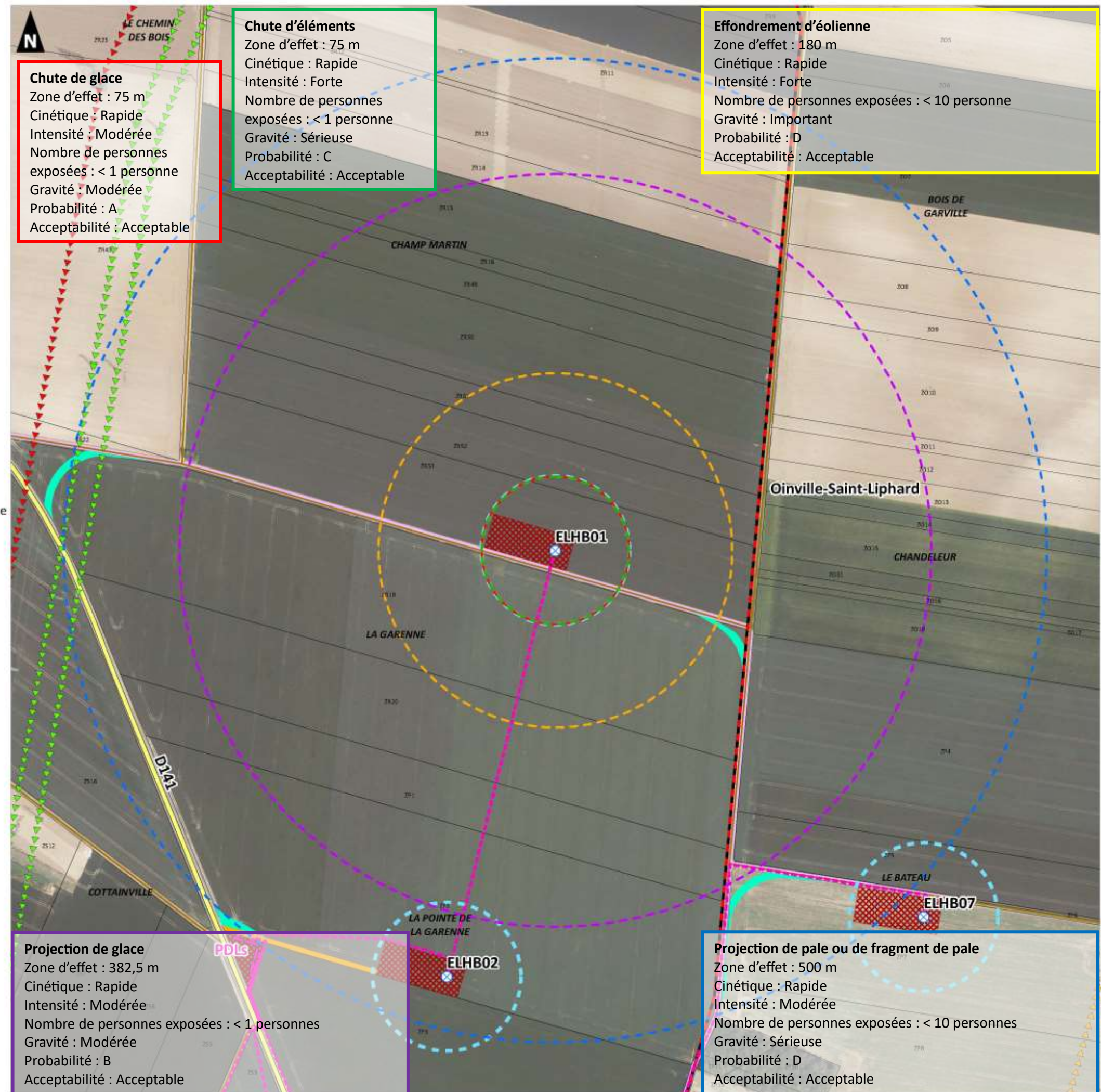
1:4 000

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

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024





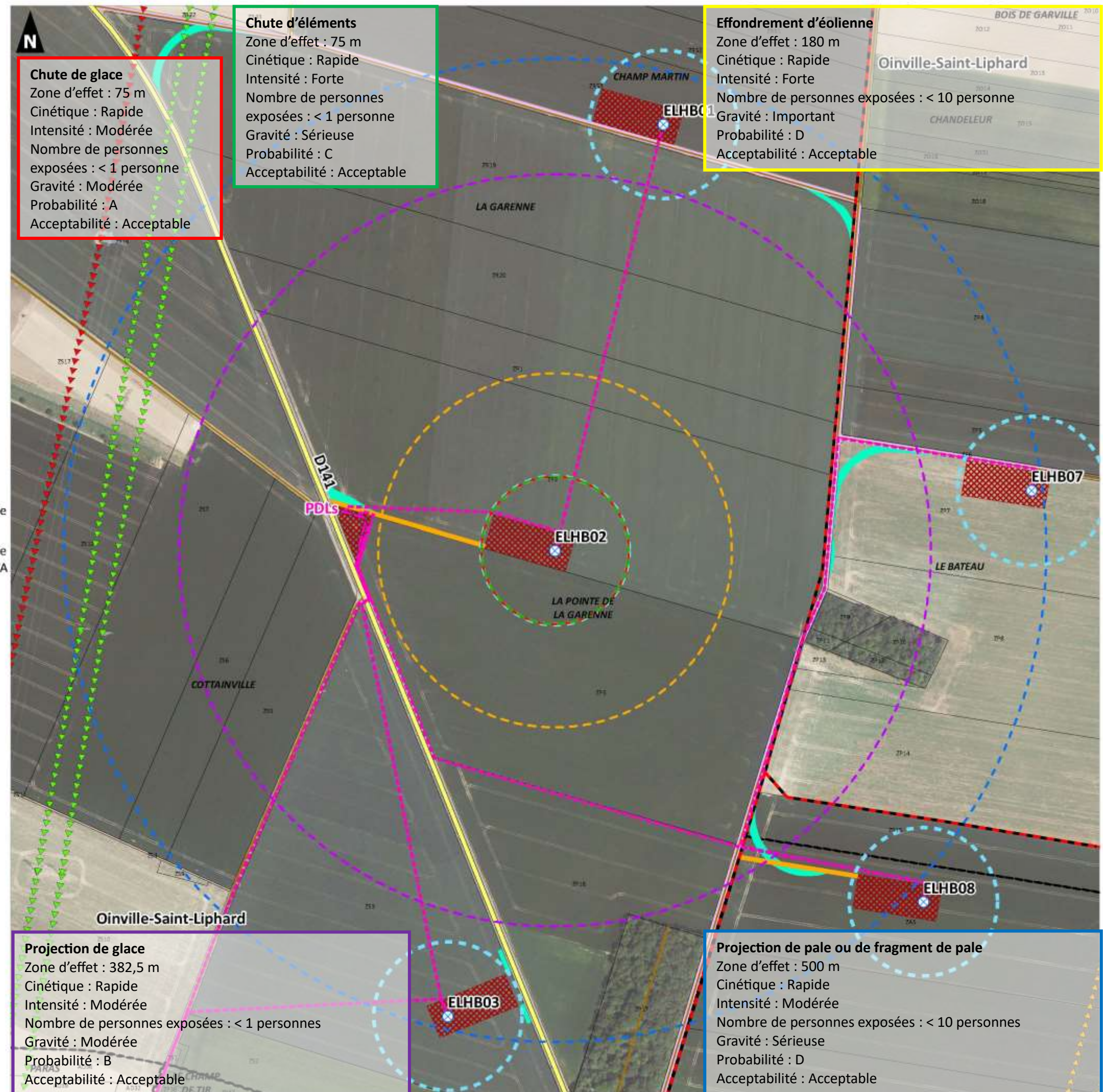
1:4 000

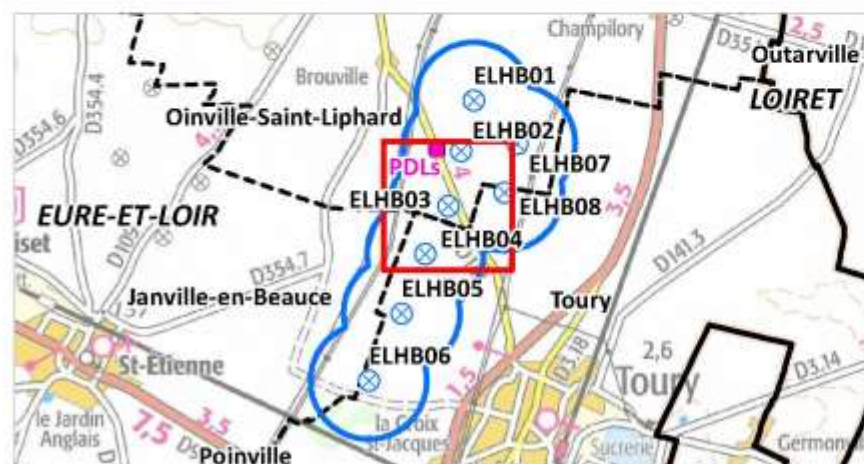
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024





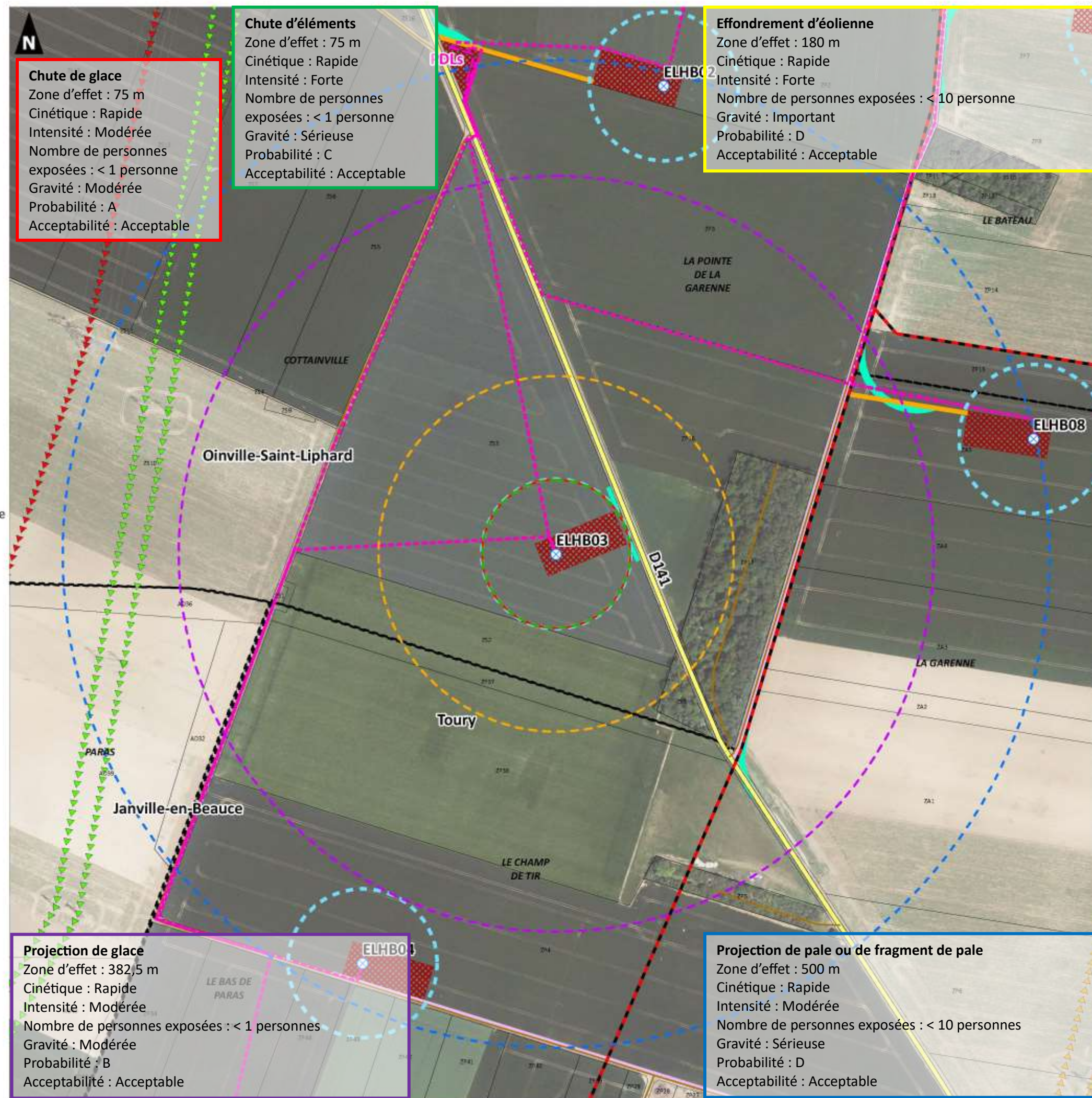
1:4 000

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

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024



Carte des risques
- Eolienne ELHB04 -

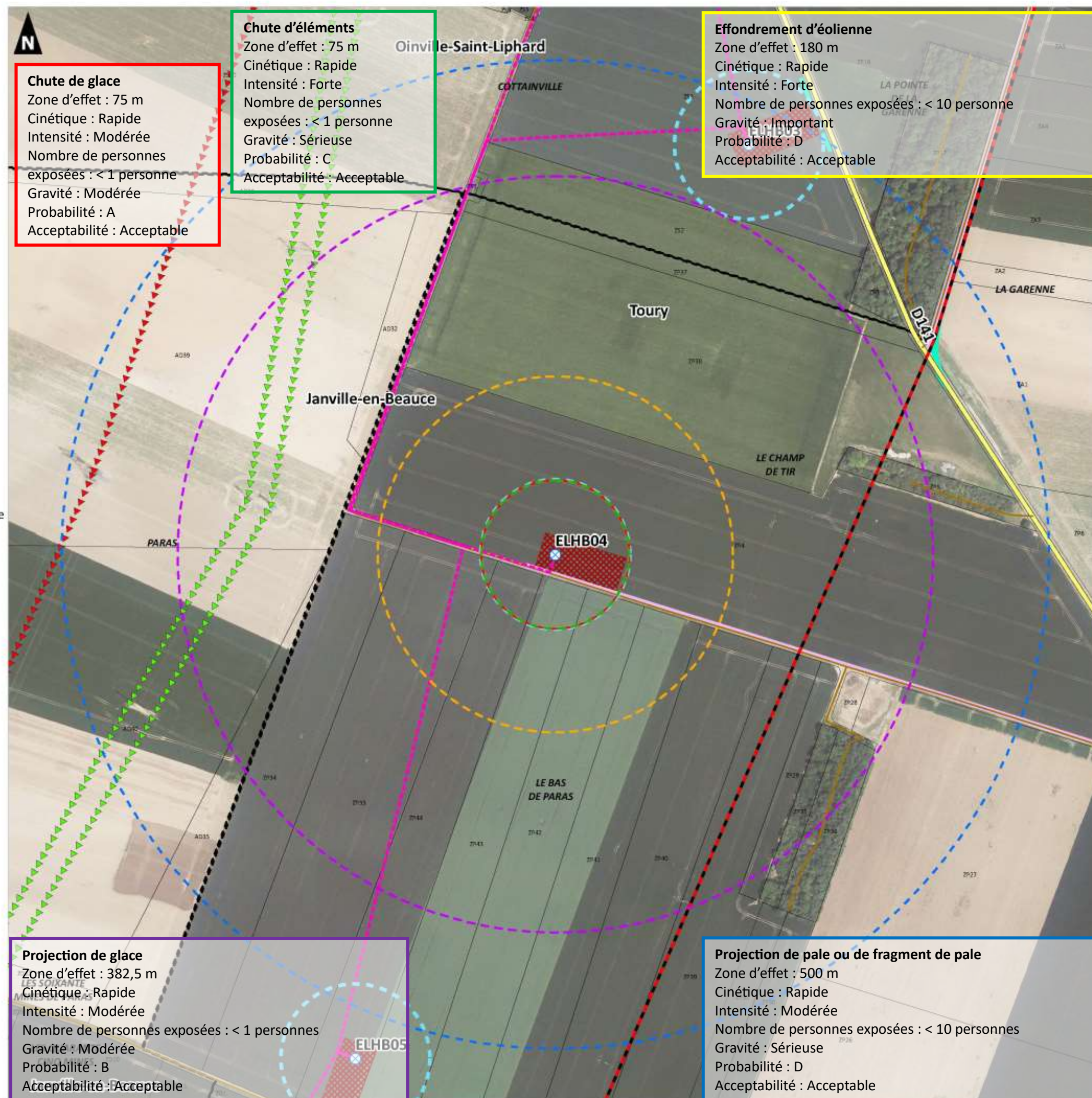
1:4 000

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

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024

**Chute de glace**

Zone d'effet : 75 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 1 personne
Gravité : Modérée
Probabilité : A
Acceptabilité : Acceptable

Chute d'éléments

Zone d'effet : 75 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Forte
Nombre de personnes exposées : < 1 personne
Gravité : Sérieuse
Probabilité : C
Acceptabilité : Acceptable

Effondrement d'éolienne

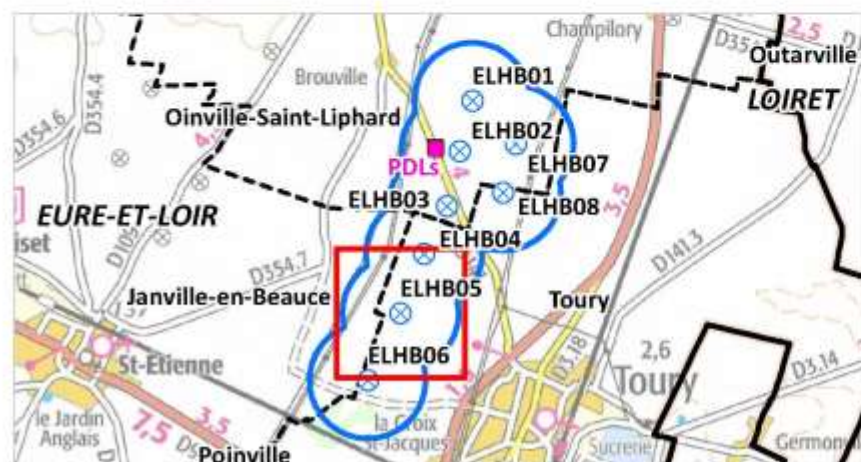
Zone d'effet : 180 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Forte
Nombre de personnes exposées : < 10 personnes
Gravité : Important
Probabilité : D
Acceptabilité : Acceptable

Projection de glace

Zone d'effet : 382,5 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 1 personnes
Gravité : Modérée
Probabilité : B
Acceptabilité : Acceptable

Projection de pale ou de fragment de pale

Zone d'effet : 500 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 10 personnes
Gravité : Sérieuse
Probabilité : D
Acceptabilité : Acceptable



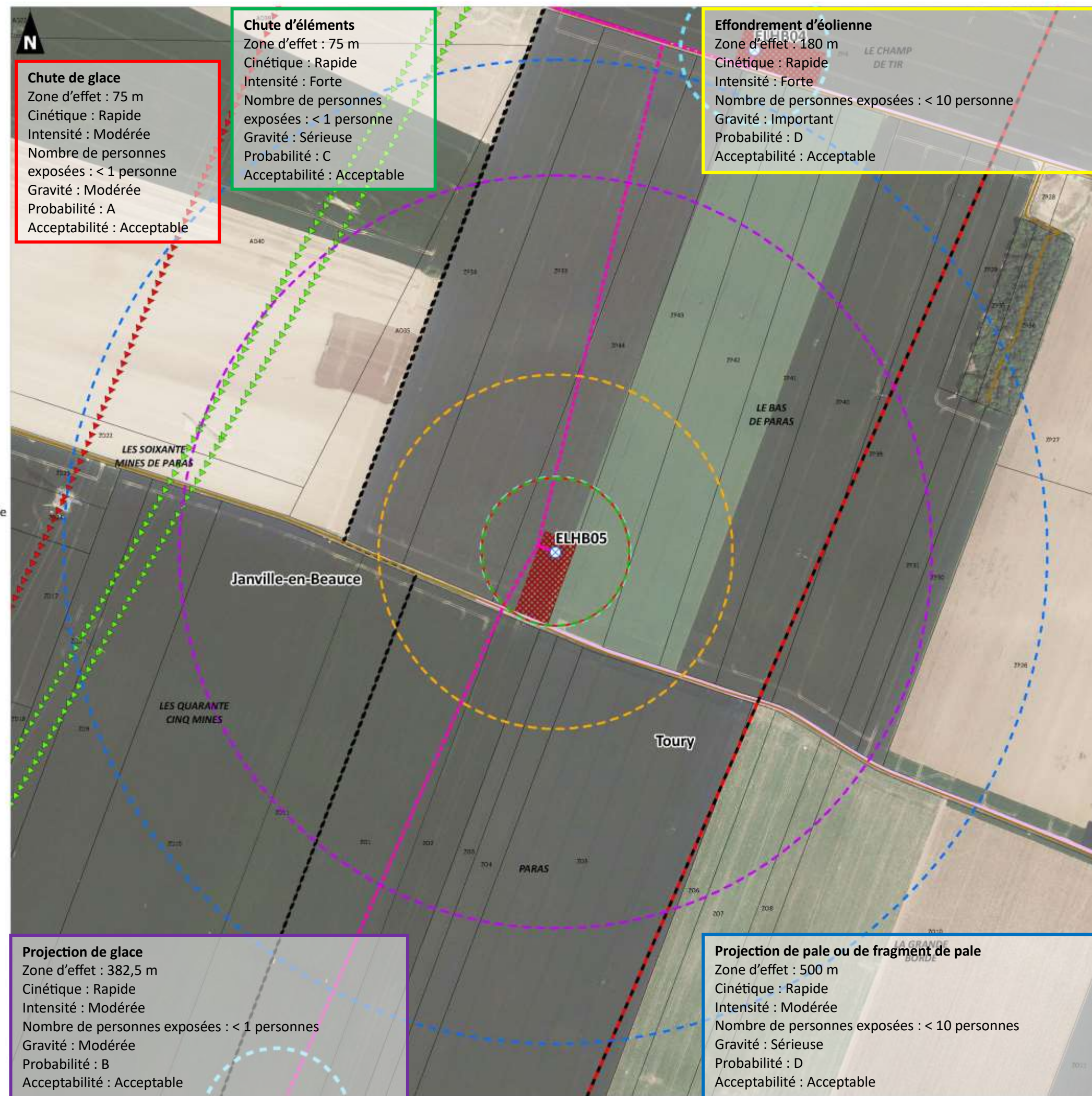
1:4 000

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

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024

**Chute de glace**

Zone d'effet : 75 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 1 personne
Gravité : Modérée
Probabilité : A
Acceptabilité : Acceptable

Chute d'éléments

Zone d'effet : 75 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Forte
Nombre de personnes exposées : < 1 personne
Gravité : Sérieuse
Probabilité : C
Acceptabilité : Acceptable

Effondrement d'éolienne

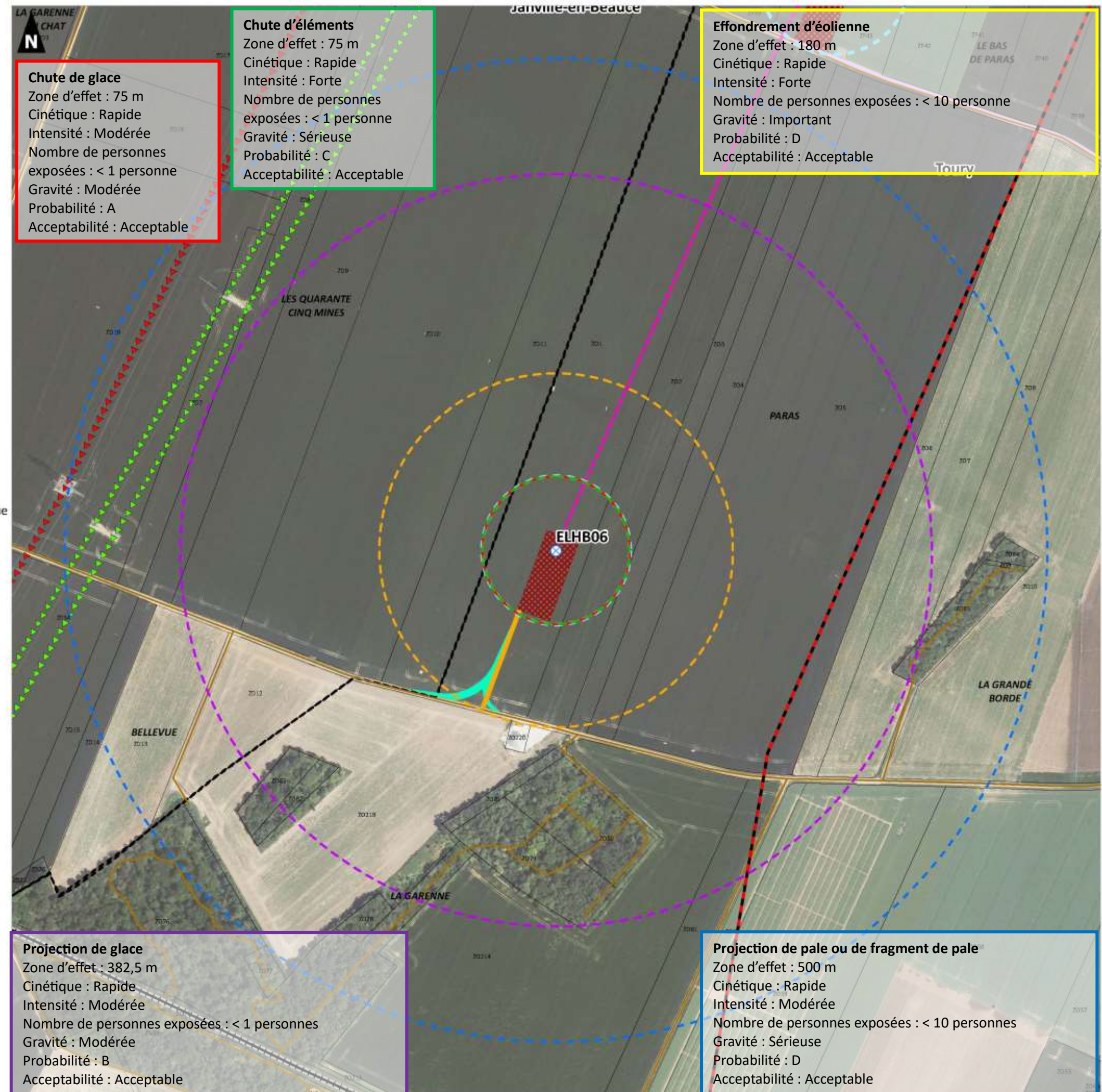
Zone d'effet : 180 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Forte
Nombre de personnes exposées : < 10 personnes
Gravité : Important
Probabilité : D
Acceptabilité : Acceptable

Projection de glace

Zone d'effet : 382,5 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 1 personnes
Gravité : Modérée
Probabilité : B
Acceptabilité : Acceptable

Projection de pale ou de fragment de pale

Zone d'effet : 500 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 10 personnes
Gravité : Sérieuse
Probabilité : D
Acceptabilité : Acceptable





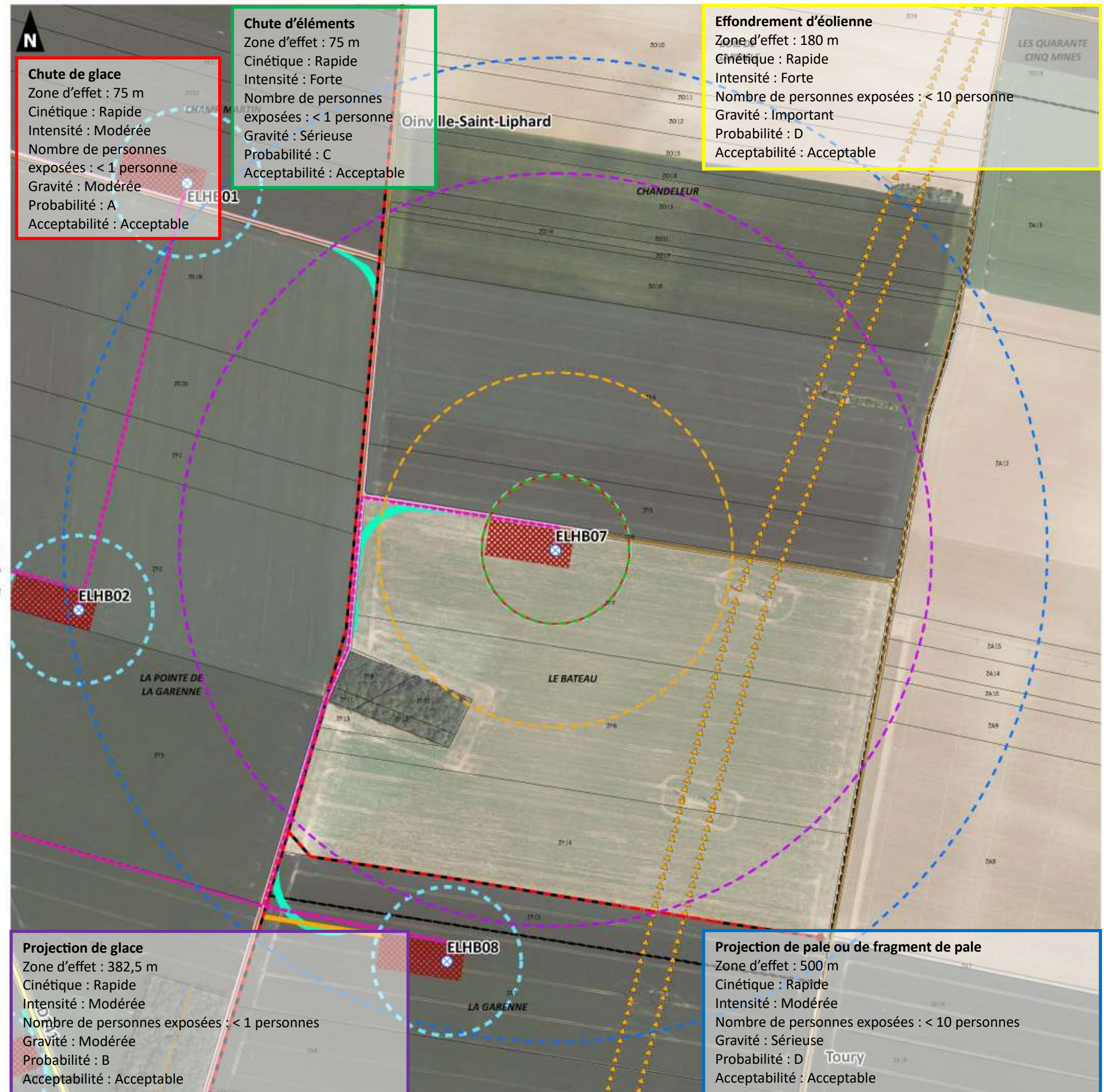
1:4 000

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

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024

**Chute de glace**

Zone d'effet : 75 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 1 personne
Gravité : Modérée
Probabilité : A
Acceptabilité : Acceptable

Chute d'éléments

Zone d'effet : 75 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Forte
Nombre de personnes exposées : < 1 personne
Gravité : Sérieuse
Probabilité : C
Acceptabilité : Acceptable

Effondrement d'éolienne

Zone d'effet : 180 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Forte
Nombre de personnes exposées : < 10 personnes
Gravité : Important
Probabilité : D
Acceptabilité : Acceptable

Projection de glace

Zone d'effet : 382,5 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 1 personnes
Gravité : Modérée
Probabilité : B
Acceptabilité : Acceptable

Projection de pale ou de fragment de pale

Zone d'effet : 500 m
Cinétique : Rapide
Intensité : Modérée
Nombre de personnes exposées : < 10 personnes
Gravité : Sérieuse
Probabilité : D
Acceptabilité : Acceptable



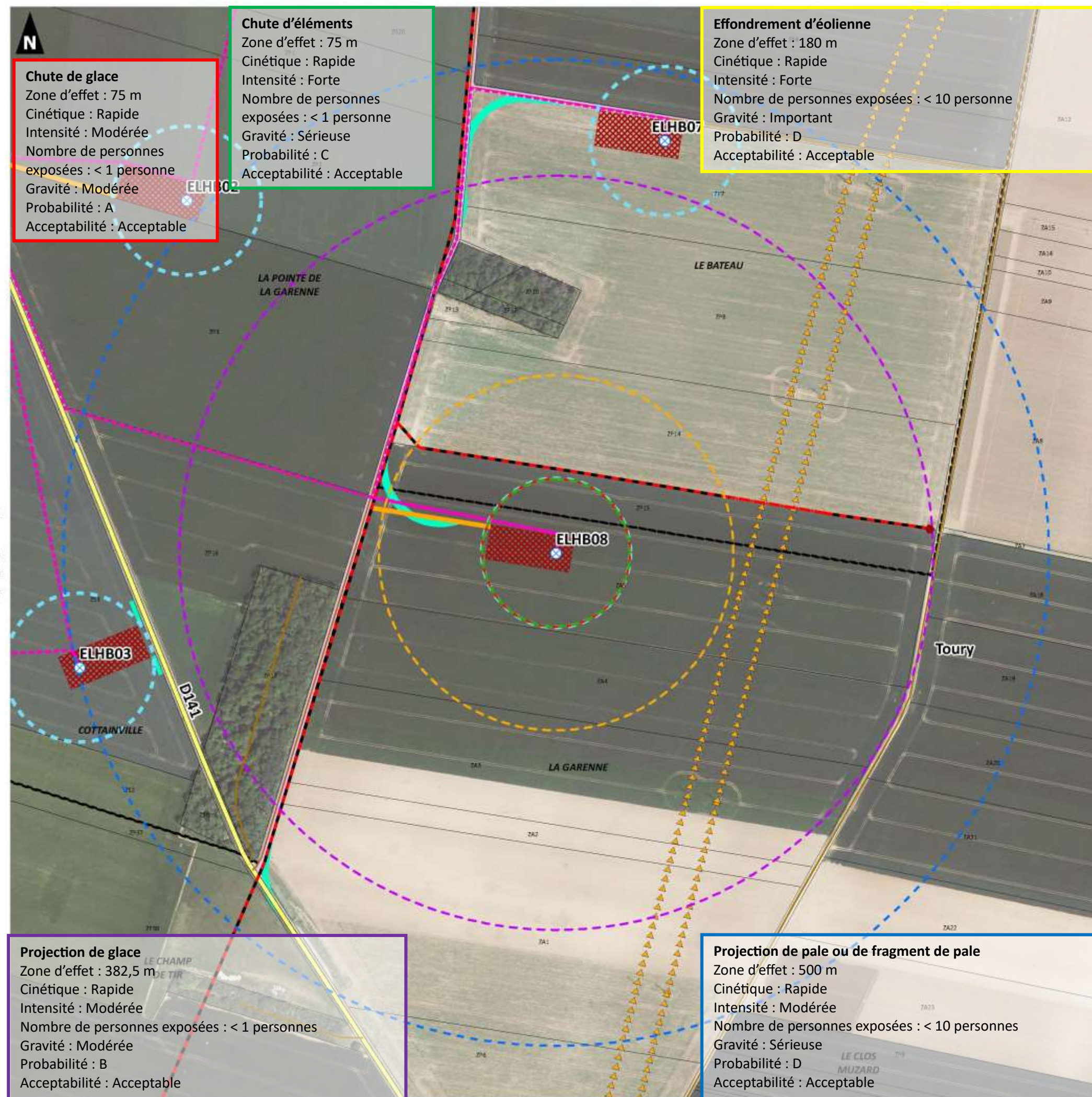
1:4 000

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

Réalisation : AUDDICE, octobre 2024

Sources de fond de carte : IGN SCAN 1000 et BD ORTHO, 2023

Sources de données : IGN ADMIN EXPRESS - BD TOPO - CADASTRE ETALAB - RTE - ENEDIS - GEORISQUES - CEREMA - VENSOLAIR - AUDDICE, 2024



CHAPITRE 9. CONCLUSION

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

- à des causes externes :
 - Présence d'ouvrages (voies de communications, réseaux) ;
 - 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, morceaux de glace, 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 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 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 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 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 que tous les scénarios étudiés sont acceptables.

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 modifié,
- 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 modifié.

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 ;
- Arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives 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 ;
- Arrêté du 10 décembre 2021 portant modification des prescriptions relatives 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 ;
- Arrêté du 11 juillet 2023 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité en utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- [10] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;

- [11] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003 ;
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne ;
- [13] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- [14] Alpine test site Gütsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteutrois J.-P. - juillet 2004 ;
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003 ;
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005.

Annexe 2 : Analyse de conformité à l’arrêté du 26 août 2011 modifié

Art.	Arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et l'arrêté du 10 décembre 2021 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement	C/ NC	Eléments de justification	N° annexe	Commentaires
Section 3 Dispositions constructives					
3	L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale 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 ; 300 mètres d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement relevant de l'article L. 515-32 du code de l'environnement. Cette distance est mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur.	C	Ces prescriptions sont respectées		
7	Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours.	C	Voir plans réglementaires	Dossier -9	Les chemins autour des éoliennes sont renforcés pour permettre l'accès des camions en phase chantier. Les machines seront donc accessibles par les services de secours.
	Cet accès est entretenu. Les abords de l'installation placés sous le contrôle de l'exploitant sont maintenus en bon état de propreté.	C	L'exploitant s'engage à respecter cette prescription		
8	L'aérogénérateur est conçu pour garantir le maintien de son intégrité technique au cours de sa durée de vie. Le respect de la norme NF EN 61 400-1 ou IEC 61 400-1, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du code de l'environnement, ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté, permet de répondre à cette exigence.	C	Certificat de conformité non encore disponible		
	Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la conformité de chaque aérogénérateur de l'installation avant leur mise en service industrielle.	C	L'exploitant s'engage a respecter cette prescription		
	En outre l'exploitant dispose des justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation.	C	L'exploitant s'engage a respecter cette prescription		Les éoliennes sont soumises obligatoirement au contrôle technique réalisé par un organisme agréé. A l'issue de celui-ci, l'exploitant archivera les rapports de contrôle.
9	L'installation est mise à la terre pour prévenir les conséquences du risque foudre.	C	Le constructeur s'engage a respecter cette prescription		
	Le respect de la norme IEC 61 400-24, dans sa version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du code de l'environnement, permet de répondre à cette exigence.	C	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		Concerne la protection contre la foudre
	Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la mise à la terre de l'installation avant sa mise en service industrielle.	C	L'exploitant s'engage a respecter cette prescription		
	Les opérations de maintenance incluent un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité		

Art.	Arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et l'arrêté du 10 décembre 2021 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement	C/ NC	Eléments de justification	N° annexe	Commentaires
10	Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables.	C	Le constructeur s'engage a respecter cette prescription		Cela concerne la directive 2006/42/CE du parlement européen et du conseil du 17 mai 2006.
	Pour les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur, le respect des normes NF C 15-100, NF C 13-100 et NF C 13-200, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du code de l'environnement, permet de répondre à cette exigence.	C	Conformité vis-à-vis des normes vérifiée par un bureau de contrôle agréé qui délivre une attestation de conformité indispensable pour obtenir le Consuel lui même exigé par ERDF avant toute mise sous tension. Le constructeur remet à la société STER LAIR ENERGIES un certificat de conformité aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13- 200 (version de 2009).		Cela concerne le poste de livraison.
	Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	Cela concerne l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs
	Un rapport de contrôle d'un organisme compétent atteste de la conformité de l'installation pour prévenir les risques électriques, avant sa mise en service industrielle.	C	L'exploitant s'engage à respecter cette prescription		
	Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.	C	Le constructeur s'engage a respecter cette prescription		
Section 4 Exploitation					
13	Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.	C	Les ouvrages sont fermés à clef et l'exploitant s'engage a respecter cette prescription		
14	Chaque aérogénérateur est identifié par un numéro, affiché en caractères lisibles sur son mât. Le numéro est identique à celui généré à l'issue de la déclaration prévue à l'article 2.2.	C	L'exploitant s'engage à respecter cette prescription		
	Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes 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. Elles concernent notamment : – les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ; – l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ; – la mise en garde face aux risques d'électrocution ; – la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
15	Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques accidentels visés à la section 5 du présent arrêté, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours. La réalisation des exercices d'entraînement, les conditions de réalisations de ceux-ci, et le cas échéant les accidents/ incidents survenus dans l'installation, sont consignés dans un registre. Le registre contient également l'analyse de retour d'expérience réalisée par l'exploitant et les mesures correctives mises en place.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
16	L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.	C	Voir § 4.3.6.2. de l'étude de dangers	Dossier-7	

Art.	Arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et l'arrêté du 10 décembre 2021 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement	C/ NC	Eléments de justification	N° annexe	Commentaires
17	Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble des équipements mobilisés pour mettre l'aérogénérateur en sécurité. Ces essais comprennent : - un arrêt ; - un arrêt d'urgence ; - un arrêt depuis un régime de survitesse ou depuis une simulation de ce régime.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
	Suivant une périodicité qui ne peut excéder 1 an, l'exploitant réalise des tests pour vérifier l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur. Les résultats de ces tests sont consignés dans le registre de maintenance visé à l'article 19. Avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs et des équipements connexes, les installations électriques visées à l'article 10 sont contrôlées par une personne compétente. Par ailleurs elles sont entretenues, elles sont maintenues en bon état et elles sont contrôlées à fréquence annuelle après leur installation ou leur modification. L'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports de contrôle sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé. Les rapports de contrôle des installations électriques sont annexés au registre de maintenance visé à l'article 19.	C	Voir Etude de dangers, § 4.2.4. Opérations de maintenance de l'installation	Dossier-7	
18	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.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
	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'installation est équipée de systèmes instrumentés de sécurité, de détecteurs et de systèmes de détection destinés à identifier tout fonctionnement anormal de l'installation, notamment en cas d'incendie, de perte d'intégrité d'un aérogénérateur ou d'entrée en survitesse. L'exploitant tient à jour la liste de ces équipements de sécurité, précisant leurs fonctionnalités, leurs fréquences de tests et les opérations de maintenance destinées à garantir leur efficacité dans le temps. Selon une fréquence qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède au contrôle de ces équipements de sécurité afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.	C	Voir Etude de dangers, § 4.2.4 Opérations de maintenance de l'installation	Dossier-7	
	La liste des équipements de sécurité ainsi que les résultats de l'ensemble des contrôles prévus par le présent article sont consignés dans le registre de maintenance visé à l'article 19.	C	L'exploitant s'engage a respecter cette prescription		
19	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.	C	L'exploitant s'engage a respecter cette prescription		

Art.	Arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et l'arrêté du 10 décembre 2021 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement	C/ NC	Eléments de justification	N° annexe	Commentaires
Section 5 Risques					
22	Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent : - les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ; - les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt (notamment pour les défauts de structures des pales et du mât, pour les limites de fonctionnement des dispositifs de secours notamment les batteries, pour les défauts de serrages des brides) ; - les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ; - les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours ; - le cas échéant, les informations à transmettre aux services de secours externes (procédures à suivre par les personnels afin d'assurer l'accès à l'installation aux services d'incendie et de secours et de faciliter leur intervention).	C	Les consignes de sécurité du constructeur seront transmises aux équipes d'exploitation de la société SAS CENTRALE EOLIENNE LE HAUT BUISSON (CELHB).		
	Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sables, incendie ou inondation.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
23	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 mentionnées à l'article 22 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.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
24	Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte et de prévention contre les conséquences d'un incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, composé a minima de deux extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessibles..	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
	Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
25	Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de 60 minutes.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
	L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales permettant de prévenir la projection de glace. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées à l'article 22.	C	Voir Etude de dangers, § 8.6. Mise en place des mesures de sécurité / Tableaux des fonctions de sécurité	Dossier-7	
	Lorsqu'un référentiel technique permettant de déterminer l'importance de glace formée nécessitant l'arrêt de l'aérogénérateur est reconnu par le ministre des installations classées, l'exploitant respecte les règles prévues par ce référentiel.	/			Aucun référentiel technique existe à ce jour. Seul le guide technique INERIS/SER traite du risque de formation de glace.
	Cet article n'est pas applicable aux installations implantées dans les départements où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C.	/			

Annexe 3 : Annexes au guide technique INERIS et compléments à l'accidentologie

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

ANNEXE 1 – 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 x 0.5 x 20 000/100 = 40 personnes.

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic										
	Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Trafic (en véhicules/jour)	2 000	0.8	1.6	2.4	3.2	4	4.8	5.6	6.4	7.2
	3 000	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8
	4 000	1.6	3.2	4.8	6.4	8	9.6	11.2	12.8	14.4
	5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18
	7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27
	10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36
	20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72
	30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108
	40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144
	50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180
	60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216
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 :

Guide technique – Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens

- 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.

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	01/11/2000	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	23/06/2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	Inconnue	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, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
									Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	
Rupture de pale	26/06/2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non		Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation,	Base de données ARIA	-
									Article de presse (La Tribune du 30/12/2004)	

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
							Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	et dysfonctionnement du système de freinage	Site Vent de Colère	
Rupture de pale	27/06/2005	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 mât 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	01/03/2007	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'éléments	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 rétrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement	01/03/2008	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	01/04/2008	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	-

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	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance	26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie	21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
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 entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballlement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse Communiqué de presse SER-FEE	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)

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
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		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
							Aucun blessé			
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.	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012)	-
							Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).		Vidéo DailyMotion	
									Interne exploitant	
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt	Aisne	2,5	2007	Non	Un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains).	Arc électrique		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	11/04/2012	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	Les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m	Foudre		
Chute de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure et Loir	2	2008	Non	L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 t, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub.	Corrosion et fort vent.	Actu-environnement	-
Effondrement	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Des rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut.	Vents forts		
Chute d'élément	01/11/2012	Vieillespesse	Cantal	2,5	2011	Non	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc			
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	Un feu se déclare sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante.	Court-circuit dans l'armoire électrique en pied d'éolienne		
							A la suite de la chute d'une pale, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place.			

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	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	0,66	2001	Non	A la suite d'un défaut de vibration détecté, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât.	Echauffement du frein et vitesse de rotation excessive		
Incendie	17/03/2013	Euvy	Marne	2,5	2011	Non	Un feu dans la nacelle d'une éolienne	Défaillance électrique		
							Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber.			
							450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols			
Rupture de pale	20/06/2013	Labastide-sur-Bésorgues	Ardèche	0,9	2008	Non	Un impact de foudre endommage une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits.	Foudre		Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Maintenance	01/07/2013	Cambon-et-Salergues	Hérault	1,3	2006	Non	Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient.	Dépressurisation d'un accumulateur d'azote sous pression		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Fuite d'huile	03/08/2013	Moréac	Morbihan	2	2010	Non	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance. 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.	Défaillance technique	Base ARIA	Retenu : incident en phase exploitation et susceptible de polluer les eaux captées
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2.5	2013	Non	Départ de feu en nacelle à 18h. Suite à l'isolement électrique du parc éolien le feu s'éteint de lui-même à 20h. Le rotor est resté intact mais la nacelle a été détruite, balisage aéronautique inclus. L'aviation civile en a donc été informée. L'éolienne fut par la suite démantelée.	Incident électrique	Base ARIA et presse	
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	0.66	2000	Non	Une des éoliennes du parc s'arrête automatiquement dans la nuit à la suite d'un défaut "vibration". Le lendemain un technicien retrouve une pale de 20m au pied du mat. Les 2 autres pales sont toujours en place.	L'expertise identifie la cause directe de la chute de la pale : des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée "alu ring", située à la base de la pale.	Base ARIA	
Rupture de pale	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	2.05	2011	Non	La pale d'une éolienne chute lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne. Certains débris sont projetés à 150 m.	Tempête		

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Rupture de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	1.3	2002	Non	A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérofrein de la pale	Défaillance matérielle ou décollage sur les plaques de fibre de verre		
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	2.3	2015	Oui	Un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée.	Défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance		
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	2	2011	Non	Un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens.	Défaillance électrique		
Incendie	24/08/2015	Santilly	Eure-et-Loir	2.5	2007	Non	Un feu se déclare sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur.			
Chute de pale	10/11/2015	Ménil-la-Horgne	Meuse	1.2	2007	Non	Chute d'un rotor et des trois pales au pied de l'éolienne.	« Défaut dans l'arbre primaire à l'origine de la rupture » du rotor et des pales.	Est Républicain	-
Chute d'éléments	07/02/2016	Conilhac-Corbières	Aude	1.5	2014	Non	Rupture et chute au sol de l'aérofrein de l'une des pales. Arrêt à distance de l'ensemble du parc suivi d'une campagne de contrôle des pales, aérofreins et chaînes de sécurité de chaque éolienne.	Rupture d'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérofrein entraînant l'ouverture de l'aérofrein. Rupture de l'axe maintenant l'aérofrein à la pale en raison des fortes charges présentes sur le rotor	Base ARIA	
Rupture de pale	08/02/2016	Dinéault	Finistère	0.3	1999	Non	Lors d'une tempête, des vents à 160 km/h endommagent une éolienne. Une pale chute au sol et une autre se déchire. La pale rompue est retrouvée à 40 m du pied du mat.	Tempête		
Chute de pale	05/03/2016	Calanhel	Côtes d'Armor	0.85	2009	Non	Chute de la pale au sol après une nuit de fort vent. Aucun blessé à déplorer, ni homme ni animaux	Défaillance du système d'orientation de la pale	L'Echo de l'Armor et l'Argoat	-
Maintenance	28/05/2016	Janville	Eure-et-Loir	2.3	2005	Non	Un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol.	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse		Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Incendie	10/08/2016	Hescamps	Somme	1.0	2008	Non	Un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor.	Défaillance électrique		
Incendie	18/08/2016	Dargies	Oise	2.0	2014	Non	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut	Défaillance électrique		

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	14/09/2016	Les Grandes Chapelles	Aube	2.3	2009	Non	Un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne			Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Fissure sur une pale	11/01/2017	Le Quesnoy	Nord	-	-	-	Une fissure est constatée sur une pale. L'exploitant arrête l'installation.		Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	Non retenu dans l'étude de dangers (pale restée en place)
							Réparation de la pale en place.			
Rupture de pale	12/01/2017	Tuchan	Aude	0.6	2002	Non	Lors d'un épisode de vents violents (25m/s) les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. Des morceaux de fibre de carbone sont récupérés à 40 m de l'éolienne.	Tempête	Base ARIA BARPI, mot clef « mat »	
							L'éolienne était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse de son arbre lent.			
Chute de pale	18/01/2017	Nurlu	Somme	2.0	2010	Non	Rupture de 2/3 de la pale. Des débris sont retrouvés à 90 m du mat, les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.	Tempête	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
							L'accident est constaté par un particulier. L'exploitant arrête les machines, met le site en sécurité et met en place un périmètre de sécurité autour de la zone.			
Rupture de pale	27/02/2017	Lavallée	Meuse	2.0	2011	Non	La pointe d'une pale d'éolienne se rompt l'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne	Un orage violent	Base ARIA	
Rupture de pale	27/02/2017	Trayes	Deux-Sèvres	2.0	2011	Non	Les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m.	Impact de la foudre et vent violent	Base ARIA	
Incendie	06/06/2017	Allones	Eure et Loir	3.0	2014	Oui	Un incendie se déclare dans la nacelle d'une éolienne.	Défaut électrique	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
							L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle.			
							L'incendie a été causé par un défaut électrique dans la nacelle.			
Rupture de pale	08/06/2017	Aussac-Vadalle	Charente	2.0	2010	Non	Chute d'une partie d'une pale d'une éolienne suite à un impact de foudre (à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuite puis une déchirure du fragment).	Impact de foudre	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
							Les débris sont tombés dans une zone de 50 à 100m autour du mât de l'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 probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	24/06/2017	Conchy-sur-Canche	Pas de calais	-	-	-	Rupture d'une pale d'une éolienne au niveau de la jonction avec le rotor. La pale chute à la verticale, au pied du mat. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m.	Cause inconnue	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Chute d'éléments	17/07/2017	Fécamp	Seine-Maritime	0.9	2006	Non	Un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne au pied du mât de 49 m. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine.	Desserrage d'une vis anti rotation ayant entraîné la chute de l'aérofrein + Problème de montage ou vibration	Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Fuite d'huile	24/07/2017	Mauron	Morbihan	2..0	2008	Non	Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol.	La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine.	Base ARIA	
Rupture d'une pale	05/08/2017	Priez	Aisne	2.0	2017	Oui	Une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol.		Base ARIA BARPI, mot clef « éolienne »	
Chute d'élément	08/11/2017	Roman	Eure	2.0	2010	Non	Le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne est tombé au sol. Cette pièce mesure 2 m de diamètre, pèse plusieurs dizaines de kg et supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt.	L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages (rondelles métalliques pour le vissage des boulons absentes). La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbine.	Base ARIA	
Effondrement	03/01/2018	Bouin	Vendée	2.5	2003	Non	Suite au passage de la tempête Carmen, l'une des éoliennes du parc a été fracturée à la base de son mât ce qui a entraîné l'effondrement total de l'aérogénérateur.	Tempête Carmen	Ouest-France	
Rupture d'une pale	04/01/2018	Nixéville-Blercourt	Meuse	2.0	2008	Non	L'extrémité d'une pale d'éolienne se rompt et tombe au sol.	Episode venteux	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50905/	
Rupture de pale	06/02/2018	Conilhac-Corbières	Aude	2.3	2014	Oui	L'aérofrein d'une pale d'éolienne chute au sol. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.	À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.	Base ARIA	
Rupture d'une pale	10/04/2018	Dio-et-Valquières	Hérault	1.67	2006	Non	La pale d'une éolienne s'est tordue jusqu'à casser sous l'effet d'un orage de pluie et de grêle.	Probablement vent violent ou foudre.	https://france3-regions.francetvinfo.fr	
Incendie éolienne	01/06/2018	Marsanne	Drôme	2.0	2008		Une éolienne a été entièrement détruite par l'incendie volontaire, et une deuxième semble avoir été également visée par une tentative de mise à feu	Acte criminel	https://www.francebleu.fr	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie éolienne	05/06/2018	Aumelas	Hérault	2.0	2014	Oui	La nacelle d'une éolienne prend feu. 10 minutes plus tard, l'exploitant découple à distance le parc éolien du réseau électrique. Des éléments de l'éolienne en feu chutent au sol. Les flammes se propagent en partie basse de l'aérogénérateur. Les pompiers laissent l'incendie se terminer sous surveillance mais placent des lances en prévention d'une propagation du sinistre à la végétation. La nacelle de l'aérogénérateur est presque totalement détruite. 50 m² de végétation ont brûlé. L'accès à la zone est interdit et surveillé. Les débris sont ramassés	Dysfonctionnement électrique probable	Base ARIA	
Rupture de pale	04/07/2018	Port-la-Nouvelle	Aude	0.66	2000	Non	Une avarie est constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments ont été projetés à 150 m du mât après s'être décrochées. L'exploitant met en place un périmètre de sécurité. L'aérogénérateur est mis en position de sécurité.	Survitesse probable	Base ARIA	
Incendie éolienne	03/08/2018	Izenave	Ain	2.0	2018	Oui	Une éolienne a été endommagée par l'incendie volontaire. Le feu a totalement ravagé une nacelle d'éolienne.	Acte criminel	https://france3-regions.francetvinfo.fr/auvergne-rhone-alpes/ain/bourg-bresse/incendie-parc-eolien-monts-ain-nouvel-acte-volontaire-1521548.html	
Incendie éolienne	28/09/2018	Sauveterre	Tarn	2.0	2009	Non	L'accident a provoqué la destruction du rotor d'une éolienne et d'une pale, ainsi que de 4 hectares de broussailles situés au-dessous.	EDF EN communique sur un dysfonctionnement électrique. La piste criminelle est étudiée, une enquête a été lancée.	https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/tarn/albi/tarn-eolienne-partie-brulee-incendie-1549324.html	

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
Fuite d'huile	17/10/2018	Flers-sur-Noye	Somme	2.0	2017	Oui	Détection d'une fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. 150 l d'huiles sont récupérés. L'exploitant du parc éolien estime que 50 l ont été perdus. Sous l'effet du vent, la zone impactée (pied de l'éolienne et terrains cultivés adjacents) est de 2 000 m². Une partie des cultures est perdue. Les terres polluées sont décapées sur une dizaine de cm. Elles sont stockées sur une bâche étanche avant leur retraitement. De la terre végétale est mise en oeuvre pour permettre la reprise de l'activité agricole. Un contrôle des prochaines récoltes est planifié.	Erreur de maintenance : filtre mal serré et contrôle non effectué	Base ARIA	
Effondrement	06/11/2018	La Mardelle	Loiret	3.0	2010	Oui	Une des éoliennes du parc s'est effondrée. La réhausse en béton n'a pas été touchée.	Défaillance mécanique menant à une rotation trop rapide des pales, ce qui a provoqué une surcharge.	https://www.francebleu.fr/infos/climat-environnement/eolienne-effondree-en-beauce-c-etait-un-probleme-mecanique-1545320529	
Chute d'éléments	18/11/2018	Conilhac-Corbières	Aude	2.3	2014	Oui	Les 3 aérofrees en extrémité des pales d'une éolienne chutent au sol. L'installation est mise en sécurité. Les débris, contenus dans un rayon de 150 m au pied du mât, sont ramassés et stockés avant traitement et recyclage. L'éolienne s'est arrêtée à la suite de l'ouverture de la chaîne de sécurité.	Défaut probable de conception (un accident similaire est survenu sur ce parc au début 2018)	Base ARIA	
Chute de pale	19/11/2018	Ollezy	Aisne	2.4	2017	Oui	Un agent de surveillance constate la rupture d'une pale d'une éolienne. Des 40 m de l'équipement, les 30 derniers sont tombés au sol. L'exploitant arrête les 9 aérogénérateurs du site. La zone est sécurisée et un balisage du pied de la turbine et de la pale au sol est mis en place.	Défauts de fabrication	Base ARIA	
Incendie éolienne	03/01/2019	La Limouzinière	Loire Atlantique	2.1	2011	Oui	Le moteur de l'éolienne a pris feu. Le feu a endommagé la nacelle.	Selon les premiers éléments de l'enquête, une avarie sur la génératrice de l'éolienne semble à l'origine de l'incendie.	https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/nantes-44000/au-sud-de-nantes-le-moteur-d-une-eolienne-prend-feu-6157734	
Rupture d'une pale	17/01/2019	Bambesch	Moselle	2.0	2007	Non	Une pale d'éolienne se rompt. Deux morceaux, l'un de 5 m (coque) et l'autre de 28 m (fibre de verre), chutent au sol. Celui de 28 m est projeté à 100 m de l'éolienne.	Selon les premiers éléments d'analyse, un défaut d'adhérence dû à un manque de matière entre la coque en fibre de verre et le coeur de la pale serait à l'origine de cette rupture.	https://www.republicain-lorrain.fr/edition-de-saint-avold-creutzwald/2019/01/30/bambiderstroff-parc-eolien-a-l-arret-suite-a-la-chute-d-un-bout-de-pale	
Incendie	20/01/2019	Roussas	Drôme	1.75	2006	Non	Dans la nuit, un feu se déclare sur 2 éoliennes d'un parc composé de 12 aérogénérateurs. Les éoliennes sont lourdement endommagées.	D'après la presse, il s'agit d'un acte criminel. Un accident similaire était survenu en juin 2018, dans un parc éolien proche appartenant au même exploitant.	Base ARIA	
Effondrement	23/01/2019	Boutavent	Oise	1.0	2011	Oui	Lors d'une coupure de réseau, les pâles ne se sont pas mises en drapeau alors que le système de freinage était éteint, entraînant	Défaillance menant à une rotation trop rapide des pales, ce qui a provoqué une surcharge	http://www.courrier-picard.fr/161828/article/2019-01-23/le-mat-dune-eolienne-se-plie-en-deux	

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
							survitesse jusqu'à ce qu'une des pales commence à se délaminer, provoquant un balourd suffisant pour fatiguer le mât au point de finir par le plier en deux		https://actu.fr/hauts-de-france/boutavent_60096/le-mat-dune-eolienne-se-casse-deux-dans-loise-debris-retrouves-dans-rayon-300-m_21026616.html	
Chute de pale	30/01/2019	Roquetaillade	Aude	0.8	2008	Oui	Une pale d'éolienne se rompt et chute au sol		https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53139/	
Défaut de conception de composants	12/02/2019	Autechaux	Doubs	2.8	2016	Oui	A la suite d'une fissuration constatée sur une bague extérieure de roulement de pale d'une éolienne d'un parc éolien de même technologie hors de France, l'exploitant réalise des inspections de cette pièce sur 3 de ses parcs éoliens comprenant 43 éoliennes. Ces contrôles mettent en évidence 6 fissurations sur des roulements de pale, positionnés entre la base de la pale et le moyeu.	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 ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (aucun accident)
Fuite d'huile	23/03/2019	Argentonnay	Deux-Sèvres	-	-	-	Une fuite d'huile se produit depuis le multiplicateur d'une éolienne. Celle-ci se met automatiquement à l'arrêt à la suite d'une défaillance au niveau d'un composant tournant du multiplicateur. Sur les 450 L d'huile présents dans le mécanisme, seuls 1 à 2 L ont débordé sur la végétation jouxtant la plateforme. L'opérateur est intervenu assez rapidement pour limiter tout risque de pollution.	La rupture d'un composant tournant du multiplicateur est à l'origine de l'incident.	Base ARIA	
Foudre	02/04/2019	Equancourt	Somme	-	-	-	Lors d'un épisode orageux, la foudre touche une éolienne. Après avoir été alerté par un élu, le gestionnaire du site arrête la machine à distance. Une équipe technique, constate que l'impact de foudre a endommagé le revêtement de la pale, proche de la base, sur 5 000 cm². Le lendemain matin, un expert de la société de fabrication et maintenance de l'éolienne inspecte l'équipement et la pale endommagée. Il estime qu'il n'y a pas de risque d'aggravation des dégâts ni de chute de composants tant que l'éolienne reste à l'arrêt avec les pales mises en drapeau.	Foudre	Base ARIA	Non utilisable dans les chutes de projection (la pale est restée accrochée)
Maintenance	12/04/2019	Fontenelle-Montby	Doubs	-	-	-	Lors d'une opération de maintenance, un agent a été légèrement électrisé et un autre présentait des acouphènes.	Surpression ayant causé un arc électrique.	Article de presse (l'Est républicain)	Non retenu dans l'étude de dangers (maintenance)
Maintenance	15/04/2019	Chailly-sur-Armançon	Côte-d'Or	-	-	-	Un sous-traitant est électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne. La victime est légèrement blessée. Elle est transportée en centre hospitalier.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base ARIA	Non retenu dans l'étude de dangers (maintenance)

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	18/06/2019	Quesnoy-sur-Airaines	Somme	2.3	2011	Non	Un feu se déclare sur une éolienne du parc. Les équipes de maintenance du site maîtrisent l'incendie. Les pompiers alertés réalisent des contrôles thermiques pour confirmer l'extinction.	D'après la presse, un court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre.	Base ARIA	
Incendie	25/06/2019	Ambon	Morbihan	1.7	2008	Non	Un incendie s'est déclenché dans la nacelle de l'éolienne à la suite d'une opération de maintenance au niveau du tableau électrique.	Un court-circuit s'est produit dans la nacelle.	https://france3-regions.francetvinfo.fr/bretagne/morbihan/vannes/ambon-eolienne-80-m-feu-1690654.html https://www.ouest-france.fr/bretagne/vannes-56000/morbihan-le-feu-d-eolienne-d-origine-accidentelle-6417997	
Rupture de pale	27/06/2019	Charly-sur-marne	Aisne	2.0	2009	Non	Lors d'une maintenance, deux techniciens remarquent qu'une pale d'éolienne présente un angle anormal. Lors de la mise à l'arrêt de la machine, le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m de l'éolienne, l'autre à 100 m. Chaque morceau correspond à une face de la pale.	Après expertise de la pale, il est constaté un contact inadéquat de la coque côté extrados et des bords avec l'adhésif du longeron	Base ARIA	
Foudre	03/07/2019	Sigean	Aude	0.7	2000	Non	A 18 h, une éolienne d'un parc s'arrête automatiquement à la suite d'une alarme vibration provoquée par un impact de foudre. Le lendemain, à 10 h, l'exploitant constate un impact sur le milieu de la pale et une ouverture du bout de pale sur 2 m. L'exploitant découpe l'extrémité de la pale endommagée pour éviter sa rupture complète. Le morceau de pale est stocké en vue d'une expertise. La machine est à l'arrêt et le rotor en position de sécurité.	Impact de foudre	Base ARIA	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Rupture de pale	04/09/2019	Escalles	Aude	0.8	2003	Non	L'arrêt d'urgence d'une éolienne se déclenche sans cause identifiée. L'arrêt de l'éolienne est anormalement brutal si bien que deux aérofreins se détachent d'une des pales de l'éolienne, l'un étant retrouvé à 5 m du pied de l'éolienne, l'autre à 65 m.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base ARIA	
Chute d'éléments	28/11/2019	Hangest-en-Santerre	Somme	2.0	2015	Oui	Dans un parc éolien, le capot se situant à l'extrémité de la nacelle d'une éolienne se décroche et tombe au sol. L'éolienne concernée ainsi que l'ensemble du parc sont mis à l'arrêt. L'exploitant et l'opérateur de maintenance inspectent l'éolienne et l'ensemble du parc.	Cause probable de l'accident non évoquée	Base ARIA	
Rupture d'une pale	09/12/2019	Theil-Rabier	Charente	2.0	2016	Oui	Une pale d'éolienne se rompt et chute au sol	Cause probable de l'accident non évoquée.	https://www.charentelibre.fr/2019/12/14/la-foret-de-tesse-une-pale-de-l-eolienne-n-5-s-est-brisee-une-expertise-est-lancee,3531693.php	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	16/12/2019	Santilly	Eure-et-Loir	2.5	2007	Non	De la fumée s'échappe de la nacelle d'une éolienne, les pompiers n'interviennent pas. La nacelle n'est pas brûlée.	L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C. Cause probable non évoquée	https://www.lechorepublicain.fr/santilly-28310/actualites/santilly-les-pompiers-interviennent-pour-de-la-fumee-en-haut-d-une-eolienne_13707912/#refresh	
Incendie	17/12/2019	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 ARIA	
Chute d'éléments	22/01/2020	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. Il contacte l'exploitant par le numéro d'urgence. L'entreprise de maintenance se rend sur place pour récupérer l'équipement. 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 ARIA	
Chute de pale	11/02/2020	Montbrehain et Beaufort	Aisne	2.0	2013	Non	Une pale a cédé sous les rafales de vent, débris observés à 100m.	Effet de le tempête Ciara	https://www.ventdesnoues.org/2020/02/11/la-pale-dune-eolienne-se-brise-a-cause-du-vent-laisne-nouvelle-11-fevrier-2020/	
Incendie	29/02/2020	Boisbergue	Somme	2.0	2015	Oui	Un feu s'est déclaré dans le tronc de l'éolienne. Il est resté concentré entre le pied et la tête du mât. Les pales n'ont pas été touchées par les flammes. L'éolienne est hors service.	Le feu serait d'origine électrique.	https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/un-feu-a-l-interieur-du-tronc-d-une-eolienne-a-boisbergues-pres-de-bernaville-1583001669	
Incendie	24/03/2020	Flavin	Aveyron	2.0	2010	Oui	Un feu s'est déclaré dans la génératrice en flammes	Défaillance dans la génératrice	https://www.centrepresseaveyron.fr/2020/03/24/une-eolienne-en-feu-au-parc-de-la-bouleste-a-flavin,8816364.php	
Fuite d'huile	10/04/2020	Ruffiac	Morbihan	-	-	-	Une entreprise responsable de la maintenance d'un parc éolien constate une fuite d'huile hydraulique au niveau de la nacelle d'une éolienne. 40 l d'huile s'écoulent le long du mât jusqu'au massif de fondation. L'exploitant du parc est alerté. Il mandate la société de maintenance de réaliser le nettoyage des zones affectées. Il n'y a pas d'atteinte au sol.	L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne.	Base ARIA	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Incendie	20/04/2020	Le Vauclin	Martinique	-	-	-	Peu avant 14 h, un feu se déclare sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement, dans un parc éolien comportant 4 éoliennes. Le parc est à l'arrêt depuis le début de l'année 2020. L'incendie de l'huile du transformateur électrique se propage aux broussailles à proximité. Les secours ne pouvant intervenir à cause de la présence d'électricité, un technicien de la société propriétaire de l'éolienne se rend sur place pour couper le courant électrique. Ils évitent la propagation de l'incendie aux alentours, puis éteignent l'incendie vers 16 h une fois l'installation mise hors tension	Un court-circuit dû à un manicoü (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie.	Base ARIA	
Rupture d'une pale	30/04/2020	Plouarzel	Finistère	0.66	2000	Non	Une pale d'éolienne a présenté une pliure inquiétante, laissant penser qu'elle pourrait casser et tomber au sol. De forts craquements sont, par ailleurs, audibles à 300 m, voire plus, de l'éolienne.	On ne connaît pas la cause de cette détérioration.	https://www.letelegramme.fr/finistere/plouarzel/une-pale-severement-endommagee-au-parc-eolien-a-plouarzel-30-04-2020-12545960.php	
Chute de pale	27/06/2020	Plémet	Côtes d'Armor	2.5	2014	Oui	Une pale est tombée	Cause inconnue	https://www.letelegramme.fr/cotes-darmor/plemet/chute-rarissime-d-une-pale-d-eolienne-a-plemet-27-06-2020-12573037.php	
Incendie	01/08/2020	Issanlas	Ardèche	2,35	2017	Oui	A 15 h, des techniciens en intervention dans un parc éolien constatent un dégagement de fumée au niveau de la nacelle d'une éolienne. Ils alertent l'exploitant qui arrête l'ensemble du parc. Le gestionnaire du réseau électrique coupe le réseau HT. De la fumée est visible et des débris tombent au pied de l'éolienne. Les pompiers éteignent des départs de feu de broussailles au sol. La fumée s'estompe d'elle-même en 15 minutes. A 17 h, le parc éolien est relancé sauf l'éolienne impactée.	Le dégagement de fumées résulte de l'échauffement des pièces de protection (verniss, carters en plexiglas, carcasse en caoutchouc) de la génératrice de l'éolienne. Au cours du redémarrage de la machine, une combustion localisée au niveau du joint caoutchouc entre les carénages de la génératrice et les enroulements du stator a provoqué l'échauffement du carénage de protection. Après analyse, l'exploitant constate que les performances du joint, qui sert à orienter le flux d'air sur la génératrice, ne sont pas conformes. Les caractéristiques du joint associées à une faiblesse locale d'isolement de la génératrice ont entraîné la combustion du joint.	Base de données ARIA	
Rupture d'une pale	12/01/2021	Saint-Georges-Sur-Arnon	Indre	2,4	2009	Non	Une pale s'est arrachée	Le système de frein aérodynamique se déclenche mais le pitch contrôle ne réagissant pas, l'éolienne continue de tourner à grande vitesse jusqu'à la rupture de la pale, aux alentours de 6 h, entraînant l'arrêt de la machine.	Base de données ARIA	

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 d'une pale	12/02/2021	Priez	Hauts de France	2	2017	Oui	Vers 8 h, la pale d'une éolienne se casse. L'alerte est donnée à l'exploitant par la mairie. Vers 9h15, les équipes de maintenance arrêtent l'ensemble des éoliennes du parc à distance. Sur place à 10h30, elles établissent un périmètre de sécurité de 150 m autour de l'éolienne. Un agent de sécurité surveille l'accès au site. Les débris de pales sont retirés. L'ensemble du parc est à l'arrêt.	La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou). La réparation a été effectuée par un technicien à l'issue de la fabrication. Aucun système instrumenté de sécurité n'a détecté la rupture de pale pouvant entraîner l'arrêt de la machine en sécurité.	Base de données ARIA	
Rupture d'une pale	13/02/2021	Patay	Loiret	2	2007	Non	Un samedi matin, vers 8 h, une pale se détache d'une éolienne dans un parc éolien. L'exploitant reçoit une alerte de panne d'orientation de la nacelle mettant à l'arrêt la machine vers 11 h. Vers 12 h, une équipe d'intervention constate l'arrachement de fibres de verre sur le bord de fuite de l'une des 3 pâles de la machine. Des techniciens mettent les pâles en drapeau et placent la pale défectueuse vers le bas. Le rotor est bloqué mécaniquement. L'exploitant sécurise la zone, notamment par un balisage et la suppression du risque de chute d'éléments. Il arrête les autres éoliennes du parc.	A la suite d'une analyse de l'état de la pale, un tiers expert constate un défaut de collage, soit en termes de répartition de la colle, soit en termes de qualité de la colle. Les indices précurseurs de fragilisation n'ont pas été détectés lors de la maintenance de contrôle. Il s'agirait d'une cinétique lente de rupture. L'exploitant constate une insuffisance des détecteurs, notamment de balourds et d'inclinaison, équipant la machine. En effet, aucun système de supervision à distance de l'éolienne n'a pu confirmer la chute de la pale.	Base de données ARIA	
Incendie	17/02/2021	Sainte-Rose	La Réunion		2006	Non	Vers 23h30, un feu se déclare dans le local base vie d'un parc éolien. Les pompiers interviennent. Un déversement d'huile et de graisse (6 m³) est visible sur 20 m devant le local. L'accès à la zone est interdit. L'exploitant met en arrêt sécurité le parc éolien et déploie des kits anti-pollution. Une semaine après l'incendie, la zone est dépolluée et le parc est remis en service. Une entreprise de dépollution enlève et traite les terres polluées. 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.	Cause inconnue	Base de données ARIA	

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
Fuite d'huile	30/08/2021	Moréac	Morbihan	2	-	-	Dans un parc éolien, à 22h17, 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 est mise en place en pied de la tour. 40 l d'huile de la boîte de vitesse se sont déversés au sol. Une semaine plus tard, une entreprise effectue un diagnostic de pollution des sols autour de l'éolienne. Le diagnostic de pollution détecte la présence d'huile sur la parcelle collée à l'éolienne. Une entreprise de dépollution du sol intervient pour enlever la couche de terre présentant des traces d'huile. Un nouveau diagnostic est réalisé et plus aucune trace d'huile n'est relevée.	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	
Fuite d'huile	12/10/2021	Bétheniville	Marne	2	2015	Oui	Lors d'une intervention sur la turbine d'un parc éolien, les techniciens constatent une fuite d'huile localisée dans le hub. Des traces d'huile sont présentes en nacelle, dans le hub, le long du mât et sur une partie en béton de la fondation. L'équipe déploie le kit de dépollution, présent sur site, avec la pose de boudins absorbants et de feuilles absorbantes autour du mât de l'éolienne. Une perte de 20 l d'huile est enregistrée. Les boudins et feuilles absorbantes du kit anti-pollution utilisés sont traités par une entreprise agréée.	Un joint défectueux sur un distributeur qui a causé la fuite du fluide hydraulique.	Base de données ARIA	

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
Fuite d'huile	18/10/2021	Montagne-Fayel	Somme	2	2015	Oui	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 date du début de la fuite n'est pas déterminée mais celle-ci n'était pas présente lors du dernier entretien de maintenance 3 mois plus tôt. Un diagnostic de pollution des sols est réalisé par une entreprise. Un nettoyage des tours et des pales est effectué un mois plus tard.	La fuite est due à des tuyaux poreux dans le hub de l'éolienne. Les pièces défectueuses ont été remplacées 3 jours après la constatation de l'événement et la turbine a été placée à l'arrêt le temps de leur remplacement. Une vérification préventive de l'ensemble des flexibles hydrauliques de la machine et du reste du parc est effectuée. L'analyse des causes profondes a démontré que le problème était issu d'une erreur humaine à la conception des turbines : le technicien en charge de la construction a mal effectué le sertissage des tuyaux, ce qui a conduit à sa porosité plus rapide à l'origine de la fuite.	Base de données ARIA	
Chute d'éléments	20/10/2021	Quatre Vallées	Marne	2	2012	Oui	Vers 10h30, une partie en fibre du cône de nez d'une éolienne chute dans un parc éolien. Un périmètre de sécurité est mis en place. Le parc éolien est à l'arrêt, en attente d'inspections. Toutes les machines vont être inspectées avant une remise en fonctionnement. Le cône de nez incriminé est remplacé.	Cause inconnue	Base de données ARIA	
Rupture de pale	21/10/2021	Plaine d'Auzay	Vendée	4,2	2021	Oui	Vers 10 h, 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. Un périmètre de sécurité est mis en place et un arrêté de circulation est pris par le maire. L'exploitant met à l'arrêt les 3 autres éoliennes du parc, les 5 autres éoliennes du parc qui en compte 9 au total étant déjà à l'arrêt.	Effet de le tempête Aurore	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	03/11/2021	Truc de l'Homme	Lozère	1,67	2015	Oui	Des traces de graisse sont observées sur les plateformes et à la base des pales d'éoliennes dans un parc éolien. Un diagnostic de pollution des sols est effectué. Le technicien de maintenance remplace les joints.	Le déversement est lié à la présence de fissures sur les joints d'étanchéité des pales.	Base de données ARIA	

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
Chute de pale	03/12/2021	La Souterraine	Creuse	2	2013	Oui	Vers 16 h, une éolienne perd une pale qui tombe dans une prairie à 60 m du pied de l'éolienne. Des débris chutent également à proximité de l'éolienne concernée. Le site est mis en sécurité et les 3 autres éoliennes du parc sont arrêtées. La fixation entre la pale et le moyeu central est restée attachée. Les pompiers, la gendarmerie et les mairies sont informés. Un gardiennage est mis en place sur le site. Le personnel exploitant est présent sur site dès 23h le jour même pour sécuriser la zone. Toutes les machines sont inspectées par des experts éoliens dans les jours qui ont suivi. L'inspection autorise la remise en fonctionnement des 3 autres machines après ces inspections techniques et transmission des rapports. Le site ne présente pas de problématique environnementale après l'enlèvement du morceau de pale tombé.	L'hypothèse de la défaillance technique est privilégiée.	Base de données ARIA	
Chute d'éléments	24/12/2021	Fécamp	Seine-Maritime	0,9	2006	Non	Vers 9h10, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. L'éolienne s'arrête automatiquement. Le cadre d'astreinte décide de ne pas tenter de relancer la machine à distance. Comme les consignes d'exploitation du parc ne prévoient pas d'astreinte, l'intervention des techniciens est programmée 3 jours plus tard. Lorsque l'équipe de maintenance se déplace sur le site, celle-ci découvre l'équipement à 155 m dans le champ jouxtant l'éolienne. La zone est balisée et l'aérofrein est évacué. Le parc entier est arrêté par mesure préventive en attente d'expertise. La perte d'exploitation est estimée à hauteur de 10 000 €.	L'exploitant explique cette nouvelle chute d'aérofrein par la combinaison de la rupture d'un tendeur et l'affaiblissement de l'assemblage collé de l'aérofrein. Les tendeurs sont contrôlés tous les 6 mois. Le collage est dimensionné pour tenir la durée de vie certifiée de l'éolienne (20 ans). L'affaiblissement proviendrait de la chute précédente. Après cet événement, le collage n'avait pu être vérifié par ultrasons car la présence de bulles d'air renvoyait un écho.	Base de données ARIA	
Fuite d'huile	03/02/2022	Epanse	Marne	0,85	2005	Non	L'exploitant d'un parc éolien constate une fuite d'huile sur l'extérieur du mât d'une éolienne. Il met en place un kit d'absorption, nettoie le fond de la nacelle et y pose des chiffons absorbants. Des boudins sont mis autour du mât de l'éolienne pour éviter toute pénétration dans le sol. Après utilisation des boudins et des feuilles absorbantes du kit antifuite, ces derniers sont évacués et traités conformément à la gestion des emballages et matériaux souillés.	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. L'origine de l'infiltration d'eau (raccordement non étanche) est étanchéifiée.	Base de données ARIA	

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
Fuite d'huile	10/02/2022	Oresmaux	Somme	2	2008	Non	Vers 8 h, 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. Les équipes du turbinier, en arrivant sur place le matin, arrêtent la turbine et appliquent un kit anti-pollution. Des techniciens sont mandatés pour rechercher l'origine de la fuite et nettoyer l'intérieur de l'éolienne. Le défaut est corrigé. Le turbinier informe l'exploitant et le propriétaire terrien. 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	
Rupture de pale	02/04/2022	Le Bois	Haute-Garonne	2	2009	Non	À 9h27 un samedi, sur un parc éolien contenant 11 éoliennes, une pale d'éolienne composée de fibre de verre et de carbone de 40 m s'effondre partiellement en haut d'un mât de 60 m. Une partie de celle-ci reste suspendue au rotor. L'alerte est donnée par un riverain ayant constaté du bruit et des mouvements de pales anormaux. Les débris sont circonscrits à une centaine de mètres autour du mât. L'exploitant met en place un périmètre de sécurité autour de l'installation et un gardiennage physique sur le site. L'accès au parc éolien est interdit par arrêté municipal. Il est demandé aux 2 exploitants du parc de mettre à l'arrêt les machines et de procéder à des vérifications. L'exploitant doit également démonter les éléments présentant un risque de chute.	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. Celle-ci, après remise à zéro du pitch, peut être redémarrée à distance, selon la procédure prévue par la société en charge de la maintenance des éoliennes. L'éolienne a ainsi été redémarrée 20 min avant l'événement. Une panne/casse mécanique pourrait être à l'origine de l'erreur de pitch.	Base de données ARIA	
Incendie	20/04/2022	Saint-Germainmont	Ardennes	2	2011	Non	Le moteur de l'éolienne a pris feu pendant une demi-heure. Le feu a endommagé la nacelle et une épaisse fumée noire était visible. L'incendie s'est éteint tout seul.	Les causes de l'incendie ne sont pas connues.	Article France Bleu	

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
Fuite d'huile	27/04/2022	La Roque	Hérault	0,9	2004	Non	Vers 10 h, des techniciens en intervention sur site constatent une coulée d'huile biodégradable de 140 l sur le mât et des projections de gouttes au sol sur la plateforme d'une éolienne. L'installation est mise à l'arrêt et un kit antipollution est disposé pour contenir la fuite au sol. D'après la fiche de données de sécurité, l'huile est facilement biodégradable. L'exploitant planifie un nettoyage de la tour et une évacuation de la couche superficielle souillée. L'installation est relancée le lendemain.	La fuite est due à une rupture de flexible de la multiplicatrice en nacelle.	Base de données ARIA	
Chute de pale	30/04/2022	Roquetaillade	Aude	0,85	2008	Non	Vers 18 h, avec un vent de 9 m/s et par temps clair, la pale d'une éolienne tombe et se casse au pied de l'éolienne sans occasionner d'autres dégâts. Entre 19 h et 20 h, le propriétaire de la parcelle d'implantation contacte la gendarmerie à la suite de la perception de bruits anormaux provenant de l'aérogénérateur. La gendarmerie constate sur place l'effondrement de la pale au pied de la machine qui s'est arrêté en sécurité. Elle prévient l'astreinte de l'exploitant qui ouvre une cellule de crise interne. L'exploitant met à l'arrêt, à distance, l'ensemble des 27 autres éoliennes des 2 parcs du site. L'exploitant procède au nettoyage du site, avec notamment, une recherche de métaux. Il protège l'embase de la pale sur le rotor. 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. A l'issue de l'expertise, la pale sera détruite. 2 parcs éoliens d'une puissance totale de 23 MW sont à l'arrêt pendant plus d'un mois.	La chute de la pale fait suite à une rupture du roulement de pale. La bague extérieure solidaire du moyeu est ouverte et les billes de roulement sont tombées au sol. La casse de boulons est constatée sur un secteur supérieur à 180 °.	Base de données ARIA	
Incendie	05/08/2022	Bourbriac	Côtes d'Armor	2	2008	Non	Vers 13h20, un incendie s'est déclaré au sommet d'une éolienne. C'est la nacelle qui s'est embrasée, dégageant un panache de fumée noire. Les pales ont également brûlé. Des débris enflammés tombant au sol ont enflammé et consumé des balles de foin stockées au pied de l'éolienne et pollué le sol.	L'origine de l'incendie n'a pas été identifiée.	Article "Le Télégramme"	

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile	10/08/2022	Cussy-Les-Forges	Yonne	2,4	2022	Oui	Vers 1 h, une fuite d'huile se produit dans la nacelle d'une éolienne. L'alerte est donnée par le déclenchement d'une alarme. Le bloc vérin de la pale est détaché. La machine est mise à l'arrêt. L'huile coule en pied de tour, sans atteindre le sol environnant. La turbine reste arrêtée jusqu'à la livraison des pièces. Un kit antipollution est installé par les techniciens. L'événement engendre des pertes d'exploitation.	La fuite est due un tuyau hydraulique cassé à la suite d'un problème de montage.	Base de données ARIA	
Incendie	22/08/2022	Quatre Vallées	Marne	2	2012	Oui	Un incendie s'est déclaré lors de l'intervention d'une équipe technique sur la nacelle de l'éolienne. L'éolienne était à l'arrêt au moment de l'incendie. Deux ouvriers de l'équipe technique ont été légèrement blessés. L'incendie ne s'est pas propagé aux champs alentours.	L'incendie est dû à l'explosion d'un convertisseur installé dans la nacelle. Les raisons de cette explosion restent à déterminer.	Article France Info	
Fuite d'huile	19/09/2022	Les Touches	Loire Atlantique				Vers 12 h, au cours d'une opération de maintenance programmée, les techniciens d'un parc éolien constatent 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 bar). L'éolienne est arrêtée. 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. En préventif, les techniciens mettent en place des boudins absorbants en pied de machine. 3 jours plus tard, l'exploitant confirme que le bac de rétention est vidé, le flexible défaillant remplacé et la machine de nouveau en production.			
Dégradation/vol	24/10/2022	Joncels	Hérault				Vers 20h30, une alerte intrusion est détectée sur le poste de livraison d'un parc éolien, suivie d'une perte de communication avec le site. Le lendemain, les techniciens constatent que l'accès au local serveur est forcé et le matériel informatique vandalisé en partie. La supervision à distance des éoliennes est impossible. Ces dernières sont donc mises à l'arrêt manuellement jusqu'au remplacement de la supervision. Une partie des serveurs informatiques a été dérobée.		Base de données ARIA	

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	23/11/2022	Plélan-Le-Grand	Ille-Et-Vilaine	2	2008		Vers 22h30, 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. Après inspection, un impact de foudre est visible, celle-ci a traversé le bout de la pale. Les installations sont sécurisées et les inspections sont menées. Par mesure de sécurité, la route est fermée par arrêté de la commune et le reste jusqu'à l'enlèvement de la pale.	Impact de foudre	Base de données ARIA	
Incendie	09/01/2023	Petit-Caux	Seine-Maritime				Une éolienne implantée sur le parc terrestre situé à Petit-Caux, en Seine-Maritime, a pris feu, lundi 9 janvier 2023. Une équipe de 36 sapeurs-pompiers, dont certains spécialisés en secours en milieu périlleux et en exploration longue durée, sont intervenus sur place.		Ouest France	
Chute de glace	17/01/2023	Le Born	Lozère	3,6	2022	Oui	Dans la matinée, des skieurs alertent l'exploitant d'un parc éolien de la projection de glace par des éoliennes. Le parc est arrêté à distance dès le lendemain pour éviter tout risque de nouvelles projections. Les gérants du domaine skiable du plateau n'ouvrent pas, par précaution, la piste de ski de fond passant à proximité de deux 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	
Incendie	31/01/2023	Tigny-Noyelle	Pas de calais				Vers 14h30, 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. Les opérateurs éteignent le feu. La machine est mise en sécurité et l'ensemble des éoliennes est mis hors tension. Les pompiers se rendent sur place pour assurer les vérifications d'usage.		Base de données ARIA	

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
Chute d'éléments	23/02/2023	Moeuvres	Nord-Pas-de-Calais	3,3	2016	Oui	Un agriculteur ramasse des morceaux de pale d'éolienne au sol dans un parc éolien. La mairie avertit l'opérateur qui signale ne pas avoir détecté l'incident. La mairie informe ce dernier d'un incident électrique sur le transformateur de la commune rompant la communication avec le parc éolien. La communication est rétablie en fin de journée vers 21h30. Compte tenu de l'endommagement de la pale, l'opérateur décide de ne pas relancer le parc. La mairie met en place un périmètre de sécurité pour empêcher l'accès à l'éolienne concernée. Sur place le lendemain, l'inspection des installations classées rencontre le personnel en charge de la maintenance du parc. Des morceaux de pale, mesurant entre 10 et 70 cm, sont ramassés, ainsi que des peignes acoustiques tombés au sol. L'endommagement de la pale est constaté depuis le sol.		Base de données ARIA	
Incendie	09/03/2023	Froidfond	Vendée				Vers 17 h, un feu se déclare sur la nacelle d'une éolienne d'une hauteur de 77 m en tête de pylône, lors de sa remise en tension. L'incendie se propage à une pale de 40 m de longueur. Des techniciens présents pour une opération de maintenance alertent l'exploitant et les pompiers. Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place. Les propriétaires terriens et exploitants agricoles concernés sont informés. Le parc est mis à l'arrêt depuis un poste source. Les secours laissent le feu s'éteindre de lui-même sans pouvoir intervenir. L'accès à la zone est interdit par arrêté municipal. Une société de gardiennage est mandatée pour assurer la surveillance de la zone. La nacelle est détruite, il n'y a pas eu de chute de composant autres que des débris de coque avec des envols. Une odeur d'hydrocarbures subsiste et des traces de coulures d'huiles sont présentes le long du mat. L'éolienne est démontée et analysée. L'exploitant contacte une société afin de réaliser un diagnostic des sols et de l'eau en vue de la dépollution du site, ainsi que le ramassage des débris d'éoliennes et morceaux de fibres calcinés.		Base de données ARIA	

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
Chute de pale	14/03/2023	Peux-et-Couffouleux	Aveyron				À 12h30, sur un parc éolien, un sous-traitant en intervention constate la chute du spoiler d'une pale d'éolienne. Il alerte le service d'astreinte de l'exploitant. L'éolienne accidentée est arrêtée à distance ainsi que l'ensemble des machines du parc par mesure de prévention. À 13 h, une équipe se rend sur place et un périmètre de sécurité est installé autour de la machine et de l'élément spoiler au sol. À 13h30, l'exploitant planifie avec le turbinier une intervention sur la machine et une inspection complémentaire des machines du parc dès le lendemain. 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. Les serrages sont vérifiés tous les 4 ans. Le dernier contrôle a eu lieu 2 ans auparavant. À la suite de cet évènement, l'exploitant : procède à l'arrêt complet de toutes les machines pour des vérifications internes et externes , met un balisage pour interdire l'accès aux machines avant leur démarrage , redémarre les machines après validation du rapport de contrôle par l'Inspection des Installations Classées , définit une fréquence régulière pour le contrôle visuel du parc. En parallèle de ces actions le turbinier revoit la procédure et la fréquence des contrôles des machines après leur mise en service.		Base de données ARIA	
Incendie	20/03/2023	Châtenay	Eure-et-Loire				Un spectaculaire incendie s'est déclaré ce 20 mars vers 7h15 à Châtenay (Eure-et-Loir) sur une pale d'une éolienne située à quatre-vingt mètres de haut. L'incendie est désormais éteint, mais le parc de 26 éoliennes est totalement coupé jusqu'à nouvel ordre.		Article France info	

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
Fuite d'huile	09/05/2023	Yvignac-la-tour	Côtes d'Armor				Une fuite d'huile se produit sur une éolienne. Elle est détectée un mois plus tard. Au total, 180 l de produit ont coulé depuis la nacelle le long du mât et ont pollué le sol. La société de maintenance prévient l'exploitant. La fuite a été provoquée par une mauvaise manipulation de la cloche après le remplacement du filtre lors de la maintenance annuelle. Cette erreur aurait coupé le filtre, permettant la fuite. Un prestataire est mandaté pour dépolluer le sol et un suivi sanitaire et environnemental est mis en place, car l'huile contient du benzène, des dérivés alkylés et du ditridecyl adipate. La société de maintenance nettoie directement la partie intérieure de la nacelle.		Base de données ARIA	
Rupture de pale	10/05/2023	Jazeneuil	Vienne	3	2022	Oui	Vers 17h, deux promeneurs constate qu'une pale d'éolienne est brisée en deux. La pale pend à 100m de haut. Deux techniciens interviennent pour mettre en place un périmètre de sécurité et un vigile assure la sécurité.		La Nouvelle République	
Rupture de pale	12/07/2023	Chanteraine	Meuse				Vers 9 h, une équipe de maintenance intervient sur une turbine d'un parc éolien après une détection d'alarme. Elle constate la casse de l'une des pales de l'éolienne. L'équipe balise la zone autour de l'éolienne ainsi que les deux chemins d'accès. Le parc est mis à l'arrêt de manière préventive. Un impact de foudre lors des intempéries de la veille au soir serait à l'origine de la détérioration.		Base de données ARIA	
Foudre	16/07/2023	Chaudeyrac	Lozère	3	2015	oui	Dans la nuit, lors d'un épisode orageux, la foudre touche la pale d'une éolienne dans un parc éolien.	Impact de foudre	Base ARIA	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Choc entre un rapace et une éolienne	20/07/2023	Villeveyrac	Hérault	10	2002	non	Découverte au sol un cadavre de Faucon crécerelle, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	31/07/2023	Pont-de-Salars	Aveyron	12	2008	non	Découverte au sol une plumée de Milan royal, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-

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
Choc entre un rapace et une éolienne	31/07/2023	Villeveyrac	Hérault	6			Découverte au sol un cadavre de Faucon crécerelle, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	01/08/2023	Aumelas	Hérault				Découverte au sol un cadavre de plumée de Pie-grièche à tête rousse, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	01/08/2023	Montbazin	Hérault				Découverte au sol un cadavre de Faucon crécerelle, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	05/09/2023	Ségur	Aveyron				Découverte au sol un cadavre de milan royal, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	11/09/2023	Ségur	Aveyron				Découverte au sol un cadavre de milan royal, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Chute de pale	12/09/2023	Patay	Loiret				Un morceau de pale de 2 m de longueur est retrouvé au sol dans un parc éolien.	Impact de foudre	Base ARIA	Chute de pale
Choc entre un rapace et une éolienne	12/09/2023	Flavin	Aveyron				Découverte au sol un cadavre de milan royal, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	19/09/2023	ALLEREY	Côte-d'Or				Découverte au sol un cadavre de milan royal, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	28/09/2023	Louville-La-Chenard	Eure-et-Loir				Découverte au sol un cadavre de Râle d'eau, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-

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
Chute d'éléments	16/11/2023	SAINT-CHARTIER	Indre	3,3	2016	Oui	Lors d'une période ventée, le nez de la nacelle d'une éolienne tombe dans le champ d'une exploitation agricole.	période ventée	Base de données ARIA	
Incendie	31/01/2024	VITRY-LA-VILLE	Marne				Vers 15 h, dans un parc éolien, un feu se déclare dans un conteneur de déchets (huiles, additifs synthétiques, ...) installé au pied d'une éolienne. Des promeneurs alertent les secours. Les pompiers et les techniciens en charge de l'exploitation balisent la zone touchée.	acte de malveillance	Base ARIA	
Choc entre un rapace et une éolienne	08/02/2024	Arconcey	Côte-d'Or				Découverte au sol un cadavre de milan royal, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Chute de pale	11/02/2024	Beaucaire	Gard				Vers 17h30, un riverain constate la 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.		Base ARIA	Chute de pale
Choc entre un rapace et une éolienne	07/03/2024	Joncels	Hérault				Découverte au sol un cadavre de bouvreuil pivoine, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Choc entre un rapace et une éolienne	26/03/2024	Lacombe	Aude				Découverte au sol un cadavre de milan royal, espèce protégée, au pied d'une éolienne.	Il s'agit probablement d'une collision directe avec l'éolienne.	Base ARIA	-
Foudre	16/07/2024	Chaudeyrac	Lozère	3	2015	oui	Dans la nuit, lors d'un épisode orageux, la foudre touche la pale d'une éolienne dans un parc éolien.	Impact de foudre	Base ARIA	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)

ANNEXE 3 – 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.

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

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « cut in »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

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

Les éventuels incendies interviendront dans le cas où plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques seulement quelques exemples vous sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être regardé :

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;
- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballlement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections)
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballlement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- Perte de réseau électrique : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, ...)
- Perte de communication : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local...)
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.

Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de danger. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, ...).

Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours.
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ... Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre...

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne

L'emballlement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballlement 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, emballlement de l'éolienne

Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goudons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs

tronçons.

Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)

- Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :
- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
 - Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant
 - Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

ANNEXE 4 – PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d'effet d'un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l'atteinte par l'élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d'accident.

Cette probabilité d'accident est le produit de plusieurs probabilités :

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

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)

$P_{presence}$ = 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 : Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

Danger : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible (pneumatique ou potentielle) qui caractérisent le danger).

Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

Événement 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.

Événement redouté central : Événement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Gravité : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables (ou enjeux) tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité) : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

Phénomène dangereux : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivants ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. (FD ISO/CEI Guide 73). Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
 - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
 - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

Risque : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

Scénario d'accident (majeur) : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques) : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation (significativement plus courte) avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

Aérogénérateur : Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur

Survitesse : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Energies Renouvelables

FEE : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public