



Parc éolien « Coat Ar Bellegues »

Commune de Saint-Connan

Département des Côtes-d'Armor (22)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE)

Pièce 6 : Etude de dangers et résumé non technique

Décembre 2020

(Version complétée en janvier 2023)



PIECES DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

L'architecture retenue pour les pièces du dossier de demande d'autorisation environnementale est la suivante :

- Pièce 1 : Description du projet
- Pièce 2 : Note de présentation non technique
- Pièce 3 : Justificatifs de maîtrise foncière
- Pièce 4a : Étude d'impact
- Pièce 4b : Annexes de l'étude d'impact
- Pièce 5 : Résumé non technique de l'étude d'impact
- **Pièce 6 : Étude de dangers et Résumé non technique de l'étude de dangers**
- Pièce 7 : Capacités techniques et financières
- Pièce 8 : Autres pièces obligatoires
- Pièce 9 : Plans

La pièce 6 constitue l'étude de dangers des installations du projet de parc éolien, ainsi que son résumé non technique.

SOMMAIRE

I. RESUME NON TECHNIQUE	5
I.1. LA LOCALISATION DU PROJET	5
I.2. L'OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE DANGERS	6
I.3. LA ZONE D'ÉTUDE DE DANGERS	6
I.4. LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT	7
I.5. LA PRESENTATION DU PROJET DEFINITIF	10
I.6. L'ANALYSE DES RISQUES D'ACCIDENT	14
II. ETUDE DE DANGERS - PREAMBULE	18
II.1. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DE DANGERS	18
II.2. LE CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	18
II.3. LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	19
II.4. LA DEMARCHE GENERALE DE L'ÉTUDE DE DANGERS	20
III. LES INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION	21
III.1. LES RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	21
III.2. LA LOCALISATION DU SITE	22
III.3. LA DEFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE	23
IV. LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	23
IV.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN	23
IV.2. L'ENVIRONNEMENT NATUREL	26
IV.3. L'ENVIRONNEMENT MATERIEL	29
IV.4. LA SYNTHÈSE DES ENJEUX	30
V. LA DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	35
V.1. LES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	35
V.2. LE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	46
VI. L'IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	51
VI.1. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS	51
VI.2. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX DECHETS	52
VI.3. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	52
VI.4. LA REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	53
VII. L'ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	54
VII.1. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	54
VII.2. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL	55
VII.3. LA SYNTHÈSE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	56
VII.4. LES LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE	56
VIII. L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	58
VIII.1. L'OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	58
VIII.2. LE RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	58
VIII.3. LE RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	58
VIII.4. LES SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE GNERIQUE DES RISQUES	60
VIII.5. LES EFFETS DOMINOS	62
VIII.6. LA MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	63
VIII.7. LA CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	67
IX. L'ÉTUDE DETAILLEE DES RISQUES	68
IX.1. RAPPEL DES DEFINITIONS	68
IX.2. LA CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	70
IX.3. LA SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DETAILLEE DES RISQUES	85
IX.4. LES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	91
IX.5. LES MOYENS DE SECOURS ET D'INTERVENTION	91

X. LA CONCLUSION DE L'ÉTUDE DE DANGERS	92
---	-----------

XI. LES ANNEXES	93
------------------------------	-----------

TABLE DES CARTES

CARTE 1 : LOCALISATION DES INSTALLATIONS DU PROJET	5
CARTE 2 : LE PERIMETRE DE L'ÉTUDE DE DANGERS (500 M AUTOUR DES EOLIENNES).....	6
CARTE 3 : ENJEUX DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE DANGERS ET CARACTERISATION DES TYPES DE TERRAINS	9
CARTE 4 : L'IMPLANTATION DES EOLIENNES DU PROJET ET DES AMENAGEMENTS ANNEXES	11
CARTE 5 : LES ZONES D'EFFET DES DIFFERENTS RISQUES ETUDIES.....	15
CARTE 6 : NIVEAUX DE RISQUE AU REGARD DES SCENARIOS ETUDIES	16
CARTE 7 : LA LOCALISATION DES INSTALLATIONS DU PROJET.....	22
CARTE 8 : LE PERIMETRE DE L'ÉTUDE DE DANGERS	23
CARTE 9 : LA DISTANCE AUX HABITATIONS LES PLUS PROCHES	24
CARTE 10 : L'ENVIRONNEMENT HUMAIN DE L'AIRE D'ÉTUDE DE DANGERS	25
CARTE 11 : LE ZONAGE SISMIQUE EN VIGUEUR.....	27
CARTE 12: L'ENVIRONNEMENT NATUREL DE L'AIRE D'ÉTUDE DE DANGERS	28
CARTE 13 : L'ENVIRONNEMENT MATERIEL DE L'AIRE D'ÉTUDE DE DANGERS	30
CARTE 14 : LA SYNTHÈSE DES ENJEUX DE L'AIRE D'ÉTUDE DE DANGERS.....	31
CARTE 15 : LES TYPES DE TERRAIN DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE E1	32
CARTE 16 : LES TYPES DE TERRAIN DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE E2	32
CARTE 17 : LES TYPES DE TERRAIN DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE E3	33
CARTE 18 : LES TYPES DE TERRAIN DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE E4	33
CARTE 19 : LES TYPES DE TERRAIN DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE E5	34
CARTE 20 : LES TYPES DE TERRAIN DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE E6	34
CARTE 21 : LE PLAN DÉTAILLÉ DE L'INSTALLATION SUR SCAN 25	44
CARTE 22 : LE PLAN DÉTAILLÉ DE L'INSTALLATION SUR PHOTO-AÉRIENNE.....	45
CARTE 23 : LA ZONE D'EFFET DU RISQUE D'EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE.....	71
CARTE 24 : LA ZONE D'EFFET DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE	75
CARTE 25 : LA ZONE D'EFFET DU RISQUE DE CHUTE D'ÉLÉMENTS	77
CARTE 26 : LA ZONE D'EFFET DU RISQUE DE PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE	80
CARTE 27 : LA ZONE D'EFFET DES RISQUES DE PROJECTION DE GLACE	83
CARTE 28 : LA SYNTHÈSE DES RISQUES DU PROJET DE PARC EOLIEN	87
CARTE 29 : LES ZONES D'EFFETS DES DIFFERENTS RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E1	88
CARTE 30 : LES ZONES D'EFFETS DES DIFFERENTS RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E2	88
CARTE 31 : LES ZONES D'EFFETS DES DIFFERENTS RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E3	89
CARTE 32 : LES ZONES D'EFFETS DES DIFFERENTS RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E4	89
CARTE 33 : LES ZONES D'EFFETS DES DIFFERENTS RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E5	90
CARTE 34 : LES ZONES D'EFFETS DES DIFFERENTS RISQUES ETUDIES POUR L'EOLIENNE E6	90

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : ROSE DES VENTS DE SAINT-BRIEUC (SOURCE WINFINDER)	8
FIGURE 2 : AMENAGEMENTS D'UN PARC EOLIEN	10
FIGURE 3 : LES DIMENSIONS DU GABARIT RETENU	12
FIGURE 4 : LA DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE DE DANGERS	20
FIGURE 5 : LA ROSE DES VENTS DE SAINT-BRIEUC (SOURCE WINFINDER)	27
FIGURE 6 : LE SCHEMA SIMPLIFIE D'UN AEROGENERATEUR (NORDEX).....	35
FIGURE 7 : ILLUSTRATION DES EMPRISES AU SOL D'UNE EOLIENNE.....	36
FIGURE 8 : LES DIMENSIONS MAXIMALES ENVISAGEES.....	37
FIGURE 9 : LES DIMENSIONS MAXIMALES DE L'EOLIENNE E1	38
FIGURE 10 : LES DIMENSIONS MAXIMALES DE L'EOLIENNE E2	39
FIGURE 11 : LES DIMENSIONS MAXIMALES DE L'EOLIENNE E3	40
FIGURE 12 : LES DIMENSIONS MAXIMALES DE L'EOLIENNE E4	41
FIGURE 13 : LES DIMENSIONS MAXIMALES DE L'EOLIENNE E5	42
FIGURE 14 : LES DIMENSIONS MAXIMALES DE L'EOLIENNE E6	43
FIGURE 15 : PLANNING TYPE DE MAINTENANCE PREVENTIVE	49
FIGURE 16 : LE SCHEMA DE RACCORDEMENT ELECTRIQUE D'UN PARC EOLIEN	50

FIGURE 17 : LES CAUSES PREMIERES DES ACCIDENTS D'AEROGENERATEURS EN FRANCE (SOURCE : FEE)	54
FIGURE 18 : LA REPARTITION DES ACCIDENTS D'AEROGENERATEURS DANS LE MONDE (SOURCE : FEE)	55
FIGURE 19 : LES CAUSES PREMIERES DES ACCIDENTS D'AEROGENERATEURS DANS LE MONDE (SOURCE : FEE)	56
FIGURE 20 : LE NOMBRE D'ACCIDENTS EOLIENS RECENSES PAR LA BASE ARIA ENTRE 2002 ET 2019 EN FRANCE (SOURCE : ARIA).....	56
FIGURE 21 : UN EXEMPLE DE PANNEAU DE PREVENTION DES RISQUES SUR UN PARC EOLIEN	91

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DISTANCES ENTRE LES EOLIENNES ET LES HABITATIONS LES PLUS PROCHE.....	7
TABLEAU 2 : SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES ETUDIES	15
TABLEAU 3 : LA NOMENCLATURE ICPE D'UN PARC EOLIEN	19
TABLEAU 4 : DONNEES DEMOGRAPHIQUES DES COMMUNES AUTOUR DU PERIMETRE D'ÉTUDE DE DANGERS (INSEE)	23
TABLEAU 5 : LA DISTANCE DES EOLIENNES AUX HABITATIONS LES PLUS PROCHES	24
TABLEAU 6 : LA MOYENNE DES TEMPERATURES MENSUELLES EN °C ENTRE 1971 ET 2018 (METEO-CLIMAT)	26
TABLEAU 7 : LA MOYENNE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES ENTRE 1971 ET 2018 (METEO-CLIMAT).....	26
TABLEAU 8 : LA MOYENNE D'ENSOLEILLEMENT MENSUEL ENTRE 1971 ET 2018 (METEO-CLIMAT).....	26
TABLEAU 9 : LES MOYENNES MENSUELLES DES JOURS DE GELEE RECENSES ENTRE 1971 ET 2018 (METEO-CLIMAT)	26
TABLEAU 10 : LES ARRETES DE CATASTROPHES NATURELLES.....	27
TABLEAU 11 : LES COORDONNEES GPS ET COTES NGF DES EOLIENNES	36
TABLEAU 12 : LES DIMENSIONS ENVISAGEES DES AMENAGEMENTS DU PARC EOLIEN	37
TABLEAU 13 : LES FONCTIONS ET CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS DE L'INSTALLATION	46
TABLEAU 14 : LA LISTE DES PRODUITS UTILISES DANS LES AEROGENERATEURS (EXEMPLE POUR LA NORDEX N131)	51
TABLEAU 15 : LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	52
TABLEAU 16 : LES AGRSSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES.....	58
TABLEAU 17 : LES AGRSSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS	59
TABLEAU 18 : LES SCENARIOS GENERIQUES D'ACCIDENTS POSSIBLES	60
TABLEAU 19 : LES FONCTIONS DE SECURITE DE L'INSTALLATION	64
TABLEAU 20 : LES CATEGORIES DE SCENARIOS EXCLUS	67
TABLEAU 21 : LES NIVEAUX DE GRAVITE.....	69
TABLEAU 22 : LES NIVEAUX DE PROBABILITE	69
TABLEAU 23 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE POUR LE RISQUE D'EFFONDREMENT DES EOLIENNES	72
TABLEAU 24 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE D'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE	72
TABLEAU 25 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE.....	74
TABLEAU 26 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE	76
TABLEAU 27 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE CHUTE D'ÉLÉMENTS DE L'EOLIENNE	78
TABLEAU 28 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE CHUTE D'ÉLÉMENTS D'UNE EOLIENNE	78
TABLEAU 29 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE	79
TABLEAU 30 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE PROJECTION DE PALE OU DE FRAGMENT DE PALE.....	81
TABLEAU 31 : L'ÉVALUATION DE L'INTENSITE DU RISQUE DE PROJECTION DE MORCEAUX DE GLACE POUR LES EOLIENNES	82
TABLEAU 32 : L'ÉVALUATION DE LA GRAVITE DU RISQUE DE PROJECTION DE GLACE.....	84
TABLEAU 33 : LA SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES ETUDIES	85
TABLEAU 34 : LES MESURES DE MAITRISE DU RISQUE DE CHUTE DE GLACE	91

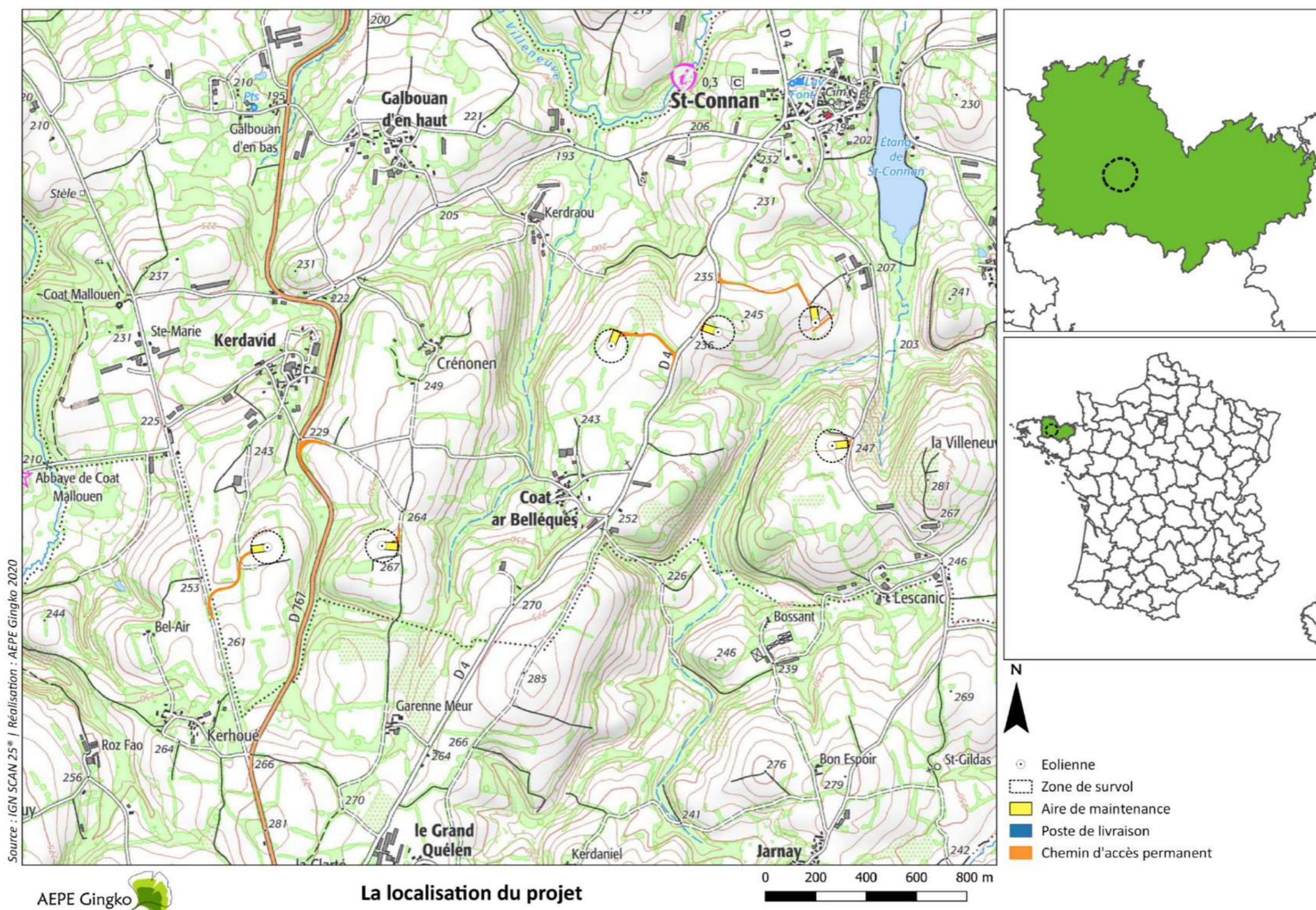
TABLE DES PHOTOS

PHOTO 1 : LE FERRAILLAGE ET LE COULAGE D'UNE FONDATION D'EOLIENNE	13
PHOTO 2 : EXEMPLE DE VOIE D'ACCES A UN PARC EOLIEN.....	13
PHOTO 3 : EXEMPLES DE POSTE DE LIVRAISON ELECTRIQUE.....	13
PHOTO 4 : EXEMPLE DE PANNEAU DE PREVENTION DES RISQUES SUR UN PARC EOLIEN	17

I. RESUME NON TECHNIQUE

I.1. LA LOCALISATION DU PROJET

Les installations du projet éolien Coat Ar Bellegues sont localisées sur la commune de Saint-Connan dans le département des Côtes d’Armor (22).



Carte 1 : Localisation des installations du projet

I.2. L'OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente pièce du dossier de demande d'autorisation environnementale constitue le résumé non technique de l'étude de dangers du projet « Coat Ar Bellegues » porté par la société parc éolien Coat Ar Bellegues SAS.

Selon les exigences de l'article R512-9 du Code de l'Environnement, l'objectif de ce résumé non technique est « d'explicitier la probabilité, la cinétique, et les zones d'effets des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie des zones de risques significatifs. »

L'étude de dangers expose les dangers que peut présenter le parc éolien en cas d'accident et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident.

Une étude de dangers justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident, déterminées sous la responsabilité du demandeur.

En effet, l'étude expose les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident, en présentant une description des accidents susceptibles d'intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe. D'autre part, l'étude décrit la nature et l'extension des conséquences que peut avoir un accident éventuel.

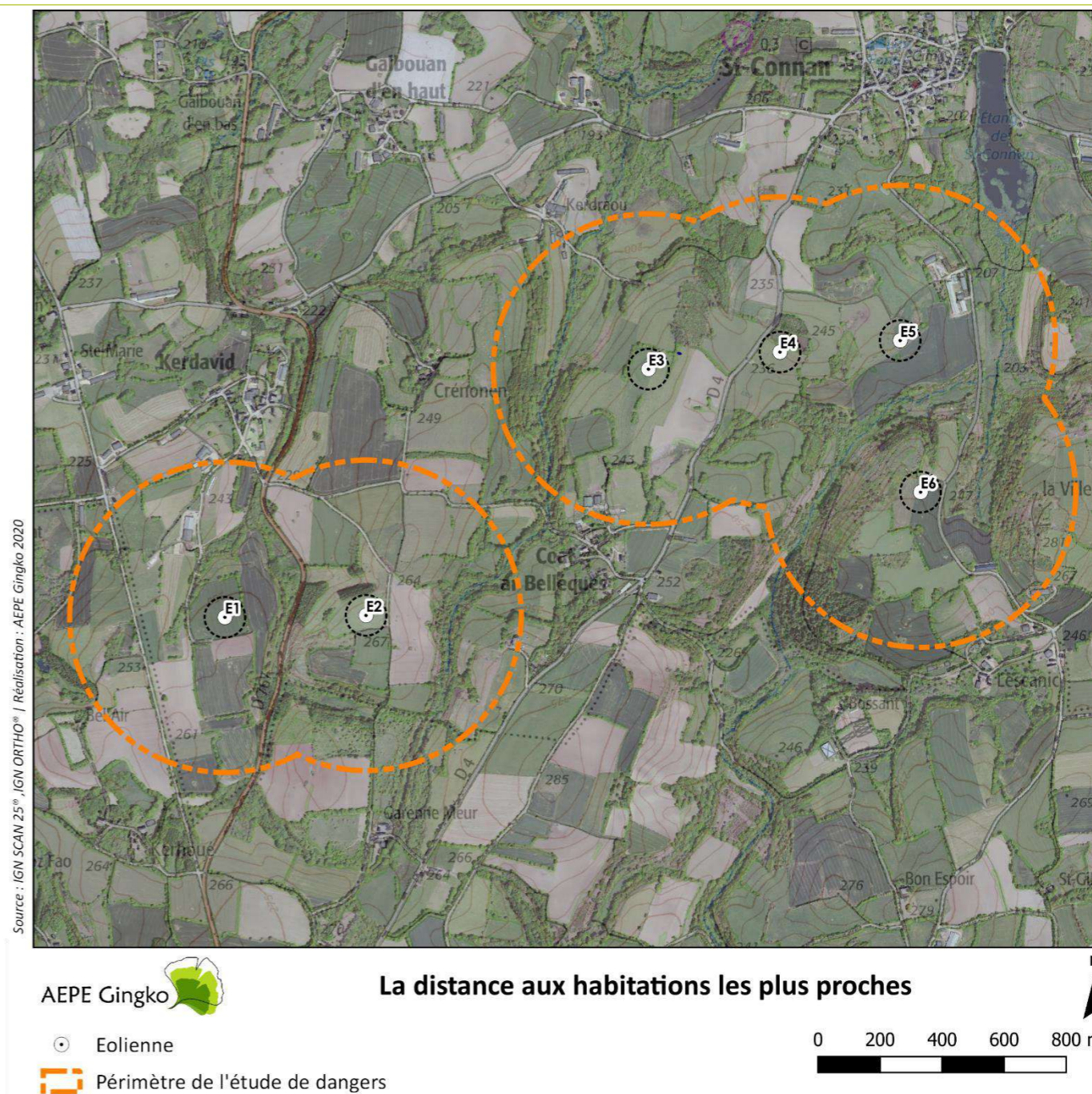
Cette étude précise notamment, compte tenu des moyens de secours publics portés à sa connaissance, la nature et l'organisation des moyens de secours privés dont le demandeur dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre »

I.3. LA ZONE D'ETUDE DE DANGERS

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur.

La définition de la zone d'étude n'intègre pas les postes de livraison électrique. Les modélisations réalisées par le syndicat des énergies renouvelable dans le cadre du guide sur les études de dangers ont en effet démontré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.



Carte 2 : le périmètre de l'étude de dangers (500 m autour des éoliennes)

I.4. LA DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

I.4.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

I.4.1.1. L'HABITAT ET LES ZONES URBANISEES

Toutes les éoliennes sont situées à plus de 500 m des habitations recensées. Aucun riverain n'habite donc dans un périmètre de 500 m autour des éoliennes correspondant à l'étude de dangers.

Aucun bâtiment à usage d'habitation, industriel ou commercial n'est recensé au sein du périmètre d'étude de dangers.

Plusieurs bâtiments agricoles se situent toutefois dans le périmètre de la zone d'étude de dangers.

Tableau 1 : Distances entre les éoliennes et les habitations les plus proches

Éoliennes	Habitations les plus proches	Commune	Distance
E1	Maison à l'ouest du hameau Kerdauid	Saint Connan	511 m
E2	Maison au sud du hameau de Coat Ar Belléques	Saint Connan	558 m
E3	Maison du hameau de Coat Ar Belléques	Saint Connan	521 m
E4	Maison au sud de Saint Connan	Saint Connan	666 m
E5	Maison au sud de Saint Connan	Saint Connan	599 m
E6	Maison du hameau de Lescanic	Saint Connan	509 m

Les communes de Saint-Connan et Saint-Gilles-Pligeaux est soumis au RNU.

L'éloignement des éoliennes à plus de 500 m des zones urbanisables à destination d'habitation sera respecté.

I.4.1.2. LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Aucun établissement recevant du public (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) n'est recensé dans la zone d'étude de dangers.

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

Aucun établissement SEVESO ni installation nucléaire de base (INB) n'est présent dans les limites de la zone d'étude de danger.

La zone d'implantation est située dans un secteur peu industrialisé. Autour du projet, les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) concernent essentiellement des élevages : porcs, bovins, volailles, lapins... Ce type d'installation n'induit pas de sensibilité particulière dans le cadre du projet.

L'installation classée pour la protection de l'environnement la plus proche est le GAEC LOSTYS situé à 192 m de l'éolienne E5.

À cette distance, aucun risque industriel ne peut être envisagé au regard du type d'installation identifié

I.4.1.4. LES AUTRES ACTIVITES

Hormis l'agriculture, la zone d'étude de dangers n'accueille aucune autre activité qu'elle soit commerciale, ou industrielle.

I.4.2. L'ENVIRONNEMENT MATERIEL

I.4.2.1. LES VOIES DE COMMUNICATION

Le périmètre d'étude est ainsi traversé :

- par la RD 767, sur un linéaire de 1 040 m,
- par la RD 4 sur un linéaire de 1177 m et
- par un réseau de voies communales et chemins agricoles pour 6 149 m.

Par leur faible trafic, ces voies sont considérées dans l'étude comme des « terrains aménagés mais peu fréquentés » (voies de communication non structurantes, chemins agricoles...)

I.4.2.2. LES RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

De la consultation des principaux services gestionnaires d'infrastructures ou de servitudes, il apparaît que le site d'implantation est concerné par des ouvrages et réseaux qui induisent les contraintes et servitudes

- Un faisceau SFR.
- Un faisceau Bouygues Telecom. L'implantation des éoliennes respectent un recul de 100 m de part et d'autre du faisceau afin ne pas perturber les installations.
- Plusieurs lignes haute tension du réseau ENEDIS. Le porteur de projet veillera à ne pas endommager les réseaux électriques, notamment en phase de travaux.
- Une canalisation souterraine de prélèvement et de distribution d'eau. L'exploitant (SAUR Grand Ouest) devra être contacté en phase de travaux pour un appui technique et les canalisations ne devront pas être endommagées lors de la réalisation du projet.

L'ensemble des prescriptions de recul ont été prises en compte pour le choix des implantations des éoliennes.

I.4.3. L'ENVIRONNEMENT NATUREL

I.4.3.1. LE CONTEXTE CLIMATIQUE

LES ORAGES

Le département des Côtes-d'Armor présente une densité de foudroiement très limitée au regard des données disponibles à l'échelle du territoire français avec un moyenne de l'ordre de 0,9 impacts de foudre au sol par km² et par an. Préciser si enjeux particuliers.

LES VENTS

Les données de la station météorologique de Rostrenen, située à 30 kilomètres au sud-ouest du projet dans le département des Côtes d'Armor, permettent par ailleurs d'illustrer la direction dominante du vent. Celle-ci est

globalement d'orientation sud-ouest/nord-est avec des vents faibles provenant essentiellement du nord-ouest et des vents moyens/forts provenant essentiellement du sud-ouest.

Enfin, la rose des vents ci-après présente le nombre d'heures par an durant lequel le vent souffle dans la direction indiquée au niveau de la commune de Saint-Brieuc. Les vents dominants sont d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est.

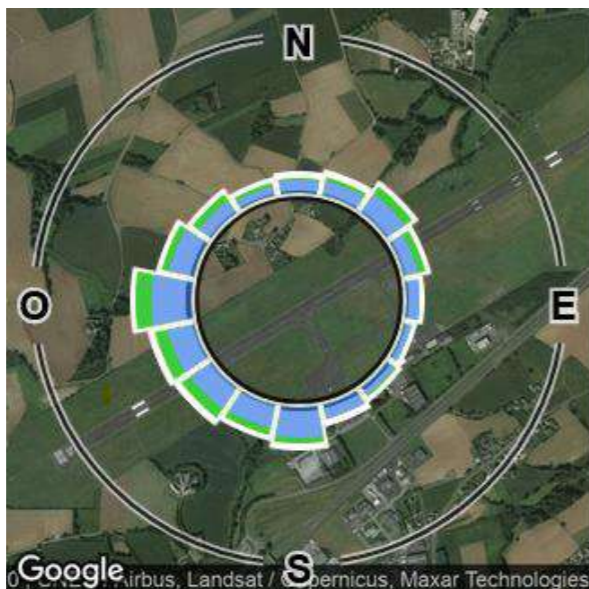


Figure 1 : Rose des vents de Saint-Brieuc (Source Winfinder)

LES RISQUES D'INONDATION

D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>, aucun risque d'inondation n'est présent sur les communes de Saint-Connan et Saint-Gilles-Pligeaux. Le PAPI (programme d'actions de prévention des inondations) du Blavet intègre Saint-Gilles-Pligeaux mais la position de la commune en tête de bassin versant n'entraîne pas d'enjeu en termes d'inondation. De même, le Trieux est concerné par un atlas des zones inondables (AZI). Toutefois les parties amont de ses affluents (ici le ruisseau du Moulin de Kedric) ne sont pas concernées par ce document.

LES RISQUES LIES AUX FEUX DE FORET

Le département des Côtes-d'Armor est caractérisé par de nombreux massifs forestiers de faible superficie et des zones de landes touristiques. Le département des Côtes-d'Armor est l'un des départements de Bretagne le moins menacé par le risque de feux de forêt, contrairement au Finistère et au Morbihan. Le risque feu de forêt n'est donc pas un risque majeur important dans les Cotes-d'Armor. Dans ce département, le risque provient essentiellement de zones de landes.

La zone d'implantation potentielle des éoliennes ne fait pas partie de communes à risques identifiés à l'échelle du département.

I.4.3.2. LES RISQUES NATURELS

LES ARRETES DE RECONNAISSANCE DE CATASTROPHE NATURELLE

Type de catastrophe	Début	Fin	Arrêté du	Communes
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Saint-Connan
Inondations et coulées de boue	06/01/2010	12/01/2010	09/04/2010	Saint-Connan
Inondations et coulées de boue	27/02/2010	01/03/2010	30/03/2010	Saint-Connan
Tempête	15/10/1987	16/0/1987	22/10/1987	Saint-Connan
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Saint-Gilles-Pligeaux
Inondations et coulées de boue	05/01/2010	12/01/2010	09/04/2010	Saint-Gilles-Pligeaux
Tempête	15/10/1987	29/12/1987	22/10/1987	Saint-Gilles-Pligeaux

LA SISMICITE

La commune de Saint-Connan est localisée dans une zone de sismicité faible.

I.4.4. SYNTHÈSE DES ENJEUX ET TYPES DE TERRAINS

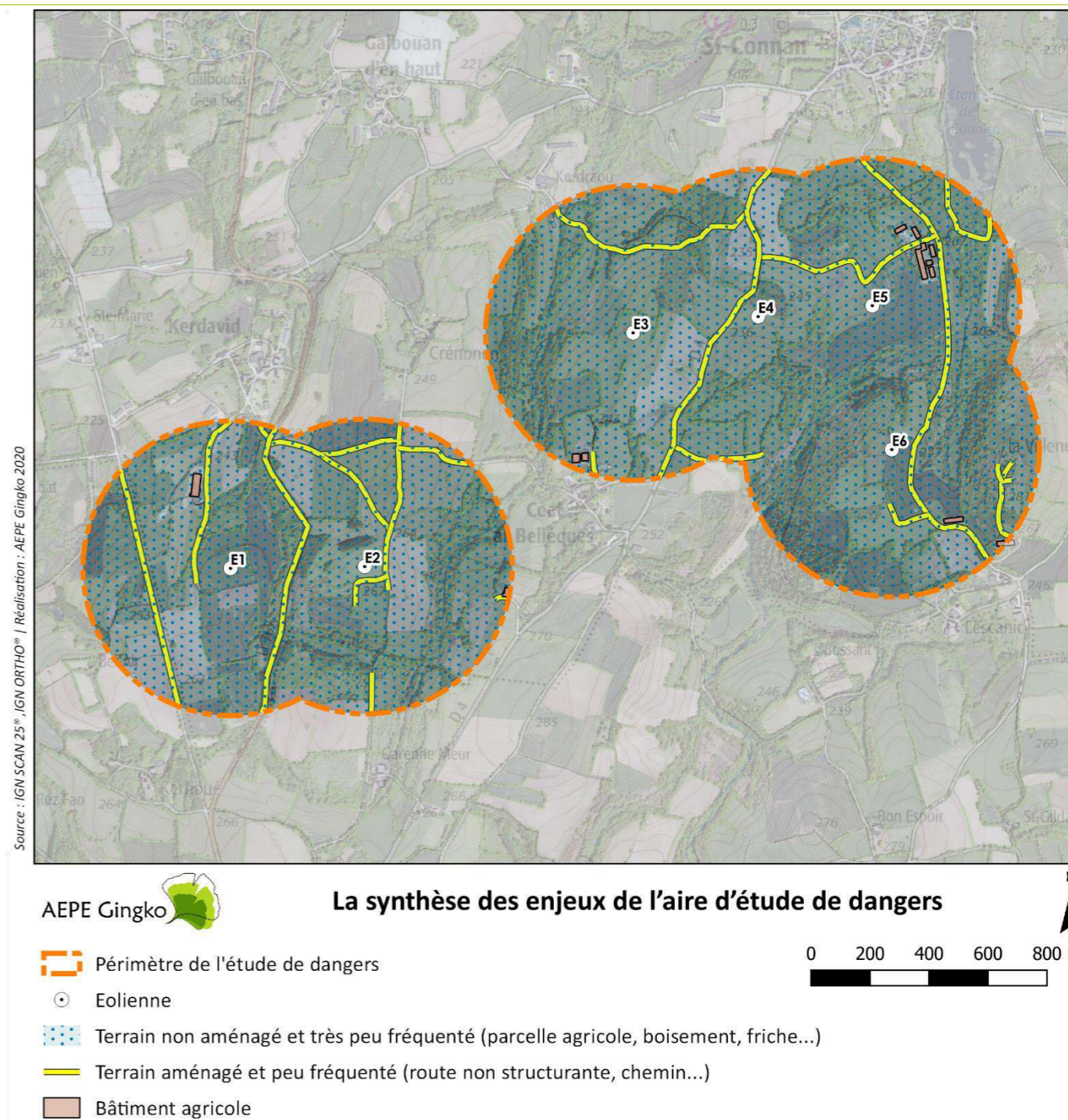
Les principaux enjeux externes de sécurité recensés au sein de l'aire d'étude de dangers sont :

- La présence de plusieurs bâtiments agricoles ;
- La RD 767 et la RD 4, voies non structurantes ;
- Plusieurs lignes haute tension;
- Des canalisations d'eau potable et d'assainissement ;

Au regard de l'annexe 1 (méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne), une typologie des terrains présents au sein de l'aire d'étude de dangers a pu être réalisée. Cette démarche permet d'identifier et de quantifier les personnes et les biens à protéger sur la zone d'étude.

Plusieurs types de zones peuvent ainsi être définies :

- Les parcelles agricoles et forestières correspondent à des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (1 personne pour 100 ha),
- Les voies de circulation non structurantes (dont chemins agricoles) correspondent à des « terrains aménagés mais peu fréquentés » (1 personne pour 10 ha),
- Les bâtiments agricoles.



Carte 3 : Enjeux du périmètre d'étude de dangers et caractérisation des types de terrains

I.5. LA PRESENTATION DU PROJET DEFINITIF

I.5.1. LES ELEMENTS DU PROJET

Les installations du parc éolien « Coat Ar Bellegues » seront situées en partie nord-ouest de la commune de Saint-Connan, dans le département des Cotes-d'Armor (22).

Le parc éolien comprendra :

- L'implantation sur fondation de 6 éoliennes,
- 6 aires de grutage,
- Un réseau de voies d'exploitation,
- Un réseau de câblage électrique souterrain inter-éolien,
- Deux postes de livraison électrique.

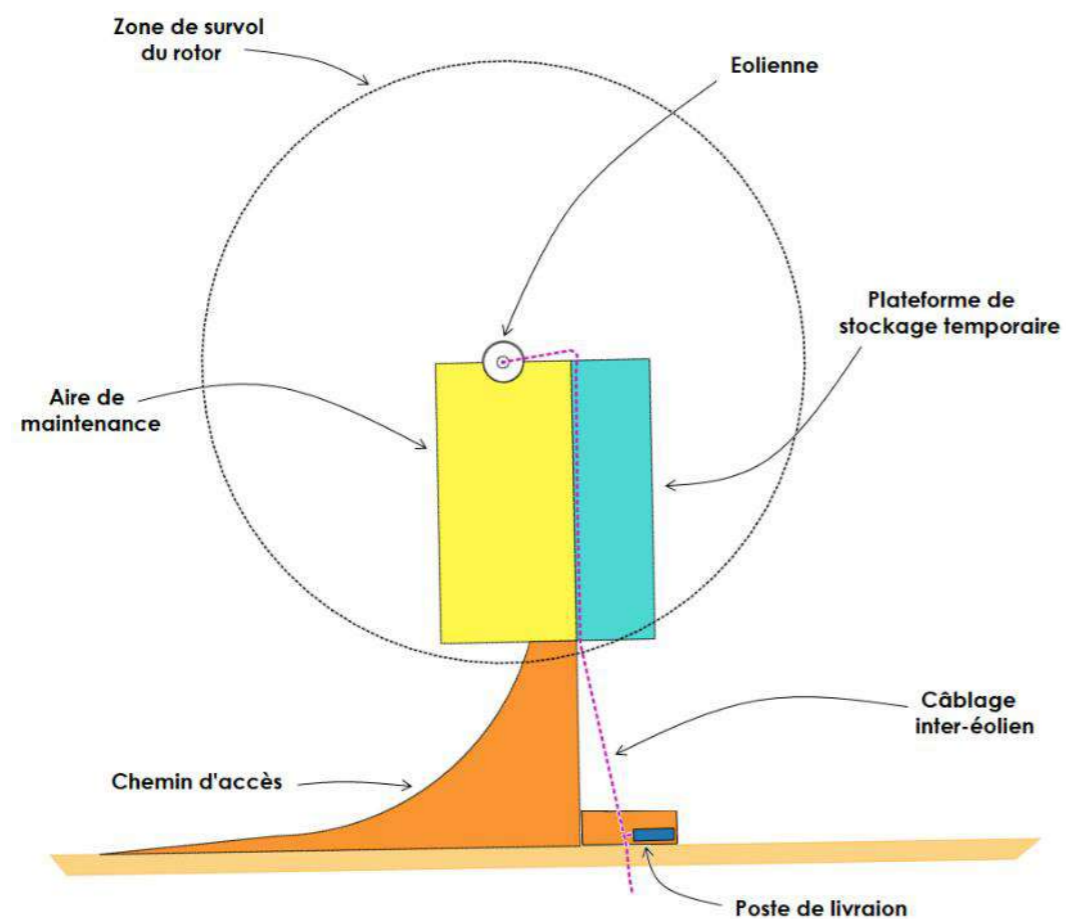
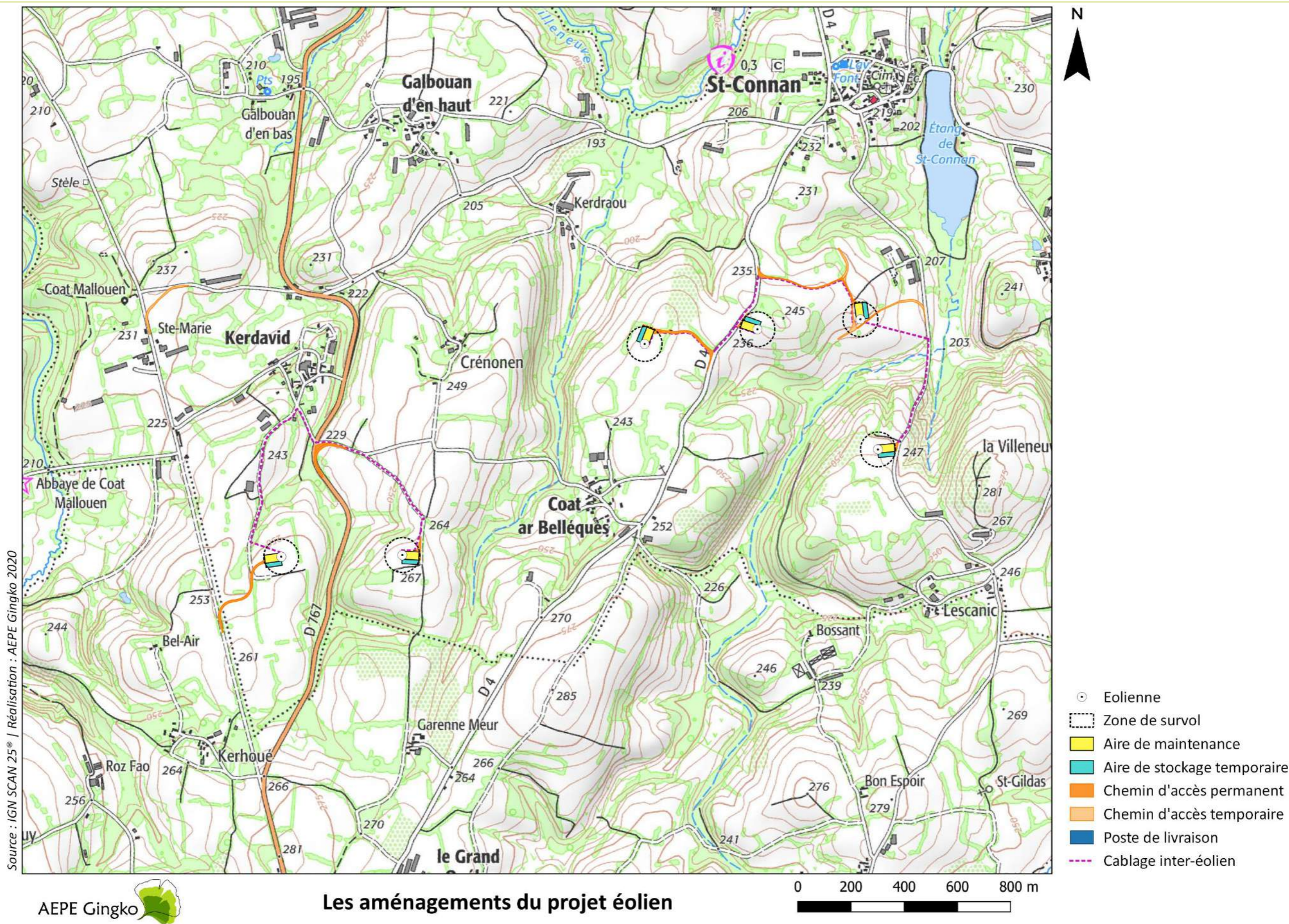


Figure 2 : Aménagements d'un parc éolien



Carte 4 : L'implantation des éoliennes du projet et des aménagements annexes

I.5.2. LES EOLIENNES

I.5.2.1. LE GABARIT D'ÉOLIENNE RETENUE

Le gabarit d'éolienne retenu pour le projet correspond aux dimensions suivantes :

- Une hauteur de mât de 139,50 m ;
- Un diamètre du rotor de 131 m (soit des pales de 65,5 m de long)
- Une hauteur totale en bout de pale à la verticale de 205 m.

La puissance électrique nominale de chaque éolienne sera de 3,6 MW, soit une puissance électrique totale 21,6 MW pour l'ensemble du parc éolien.

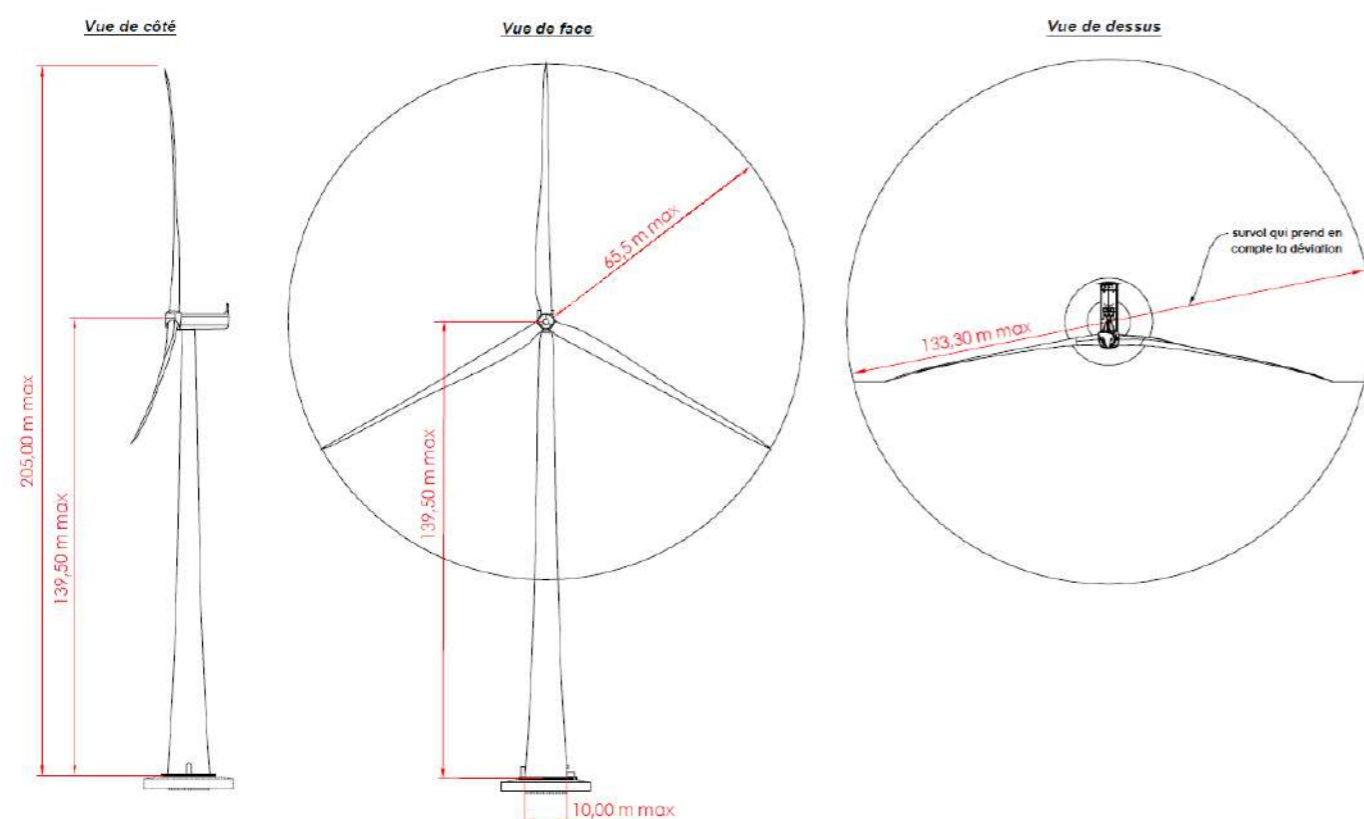


Figure 3 : Les dimensions du gabarit retenu

I.5.2.2. LA MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements.

Conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011, trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne pourra excéder trois ans, l'exploitant procédera à un contrôle des aérogénérateurs consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Les aérogénérateurs feront l'objet de contrôle technique conformément à l'article R.111-38 du Code de la construction et de l'habitation modifié par le décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 - art. 3. Selon une périodicité qui ne pourra excéder un an, l'exploitant procédera à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Les maintenances préventives, garantes du bon fonctionnement des machines à long terme, se décomposent en 4 phases et seront effectuées à tour de rôle chaque trimestre qui suit la mise en service.

I.5.2.3. LE STOCKAGE DE PRODUITS DANGEREUX

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes du parc « Coat Ar Bellegues ».

L'intérieur de l'aérogénérateur sera maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables sera interdit.

I.5.2.4. LE BALISAGE



Chaque éolienne sera dotée d'un balisage lumineux de jour assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas), et d'un balisage lumineux de nuit assuré par des feux de moyennes intensités de type B (feux à éclats rouges de 2000 candelas) pour les éoliennes principales et feux rouges fixes 2000 cd de type C ou feux rouges à éclats de 200 cd de type dits « feux sommitaux pour éoliennes secondaires » pour les éoliennes secondaires au sens du décret.

Les éoliennes ayant une hauteur totale supérieure à 150 mètres, le balisage par feux moyenne intensité est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés sur le mât.

I.5.3. LES FONDATIONS

Les fondations seront définies suite à une étude géotechnique qui précisera en amont du chantier les caractéristiques du sol et permettra de dimensionner précisément l'ouvrage. À titre indicatif, les fondations d'une éolienne nécessitent en moyenne de creuser une surface de 707 m² sur environ 3 m de profondeur.



Photo 1 : Le ferrailage et le coulage d'une fondation d'éolienne

I.5.4. LES AIRES DE GRUTAGE

La construction et l'exploitation d'un parc éolien supposent la réalisation au pied de chaque éolienne d'une aire de grutage afin de permettre le montage de l'éolienne et l'éventuelle intervention d'une grue suite à la mise en service du parc éolien. Les aires de grutage du projet présenteront une surface de l'ordre de 6 324 m². pour l'ensemble du parc.

I.5.5. LA VOIRIE D'EXPLOITATION

Afin d'accéder aux éoliennes, des chemins seront renforcés et créés depuis le réseau viaire du site. Ces accès reprendront au maximum des chemins existants. Ils présenteront une largeur de 5 m et devront supporter une charge de 10 à 12 tonnes. Leur surface sera stabilisée par un décapage de la terre végétale et un empierrement par apport de graviers et de sable (ou la mise en œuvre d'un traitement de sol à la chaux).



Photo 2 : Exemple de voie d'accès à un parc éolien

I.5.6. LES POSTES DE LIVRAISON

Les postes de livraison assurent la connexion entre le réseau électrique inter-éolien (réseau interne) et le réseau électrique public de distribution (réseau externe). Ils contiennent l'ensemble des appareillages de contrôle, de sécurité et de comptage électrique nécessaires au fonctionnement d'un parc éolien. Ces bâtiments auront une surface d'environ 23,4 m² et une hauteur totale d'environ 3 m. Ils seront situés aux abords des éoliennes E2 et E3.



Photo 3 : Exemples de poste de livraison électrique

I.5.7. LE CABLAGE ELECTRIQUE INTER-EOLIEN

Chaque éolienne sera raccordée aux postes de livraison par une liaison électrique de tension égale à 20 kV (réseau inter-éolien). Ces câbles auront une section comprise entre 150 et 240 mm et seront enfouis à environ 1,00 m - 1,20 m de profondeur. Le linéaire de câbles pour l'ensemble du projet sera d'environ 3 548 m. Après l'enfouissement des câbles, les terrains seront remis en état d'origine.

I.5.8. LE RACCORDEMENT AU POSTE SOURCE

La limite du parc éolien sera matérialisée par le poste de livraison. Le raccordement du poste de livraison au poste source sera sous la responsabilité du gestionnaire public de transport de l'électricité (ENEDIS) et à la charge du maître d'ouvrage du projet. Il consistera en un câblage électrique souterrain s'appuyant sur les routes existantes.

À ce stade de l'étude, il est impossible de savoir quel sera le poste source retenu pour le raccordement du projet. Notons que le poste source le plus proche du projet est situé sur la commune Saint-Nicolas-du-Pélem à environ 10 km du projet.

I.6. L'ANALYSE DES RISQUES D'ACCIDENT

I.6.1. LA METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RISQUES

L'analyse des risques s'appuie sur le guide technique « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens », mai 2012. (INERIS / SER).

Elle se décompose en plusieurs étapes :

- L'évaluation de l'intensité
- L'évaluation de la probabilité
- L'évaluation de la gravité

Le croisement de ces données a permis de retenir les scénarios de dangers nécessitant une analyse détaillée des risques. Cette analyse permet de qualifier les risques d'accident majeurs et ainsi de déterminer leur acceptabilité.

Pour conclure à l'acceptabilité ou non des risques, la matrice de criticité, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessous a été utilisée.

		Classe de Probabilité Faible ↔ Forte				
		E	D	C	B	A
Classe de gravité Faible ↔ Forte	Déastreux					
	Catastrophique					
	Important					
	Sérieux					
	Modéré					

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

I.6.2. L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) menée sur le parc éolien a permis :

- d'identifier les causes et les conséquences potentielles découlant de situations dangereuses provoquées par des dysfonctionnements ;
- de caractériser le niveau de risque de ces événements redoutés.

Les accidents identifiés lors de l'analyse préliminaire des risques sont considérés comme les plus importants, et font l'objet d'une étude détaillée des risques. Les scénarios d'accident issus de l'analyse préliminaire des risques qui sont retenus dans l'étude de dangers pour être analysés en détail sont listés ci-dessous :

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

I.6.3. L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

I.6.3.1. LES OBJECTIFS DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios sélectionnés 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.

I.6.3.2. CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

Dans l'ensemble de l'étude de dangers, les valeurs utilisées pour les calculs des zones d'effet sont basées sur les dimensions des éoliennes retenues pour le projet :

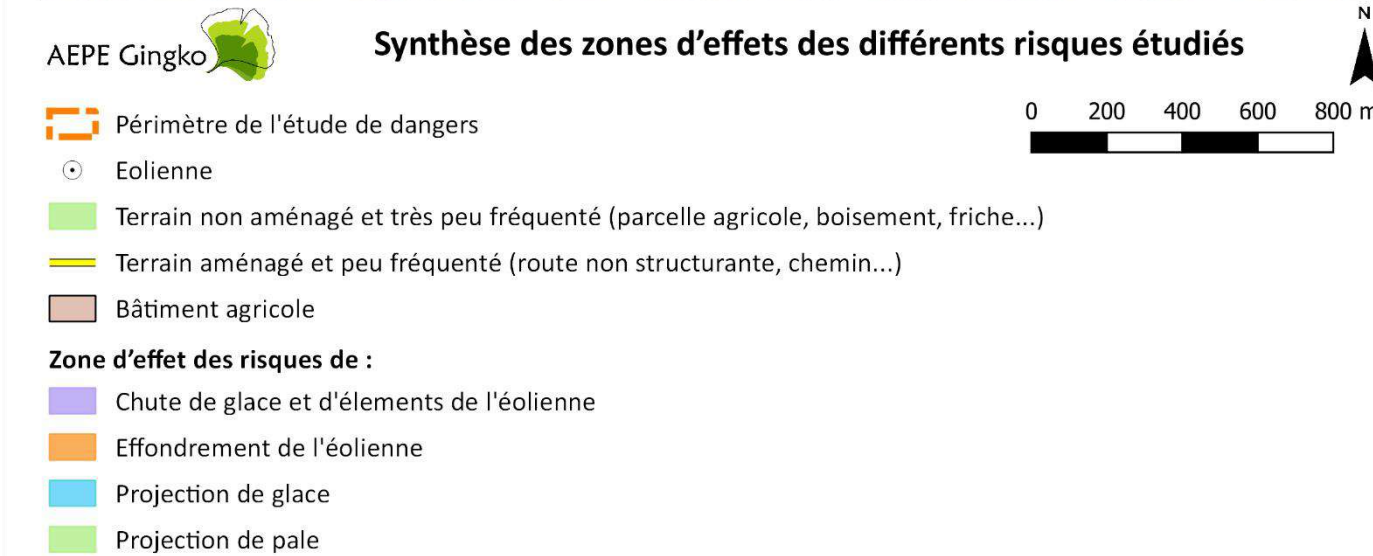
Élément	Mesure
Hauteur Totale (HT)	205 m
Hauteur du mât (H)	139,5 m
Diamètre du rotor (D)	131 m
Longueur de pale = 1/2 rotor (R)	65,5 m
Largeur de Base de la pale (LB)	4 m
Largeur de base du mât (L)	9 m

I.6.3.3. LA SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Il concerne les 6 éoliennes du parc « Coat Ar Bellegues » qui présentent un même profil de risque.

Tableau 2 : Synthèse de l'évaluation des risques étudiés

Scénario	Zone d'effet	Éolienne	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Sc1 Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 205 m	E1, E2, E3, E4 et E6	Rapide	Exposition forte	D	Sérieux
		E5				Important
Sc2 Chute de glace	Zone de survol soit un rayon de 65,5 m	Toutes	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré
Sc3 Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol soit un rayon de 65,5 m	Toutes	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré
Sc4 Projection de pales ou de fragments de pales	Rayon de 500 m autour des éoliennes	E1, E2, E3, E5 et E6	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux
		E4	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré
Sc5 Projection de glace	Rayon de 409,2 m autour des éoliennes	E1 et E6	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieux
		E2, E3, E4 et E5				Modéré



Carte 5 : les zones d'effet des différents risques étudiés

La carte ci-après permet d'illustrer le niveau de risque calculé au sein du périmètre d'étude de dangers à partir des différents scénarios envisagés, sachant qu'aucun risque important n'a été recensé.



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020



La synthèse des risques du projet de parc éolien

- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- Terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole
- Risque faible
- Risque très faible

Carte 6 : Niveaux de risque au regard des scénarios étudiés

I.6.4. LES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

Afin d'éviter et de réduire les risques de dangers, le maître d'ouvrage a retenu un modèle d'éolienne qui présente les dispositifs de sécurité suivants :

- un système de freinage,
- un système de contrôle en cas de tempête (« storm control ») qui permet de limiter progressivement la puissance (et donc la vitesse de rotation) par le réglage de l'angle des pales du rotor,
- un système parafoudre.

Pour les scénarios ayant conduit à un niveau de risque jugé très faible (effondrement d'éolienne, chute d'élément de l'éolienne, projection de pale, projection de glace), aucune mesure de maîtrise des risques n'est nécessaire.

Pour les scénarios ayant conduit à un niveau de risque jugé faible (chute de glace), une mesure de maîtrise de risque est envisagée. Des panneaux d'information sur les risques liés aux installations seront installés à proximité des éoliennes.



Photo 4 : Exemple de panneau de prévention des risques sur un parc éolien

Les risques recensés à l'issue de l'étude de dangers et liés aux installations du parc éolien de Coat Ar Bellegues sont acceptables.

II. ETUDE DE DANGERS - PREAMBULE

II.1. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société « Parc éolien Coat Ar Bellegues » pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet de parc éolien « Coat Ar Bellegues » situé sur la commune de Saint-Connan.

Elle vise à s'assurer que le parc éolien est technologiquement réalisable et analyse les causes des risques qu'ils 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 6 éoliennes du parc « Coat Ar Bellegues ». Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien « Coat Ar Bellegues », 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.

Ce document a été réalisé à partir du modèle d'étude de dangers spécifique aux installations éoliennes validé par la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) en mai 2012.

II.2. LE CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du code de l'environnement relative aux installations classées.

L'article D181-15-2 définit le contenu du dossier de demande d'autorisation environnementale. Parmi ces éléments à fournir dans le cadre de l'autorisation environnementale, l'article L181-25 définit l'étude de dangers :

« Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation. En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. »

D'une manière générale, d'après <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr>, toute étude de dangers doit s'appuyer sur une description suffisante des installations, de leur voisinage et de leur zone d'implantation.

Elle doit présenter les mesures organisationnelles et techniques de maîtrise des risques et expliciter, s'ils sont pertinents, un certain nombre de points clés fondés sur une démarche d'analyse des risques :

- Identification et caractérisation des potentiels de dangers ;
- Description de l'environnement et du voisinage ;
- Réduction des potentiels de dangers ;
- Présentation de l'organisation de la sécurité ;
- Estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- Accidents et incidents survenus (accidentologie) ;
- Évaluation 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 ;
- Évolutions et mesures d'amélioration proposées par l'exploitant ;
- Résumé non technique de l'étude de dangers – Représentation cartographique.

Plus précisément, l'article D181-15-2, définit le contenu de l'étude de dangers selon le principe de proportionnalité :

« III. L'étude de dangers 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.

« 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 la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.

« Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

« L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.

« Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'étude de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.

« Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris en application de l'article L. 512-5, le contenu de l'étude de dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur. »

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.

II.3. LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

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

Tableau 3 : la nomenclature ICPE d'un parc éolien

N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C ¹	RAYON ²
	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m	A	6
2980	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW	A	6
	b) Inférieure à 20 MW	D	

Le parc éolien de « Coat Ar Bellegues » comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m. Cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

¹ A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement.

² Rayon d'affichage en kilomètres.

II.4. LA DEMARCHE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS

Le graphique ci-dessous synthétise les différentes étapes et les objectifs de l'étude de dangers :

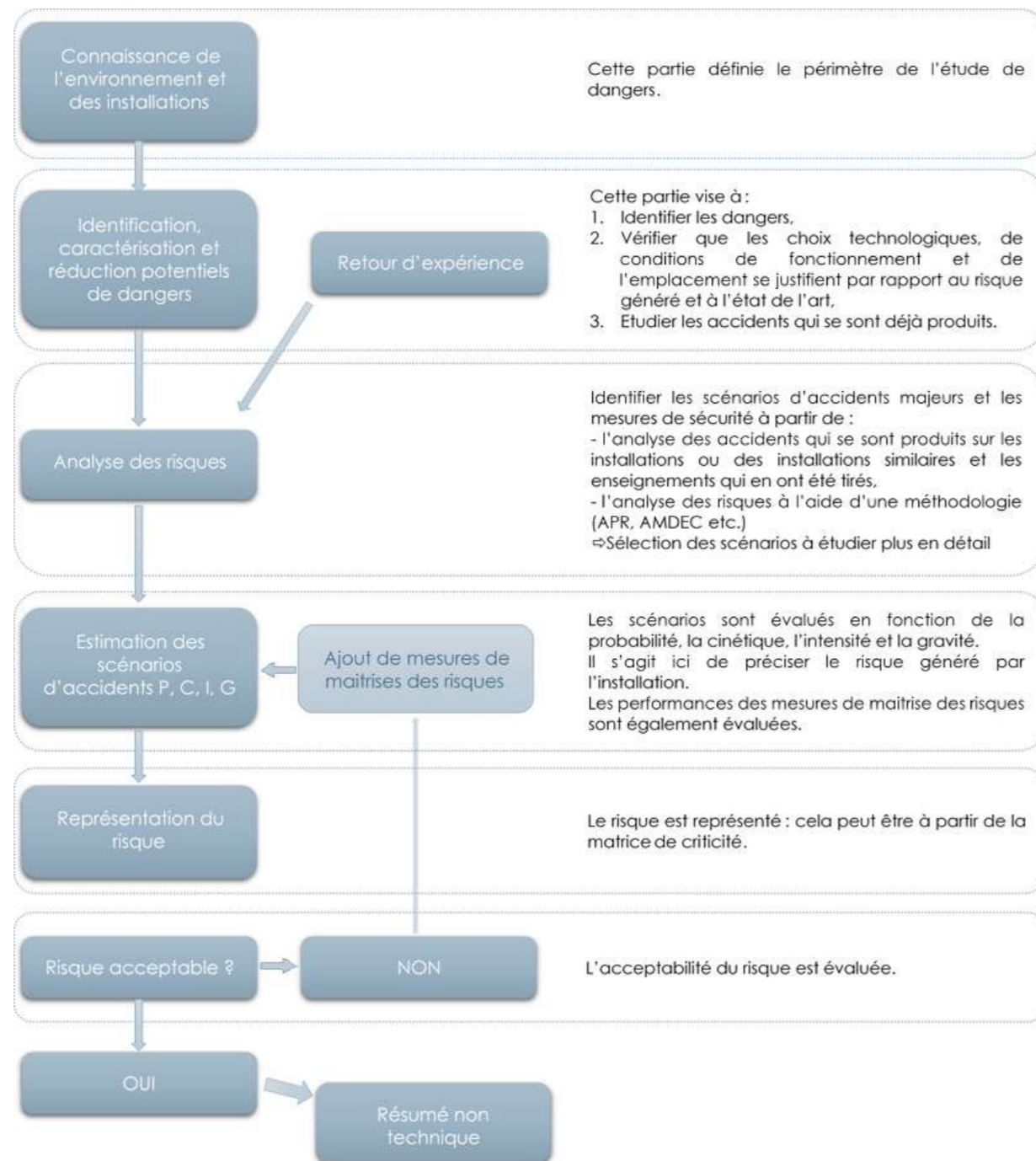


Figure 4 : la démarche générale de l'étude de dangers

III. LES INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

III.1. LES RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

III.1.1. LE DEMANDEUR

Le projet éolien de Coat Ar Bellegues a été développé par la société P&T Technologie, spécialisée dans la conception de parcs éoliens.

Le demandeur (et maître d'ouvrage du projet) est une société de projet dénommée Parc éolien Coat Ar Bellegues créée spécifiquement pour la construction et l'exploitation de l'installation.

<u>Société :</u>	PARC EOLIEN COAT AR BELLEGUES SAS
<u>Dénomination/raison sociale</u>	PARC EOLIEN COAT AR BELLEGUES
<u>Forme juridique :</u>	Société par actions simplifiée à associé unique
<u>Siège social :</u>	Rue du Pré Long Val d'Orson 35770 Vern-sur-Seiche
<u>Qualité du signataire de la demande</u>	Directeur général
<u>Capital social :</u>	5 000 €
<u>RCS :</u>	853 913 465
<u>Nature de l'activité :</u>	Exploitation d'une ou plusieurs éoliennes, la production et la vente d'électricité, la participation de la société, par tous moyens, directement ou indirectement dans toutes les opérations pouvant se rattacher à son objet.

LE PORTEUR DU PROJET

P&T Technologie SAS

Yann TALMONT

Val d'Orson

Rue du Pré Long

35770 Vern-sur-Seiche

Tél : 02 99 36 77 40



LE REDACTEUR DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

AEPE-GINGKO

Audrey MARTINEAU

Chargée d'étude en environnement

7, rue de la Vilaine

Saint Mathurin-sur-Loire

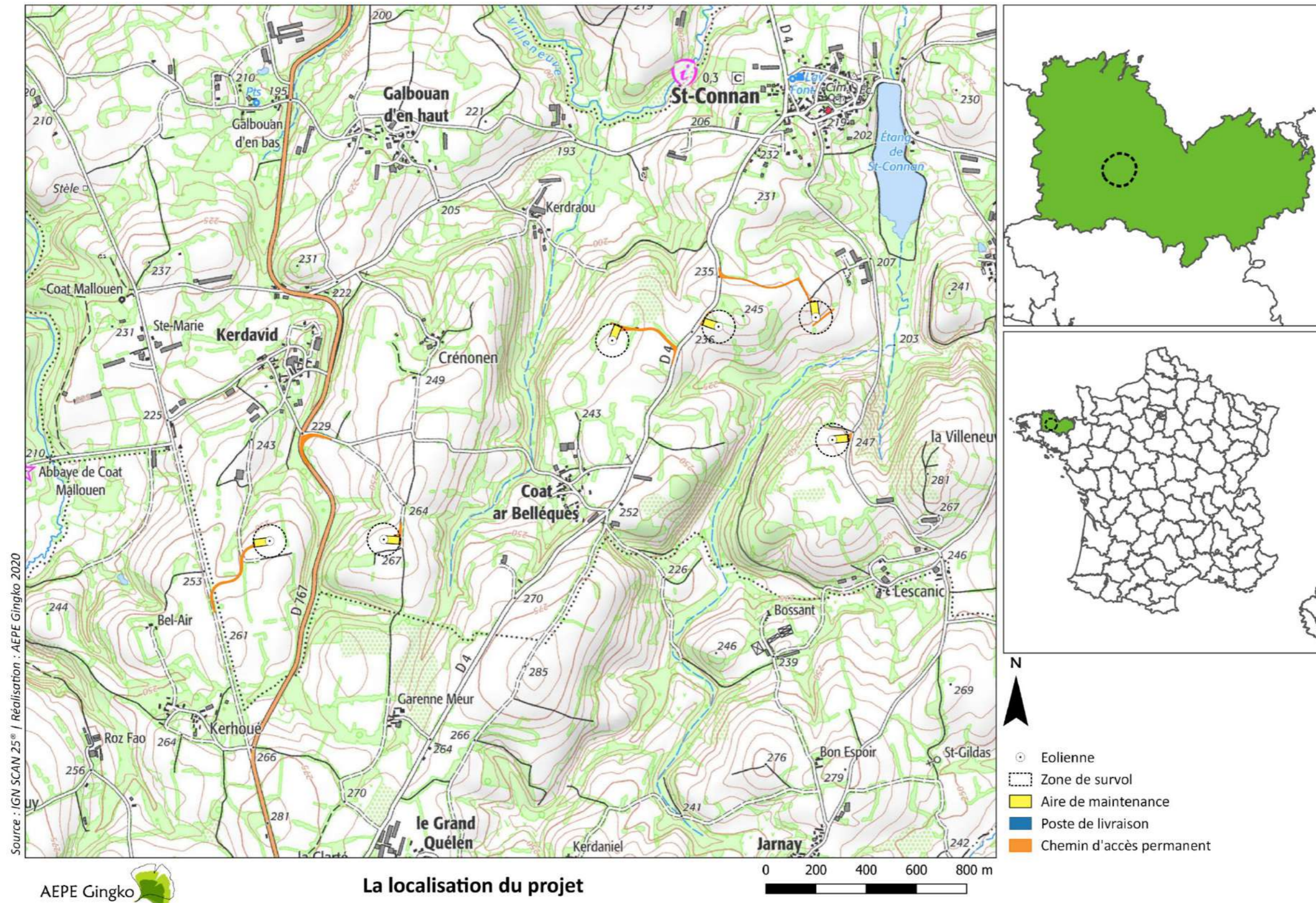
49 250 LOIRE AUTHION

Tél : 02 41 68 06 95



III.2. LA LOCALISATION DU SITE

Les installations du projet éolien Coat Ar Bellegues sont localisées sur la commune de Saint-Connan dans le département des Côtes d'Armor (22).



Carte 7 : la localisation des installations du projet

III.3. LA DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne. Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection. La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui est 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.

IV. LA 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).

IV.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

IV.1.1. LES ZONES URBANISEES

Le périmètre de l'étude de dangers s'inscrit essentiellement sur la commune de Saint-Connan, et pour partie sur Saint-Gilles-Pligeaux.

Tableau 4 : Données démographiques des communes autour du périmètre d'étude de dangers (INSEE)

Commune	Population		Densité (hab/km ²)	Évolution de la population entre 2010 et 2015
	2015	2010		
Saint-Connan	303	305	22,4	-0,1%
Saint-Gilles-Pligeaux	284	272	14,6	0,9%

Les deux communes de l'aire d'étude immédiate disposent d'une population très faible de 587 habitants au total (303 pour Saint-Connan et 284 pour Saint-Gilles-Pligeaux). La densité de population est elle aussi très faible et varie de 14,6 à 22,4 habitants/km².

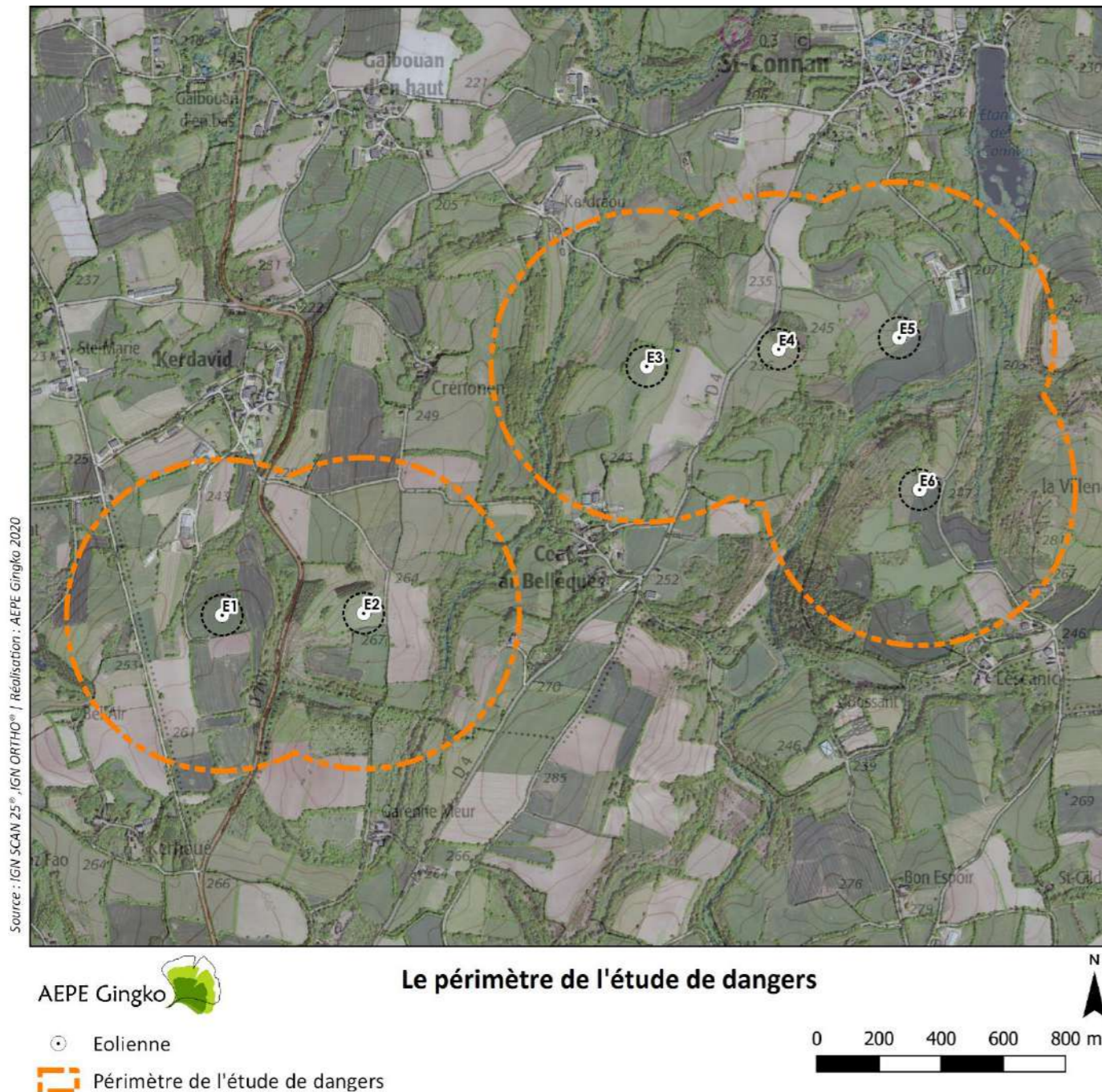
La dynamique démographique est extrêmement limitée à Saint-Gilles-Pligeaux (seulement 0,9% de hausse en 5 ans). Cette légère hausse est davantage liée au solde migratoire (0,8%) qu'au solde naturel (0,1%). A Saint-Connan l'évolution est négative, cette décroissance est liée en majorité à un solde naturel négatif (-1,1%) non compensé par le solde migratoire (1%).

Les abords immédiats du périmètre d'étude accueillent de l'habitat diffus sous forme de hameaux traditionnels agricoles ainsi que le bourg de Saint-Connan et celui de Saint-Gilles-Pligeaux.

Une recherche des bâtiments présents autour du projet a été effectuée de manière précise dans un rayon de 600 m autour des éoliennes. (Cf : carte ci-après). Sont recensés les habitations, fermes, et les bâtiments plus légers, de type hangars.

Aucun bâtiment à usage d'habitation, industriel ou commercial n'est recensé au sein du périmètre d'étude de dangers.

Plusieurs bâtiments agricoles se situent toutefois dans le périmètre de la zone d'étude de dangers.



Carte 8 : le périmètre de l'étude de dangers

Tableau 5 : la distance des éoliennes aux habitations les plus proches

Éoliennes	Habitations les plus proches	Commune	Distance
E1	Maison à l'ouest du hameau Kerdauid	Saint Connan	511 m
E2	Maison au sud du hameau de Coat Ar Belléques	Saint Connan	558 m
E3	Maison du hameau de Coat Ar Belléques	Saint Connan	521 m
E4	Maison au sud de Saint Connan	Saint Connan	666 m
E5	Maison au sud de Saint Connan	Saint Connan	599 m
E6	Maison du hameau de Lescanic	Saint Connan	509 m

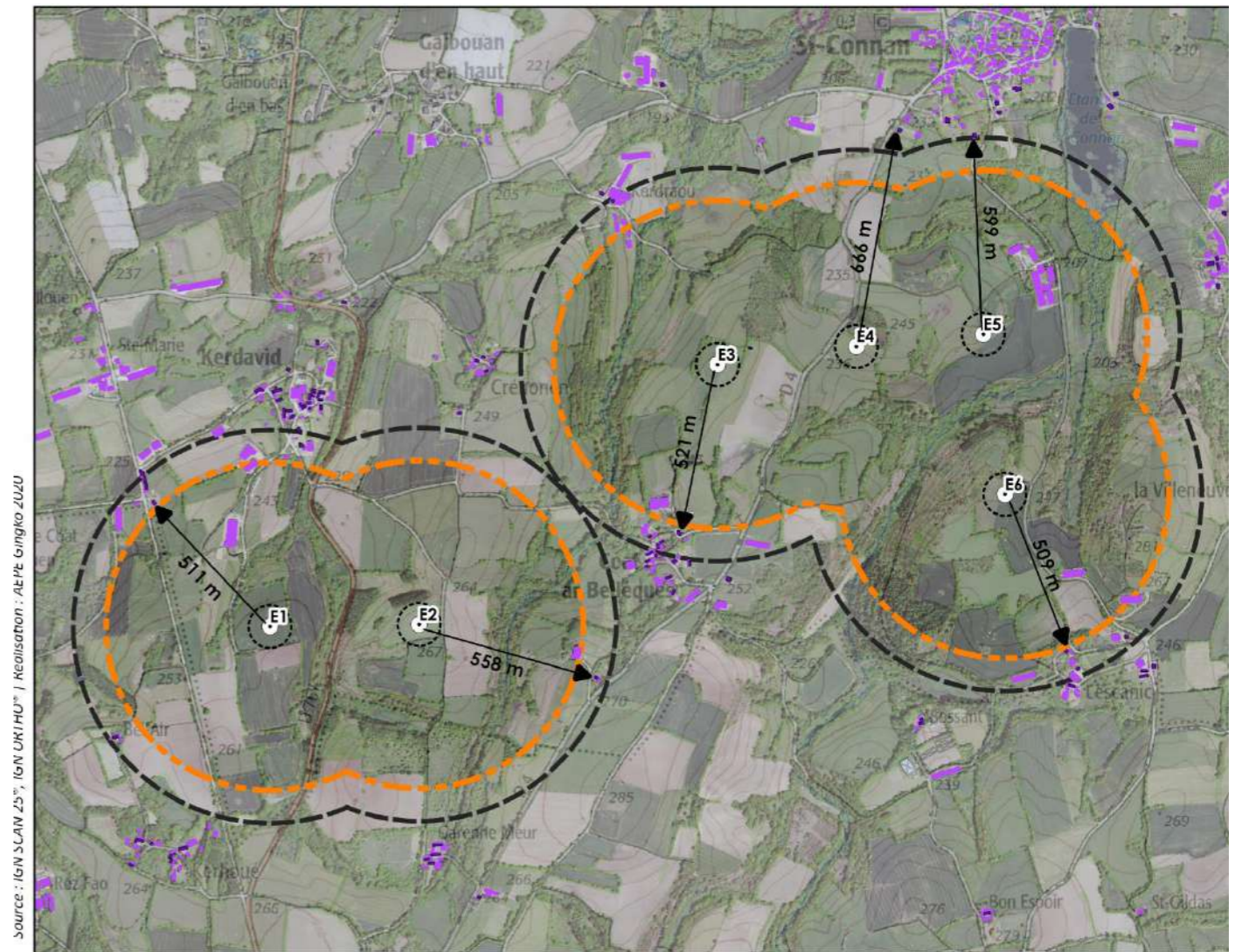
Les éoliennes seront situées à plus de 500 m de toute habitation.

Les communes de Saint-Connan et Saint-Gilles-Pligeaux est soumis au RNU.

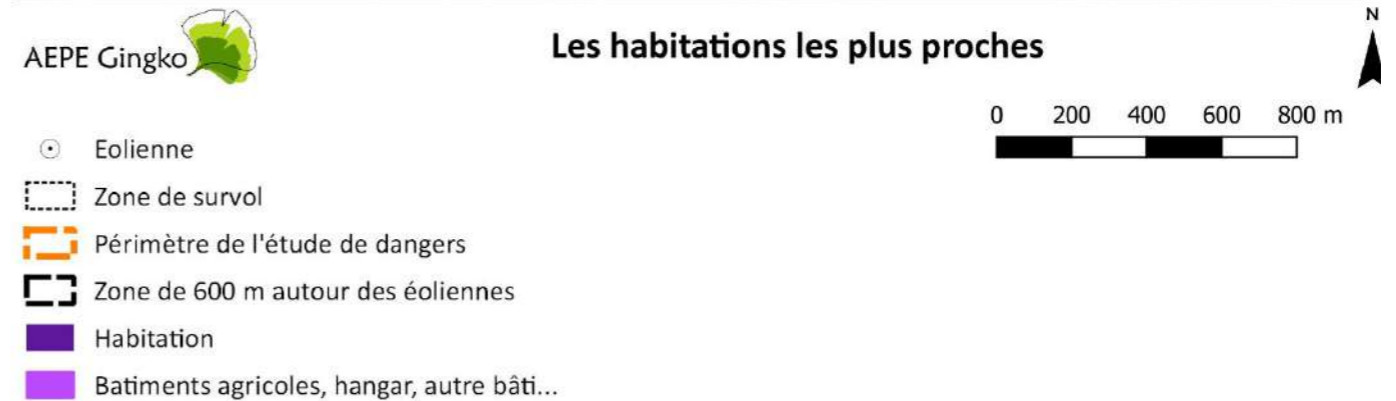
L'éloignement des éoliennes à plus de 500 m des zones urbanisables à destination d'habitation sera respecté.

IV.1.2. LES ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Aucun établissement recevant du public (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) n'est recensé dans la zone d'étude de dangers.



Source : IGN SCAN 25", IGN URTM® / Réalisation : AEPE Gingko ZUZU



Carte 9 : La distance aux habitations les plus proches

IV.1.3. LES INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE)

Aucun établissement SEVESO ni installation nucléaire de base (INB) n'est présent dans les limites de la zone d'étude de danger.

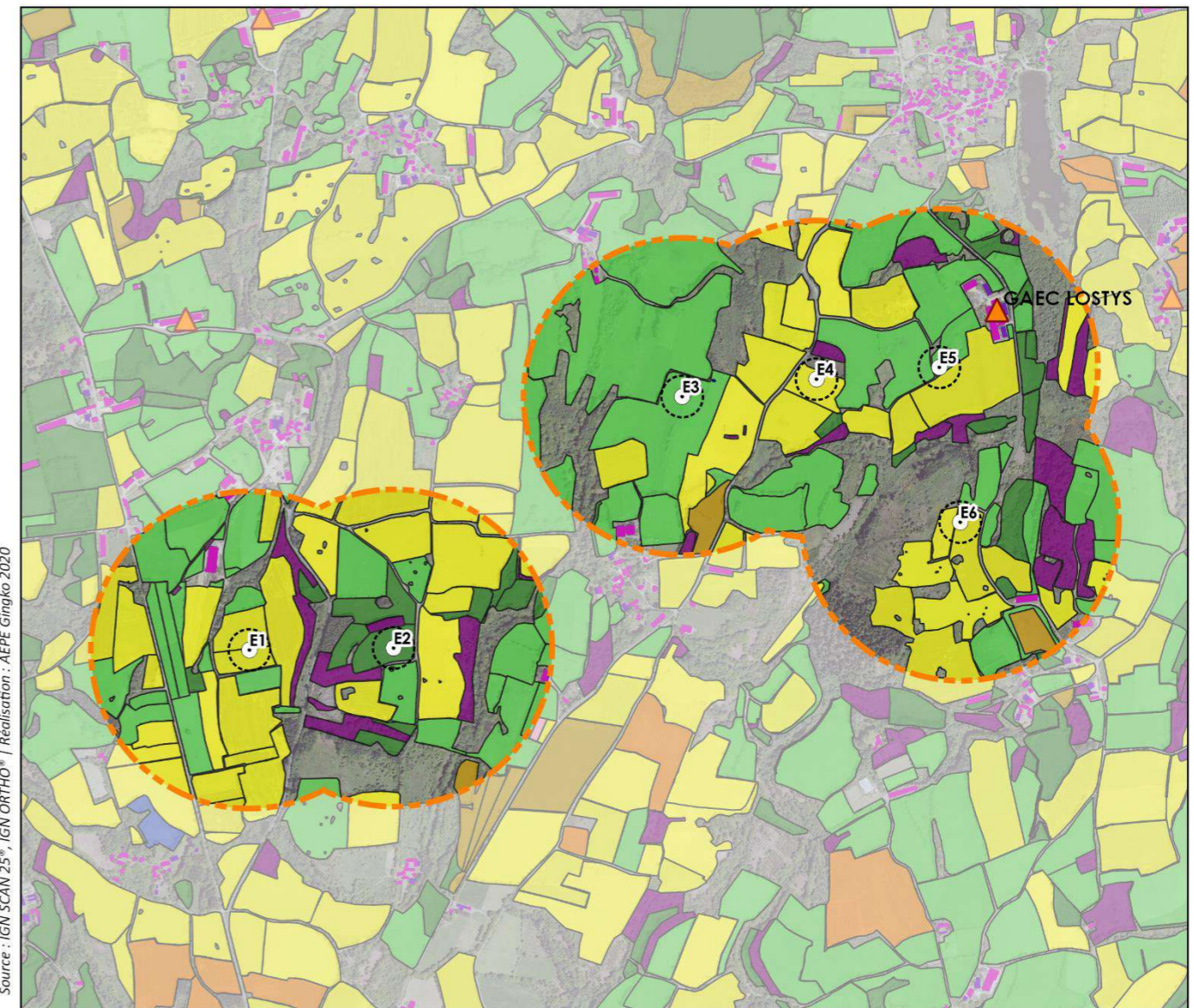
La zone d'implantation est située dans un secteur peu industrialisé. Autour du projet, les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) concernent essentiellement des élevages : porcs, bovins, volailles, lapins... Ce type d'installation n'induit pas de sensibilité particulière dans le cadre du projet.

L'installations classées pour la protection de l'environnement la plus proche est le GAEC LOSTYS situé à 192 m de l'éolienne E5.

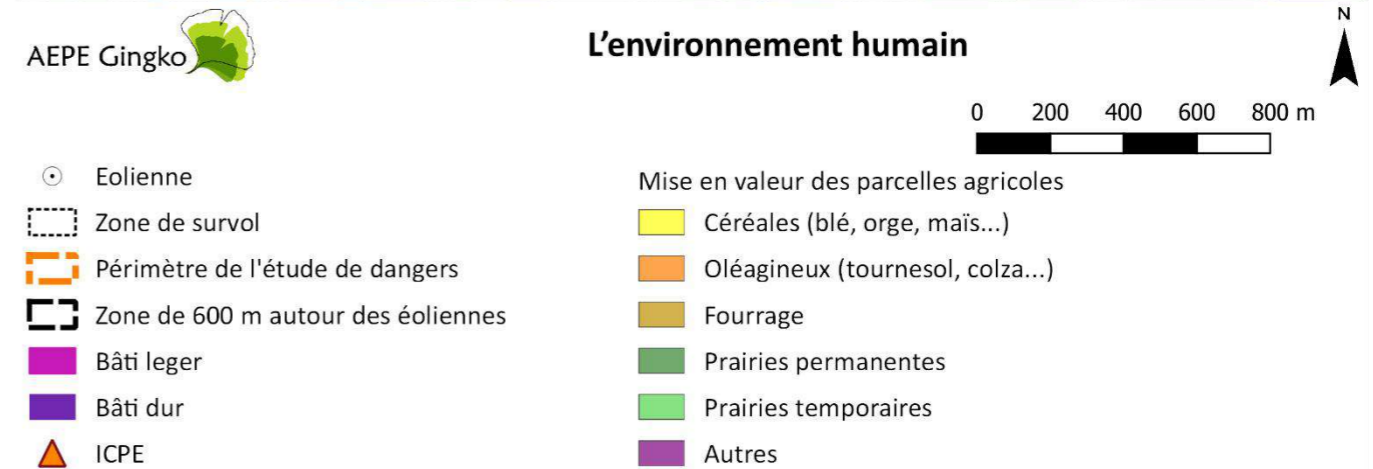
À cette distance, aucun risque industriel ne peut être envisagé au regard du type d'installation identifié

IV.1.4. LES AUTRES ACTIVITES

Hormis l'agriculture, la zone d'étude de dangers n'accueille aucune autre activité qu'elle soit commerciale, ou industrielle.



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020



Carte 10 : l'environnement humain de l'aire d'étude de dangers

IV.2. L'ENVIRONNEMENT NATUREL

IV.2.1. LE CONTEXTE CLIMATIQUE

IV.2.1.1. LES TEMPERATURES

Du fait de la présence proche de l'océan atlantique qui joue un rôle de régulateur thermique, les températures sont relativement douces tout au long de l'année. La moyenne annuelle est de 10,7°C. L'hiver est assez peu marqué (2,6°C de température mensuelle moyenne minimale en février) et l'été est doux (21,3°C de température mensuelle moyenne maximale pour les mois de juillet et août).

Tableau 6 : La moyenne des températures mensuelles en °C entre 1971 et 2018 (Météo-climat)

Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Température minimale	2,8	2,6	3,8	5	7,9	10,4	12,4	12,4	10,7	8,5	5,4	3,6	7,2
Température maximale	7,6	8,2	10,6	12,9	16,1	19,1	21,3	21,3	18,9	14,9	10,8	8,4	14,2
Température moyenne	5,2	5,4	7,3	9	12	14,8	16,9	16,9	14,8	11,7	8,1	6	10,7

IV.2.1.2. LES PRECIPITATIONS

Le site d'étude est localisé sur la façade nord-atlantique française. Le secteur est globalement arrosé du fait de la récurrence des entrées maritimes issues des flux de nord-ouest. Ainsi la pluviosité est relativement régulière sur l'année et importante (de l'ordre de 1093 mm par an). Les précipitations les plus élevées se manifestent d'octobre à février (moyennes mensuelles supérieures à 100 mm) avec un pic sur le mois de décembre. Les mois d'été sont moins pluvieux, la moyenne mensuelle minimale étant enregistrée en juin avec environ 51 mm.

Tableau 7 : La moyenne des précipitations mensuelles entre 1971 et 2018 (Météo-climat)

Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations (mm)	131,5	109,4	90,7	74,1	79	51,5	60,1	60,3	76,3	110,9	116,2	133,7	1092,9

IV.2.1.3. L'ENSOLEILLEMENT

La durée annuelle d'ensoleillement varie en France métropolitaine entre 1 500 et 2 900 h. Le site d'étude dispose d'un ensoleillement moyen de 1 554 h par an ce qui le place dans la fourchette basse à l'échelle du territoire français. Par ailleurs, l'ensoleillement est très nettement concentré sur la période d'avril à septembre avec une moyenne mensuelle de plus de 150 h, soit environ 5h de soleil par jour. À contrario les mois d'hiver sont très peu ensoleillés : 60 heures de soleil en moyenne pour les mois de décembre et janvier, soit environ 2 h d'ensoleillement par jour.

Tableau 8 : La moyenne d'ensoleillement mensuel entre 1971 et 2018 (Météo-climat)

Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année

Ensoleillement (h)	60,9	78,9	117	157,8	177,5	191,1	189,4	179,6	158,9	107,2	75,3	60,8	1554,4
--------------------	------	------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	--------

IV.2.1.4. LES JOURS DE GEL

La situation de la zone d'étude dans un climat breton doux régulé par la masse de l'océan atlantique proche induit un nombre de jour de gel relativement limité. Les fortes gelées (température inférieure à 5°C) sont recensées seulement 2 jours par an en moyenne. Elles se concentrent particulièrement sur les mois de décembre, janvier et février. Les températures de grand froid (inférieure à -10°C) sont quant à elles anecdotiques (0,2 jour par an).

Tableau 9 : Les moyennes mensuelles des jours de gelée recensés entre 1971 et 2018 (Météo-climat)

Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Gelée (Tn<=0°C)	7,02	6,65	3,35	1,31	0,02	0	0	0	0	0,02	1,94	6,11	26,48
Forte Gelée (Tn<=-5°C)	0,92	0,71	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,28	2,02
Grand Froid (Tn<=-10°C)	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2

IV.2.1.5. LES ORAGES

Le département des Côtes-d'Armor présente une densité de foudroiement très limitée au regard des données disponibles à l'échelle du territoire français avec un moyenne de l'ordre de 0,9 impacts de foudre au sol par km² et par an.

IV.2.1.6. LES VENTS

Les données de la station météorologique de Rostrenen, située à 30 kilomètres au sud-ouest du projet dans le département des Côtes d'Armor, permettent par ailleurs d'illustrer la direction dominante du vent. Celle-ci est globalement d'orientation sud-ouest/nord-est avec des vents faibles provenant essentiellement du nord-ouest et des vents moyens/forts provenant essentiellement du sud-ouest.

Enfin, la rose des vents ci-après présente le nombre d'heures par an durant lequel le vent souffle dans la direction indiquée au niveau de la commune de Saint-Brieuc. Les vents dominants sont d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est.

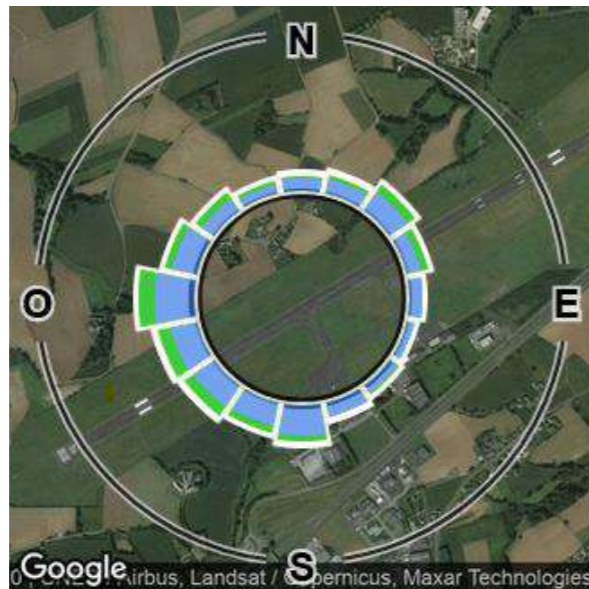


Figure 5 : la rose des vents de Saint-Brieuc (Source Winfinder)

IV.2.2. LES RISQUES NATURELS

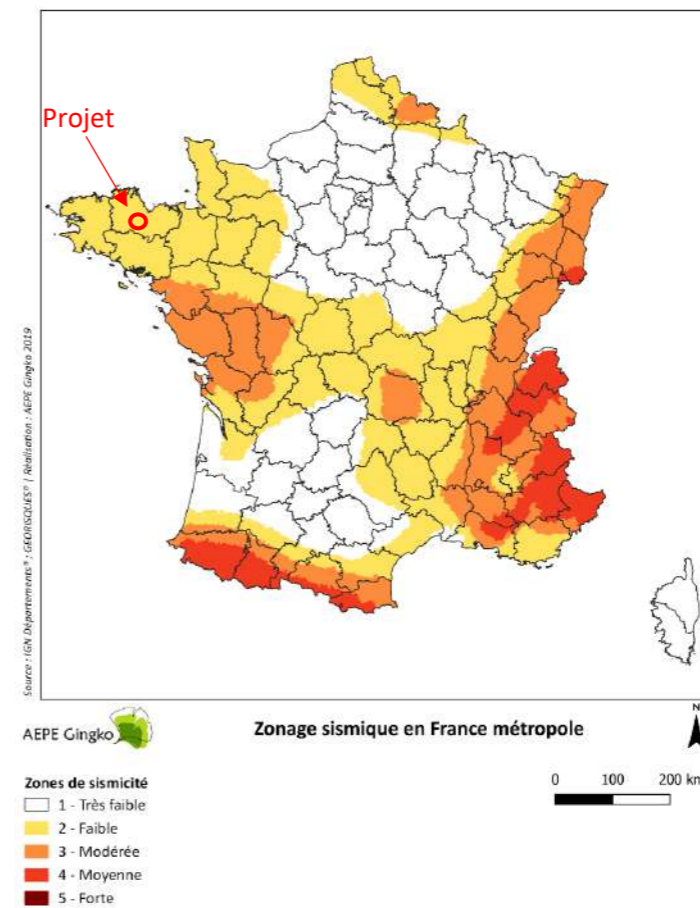
IV.2.2.1. LES ARRETES DE RECONNAISSANCE DE CATASTROPHE NATURELLE

Tableau 10 : les arrêtés de catastrophes naturelles

Type de catastrophe	Début	Fin	Arrêté du	Communes
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Saint-Connan
Inondations et coulées de boue	06/01/2010	12/01/2010	09/04/2010	Saint-Connan
Inondations et coulées de boue	27/02/2010	01/03/2010	30/03/2010	Saint-Connan
Tempête	15/10/1987	16/0/1987	22/10/1987	Saint-Connan
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Saint-Gilles-Pligeaux
Inondations et coulées de boue	05/01/2010	12/01/2010	09/04/2010	Saint-Gilles-Pligeaux
Tempête	15/10/1987	29/12/1987	22/10/1987	Saint-Gilles-Pligeaux

IV.2.2.2. LA SISMICITE

La commune de Saint-Connan est localisée dans une zone de sismicité faible.



Carte 11 : le zonage sismique en vigueur

L'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 définit chaque catégorie de bâtiment. Parmi les modifications de cet arrêté, on peut noter que seuls « les bâtiments des centres de production collective d'énergie répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil feront l'objet d'une attestation :

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

Le parc éolien ne dépasse pas une puissance électrique de 40 MW, il ne sera pas nécessaire d'insérer dans le dossier de demande d'autorisation environnementale, un document établi par un contrôleur technique, attestant qu'il a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte, au stade de la conception, des règles parasismiques et paracycloniques anciennement prévues par l'article L. 563-1 du code de l'environnement (article A431-10 et 431-16 du code de l'urbanisme). De même, il ne sera pas obligatoire d'établir une attestation à joindre à la déclaration d'achèvement des travaux (article 462-4 du code de l'urbanisme).

Les centres de production eux-mêmes, c'est-à-dire éoliennes, ne sont pas soumis à l'arrêté du 22 octobre 2010, qui ne concerne que les bâtiments. Les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 12 mètres sont soumises au contrôle technique obligatoire en vertu de l'article R 111-38 du code de la construction et de l'habitation. C'est dans ce cadre que l'ensemble des contrôles relatifs aux aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation des ouvrages est effectué.

IV.2.2.3. LES RISQUES D'INONDATION

D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>, aucun risque d'inondation n'est présent sur les communes de Saint-Connan et Saint-Gilles-Pligeaux. Le PAPI (programme d'actions de prévention des inondations) du Blavet intègre Saint-Gilles-Pligeaux mais la position de la commune en tête de bassin versant n'entraîne pas d'enjeu en termes d'inondation. De même, le Trieux est concerné par un atlas des zones inondables (AZI). Toutefois les parties amont de ses affluents (ici le ruisseau du Moulin de Kedric) ne sont pas concernées par ce document.

IV.2.2.4. LE RISQUE DE RUPTURE DE BARRAGE

D'après le dossier départemental des risques majeurs du département, deux barrages de catégorie D sont situés proches de l'aire d'étude immédiate. Leur hauteur ne dépasse pas deux mètres. Ils sont situés sur la commune de Saint-Connan au niveau de l'étang de Saint-Connan et de l'étang Neuf. Ces deux ouvrages de faible gabarit sont à 780 m et 2,3 km de la zone d'implantation potentielle des éoliennes. Ils ne présentent pas d'enjeu pour le projet éolien.

IV.2.2.5. LES RISQUES LIES AUX CAVITES

D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>, aucune cavité n'est recensée sur les communes concernées par l'aire d'étude immédiate.

IV.2.2.6. LES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>, qui recense les mouvements de terrain, aucun mouvement de terrain n'est connu à Saint-Connan et à Saint-Gilles-Pligeaux.

IV.2.2.7. LES RISQUES LIES AUX FEUX DE FORET

Le département des Côtes-d'Armor est caractérisé par de nombreux massifs forestiers de faible superficie et des zones de landes touristiques. Le département des Côtes-d'Armor est l'un des départements de Bretagne le moins menacé par le risque de feux de forêt, contrairement au Finistère et au Morbihan. Le risque feu de forêt n'est donc pas un risque majeur important dans les Cotes-d'Armor. Dans ce département, le risque provient essentiellement de zones de landes.

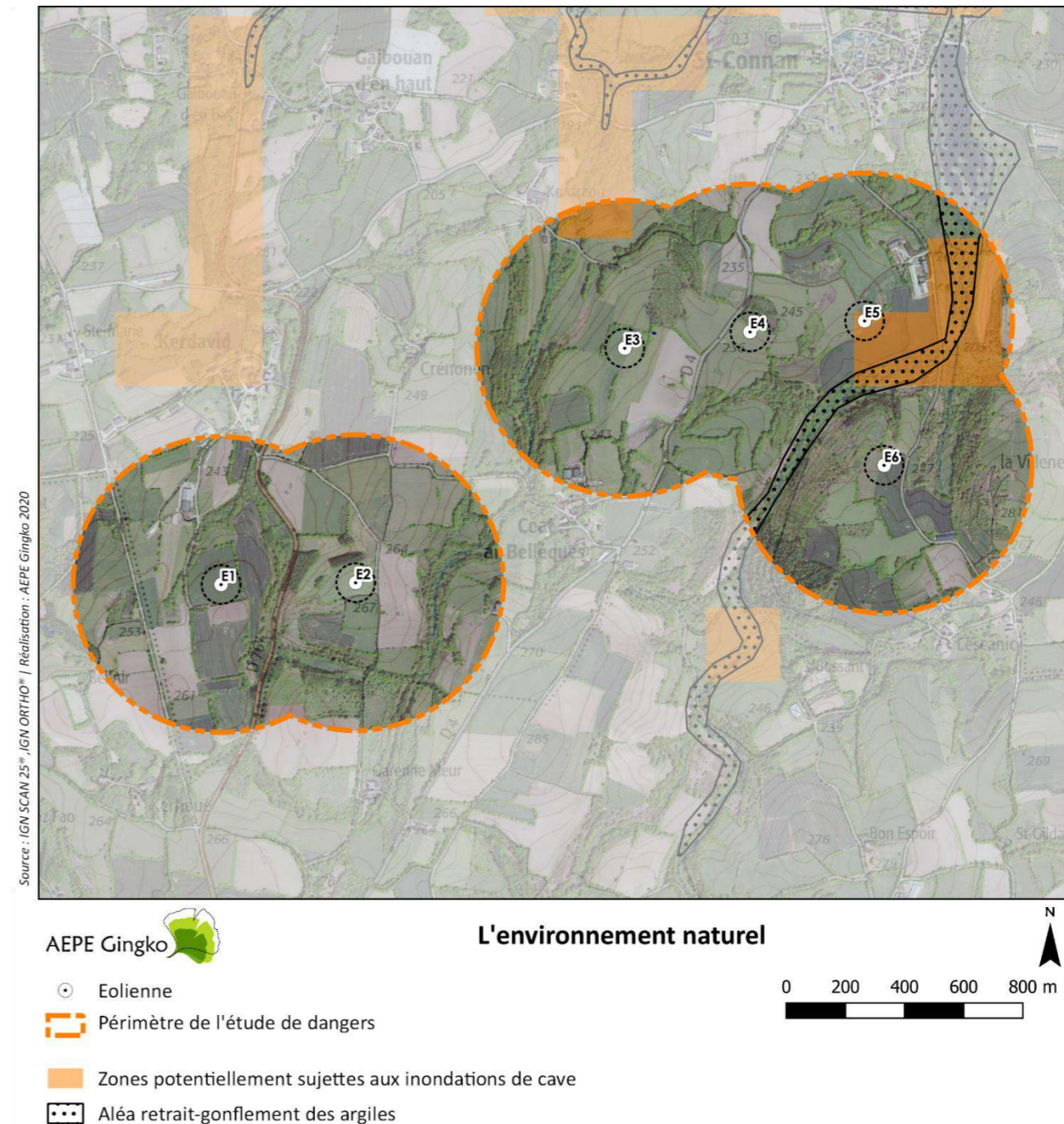
La zone d'implantation potentielle des éoliennes ne fait pas partie de communes à risques identifiés à l'échelle du département.

IV.2.2.8. L'ALEA RETRAIT/GONFLEMENT D'ARGILE

D'après la carte d'aléa retrait et gonflement des argiles (échelle de validité : 1/50 000^{ème}), les aléas sur la zone d'implantation potentielle des éoliennes sont considérés comme nuls. Seule une petite frange le long des vallons de la zone d'implantation potentielle des éoliennes est exposée à un aléa faible. Ceci n'engendre pas de précautions particulières pour la conception d'ouvrages éoliens.

IV.2.2.9. LE RISQUE DE REMONTEES DE NAPPES

La majorité de l'aire d'étude immédiate n'est pas soumise à l'aléa de remontée de nappe ou d'inondation de cave. Seules les parties sud et est de la zone d'implantation potentielle des éoliennes pourrait être sujette aux débordements de nappe en bordure de cours d'eau. Ce risque est néanmoins mineur et ne présente pas d'enjeu particulier pour le projet éolien.



Carte 12: l'environnement naturel de l'aire d'étude de dangers

IV.3. L'ENVIRONNEMENT MATERIEL

IV.3.1. LES VOIES DE COMMUNICATION

IV.3.1.1. LE TRANSPORT ROUTIER

Pour les axes routiers, conformément à l'annexe 1 (méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne), une distinction a été établie entre :

- Les axes routiers structurants présentant un trafic supérieur ou égal à 2 000 véhicules par jour,
- Les axes routiers non structurants présentant un trafic inférieur à 2 000 véhicules par jour.

LES AXES STRUCTURANTS

Aucun axe structurant ne traverse le périmètre d'étude de dangers.

LES AXES NON STRUCTURANTS

Le périmètre de l'étude de dangers comprend un réseau de liaisons locales et voies communales, servant à desservir les hameaux et fermes qui entourent le projet, ainsi que des chemins d'exploitation utilisés pour l'accès aux parcelles agricoles.

Le périmètre d'étude est ainsi traversé par la RD 767, sur un linéaire de 1 040 m, par la RD 4 sur un linéaire de 1177 m et par un réseau de voies communales et chemins agricoles pour 6 149 m.

Ces routes sont peu fréquentées car elles desservent essentiellement les hameaux. Les chemins d'exploitation sont quant à eux uniquement fréquentés par les agriculteurs ou promeneurs car ils desservent uniquement les parcelles agricoles.

La fréquentation de ces voies est inférieure à 2000 véhicules/jour au regard de leur unique rôle de transit local. De ce fait elles n'appartiennent pas aux voies de circulation structurantes et s'inscrivent dans la catégorie d'enjeu liée aux « terrains aménagés mais peu fréquentés » conformément au guide de l'étude de dangers.

IV.3.1.2. LE TRANSPORT FERROVIAIRE

La voie ferrée la plus proche se trouve à environ 15 kilomètres au nord de la zone d'étude. Elle relie Guingamp à Morlaix, à l'ouest, et Saint Briec, à l'est.

A cette distance, elle ne présente aucune sensibilité au projet.

IV.3.1.3. LE TRANSPORT FLUVIAL

Aucun transport fluvial n'est recensé au sein ou aux abords immédiats de l'aire d'étude de dangers.

IV.3.1.4. LE TRANSPORT AERIEN

Les services de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) ont été consultés dans le cadre du présent projet de parc éolien afin de prendre connaissance des éventuelles servitudes aéronautiques susceptibles de grever le site. La DGAC indique que le projet se situe en dehors des zones intéressées par des servitudes aéronautiques et radioélectriques associées à des installations de l'aviation civile. Toutefois, l'altitude maximum à ne pas dépasser est de 431 mètres NGF.

IV.3.2. LES RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

De la consultation des principaux services gestionnaires d'infrastructures ou de servitudes, il apparaît que le site d'implantation est concerné par des ouvrages et réseaux qui induisent les contraintes et servitudes

- Un faisceau SFR.
- Un faisceau Bouygues Telecom. L'implantation des éoliennes respectent un recul de 100 m de part et d'autre du faisceau afin ne pas perturber les installations.
- Plusieurs lignes haute tension du réseau ENEDIS. Le porteur de projet veillera à ne pas endommager les réseaux électriques, notamment en phase de travaux.
- Une canalisation souterraine de prélèvement et de distribution d'eau. L'exploitant (SAUR Grand Ouest) devra être contacté en phase de travaux pour un appui technique et les canalisations ne devront pas être endommagées lors de la réalisation du projet.

a

IV.4. LA SYNTHÈSE DES ENJEUX

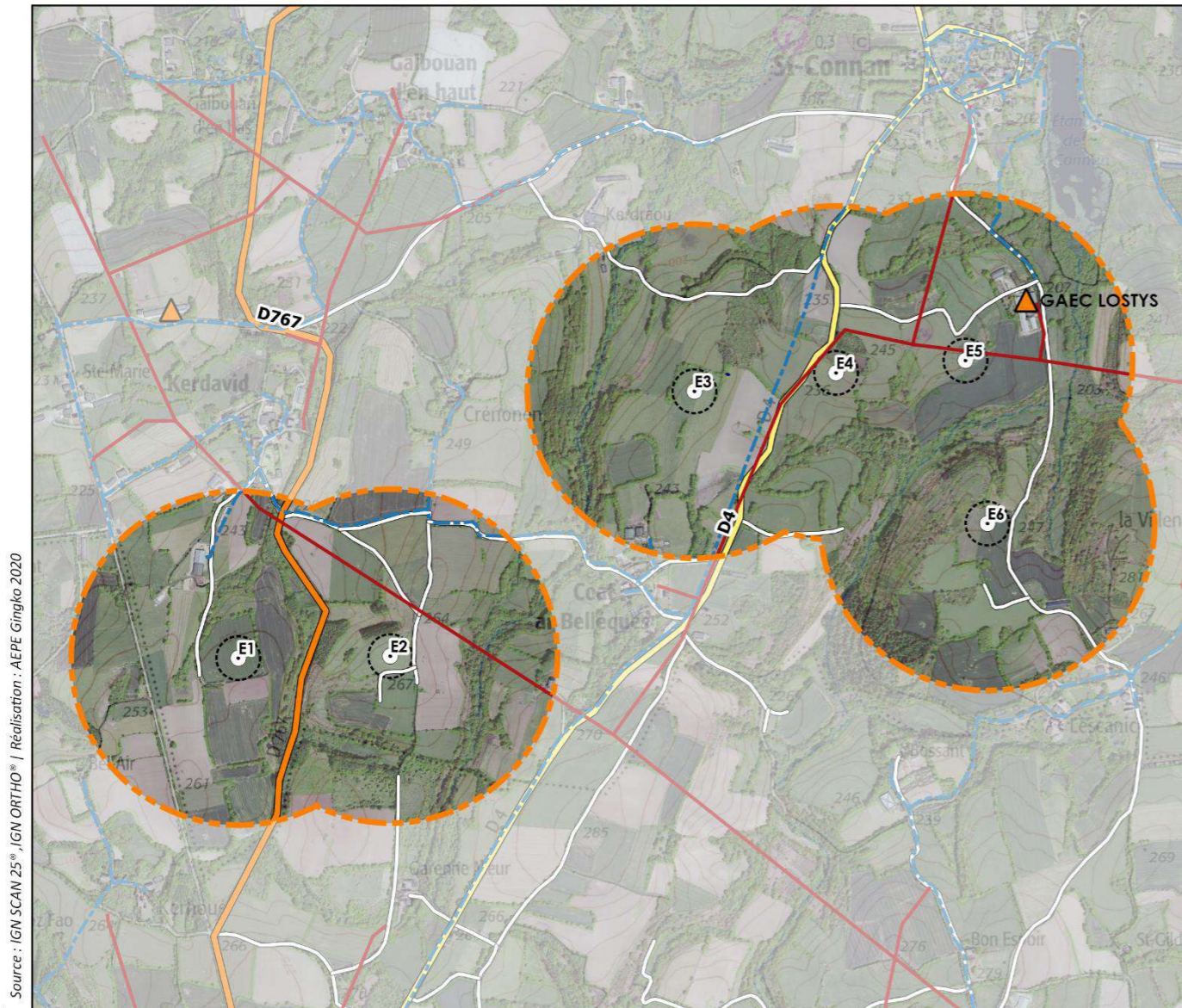
Les principaux enjeux externes de sécurité recensés au sein de l'aire d'étude de dangers sont :

- La présence de plusieurs bâtiments agricoles ;
- La RD 767 et la RD 4, voies non structurantes ;
- Plusieurs lignes haute tension ;
- Des canalisations d'eau potable et d'assainissement ;

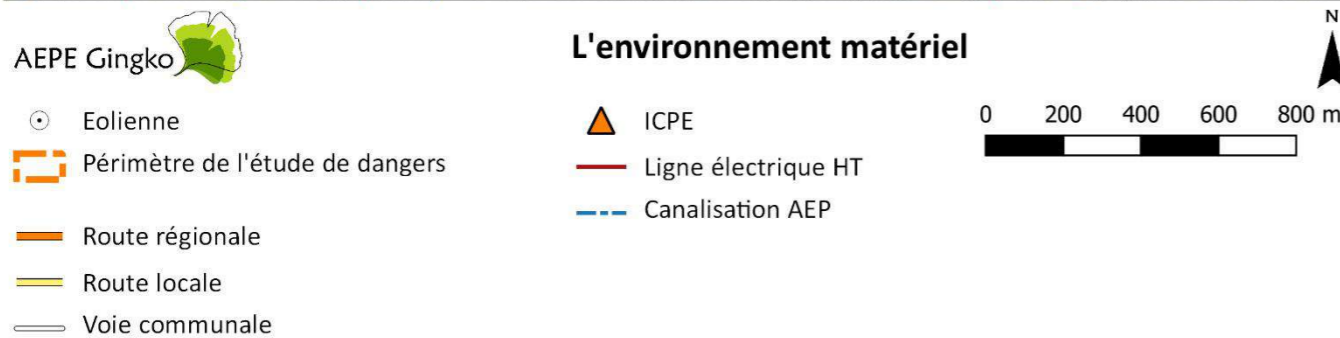
Au regard de l'annexe 1 (méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne), une typologie des terrains présents au sein de l'aire d'étude de dangers a pu être réalisée. Cette démarche permet d'identifier et de quantifier les personnes et les biens à protéger sur la zone d'étude.

Plusieurs types de zones peuvent ainsi être définies :

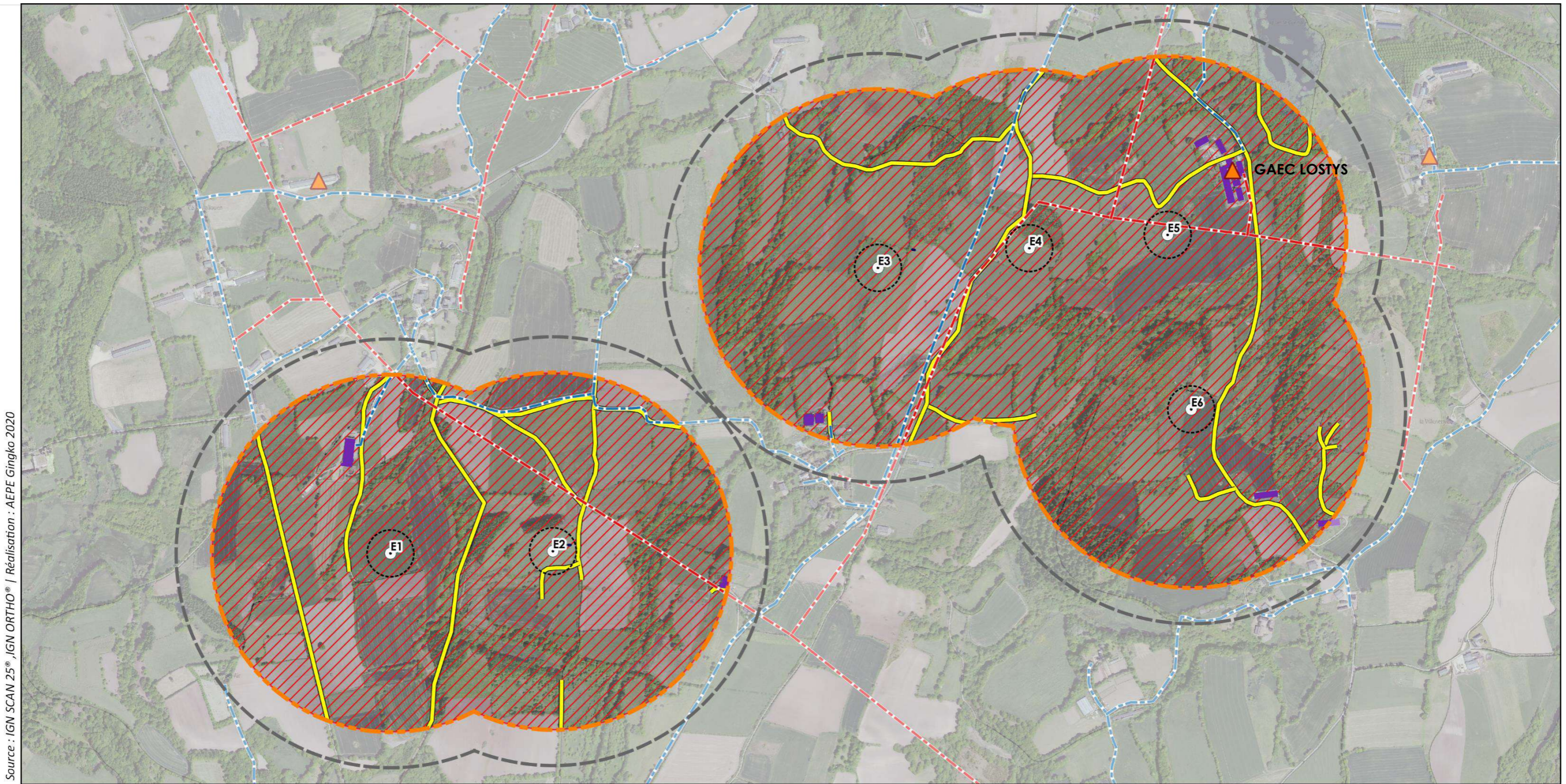
- Les parcelles agricoles et forestières correspondent à des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » (1 personne pour 100 ha),
- Les voies de circulation non structurantes (dont chemins agricoles) correspondent à des « terrains aménagés mais peu fréquentés » (1 personne pour 10 ha),
- Les bâtiments agricoles.



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® / Réalisation : AEPE Gingko 2020













Carte 13 : l'environnement matériel de l'aire d'étude de dangers



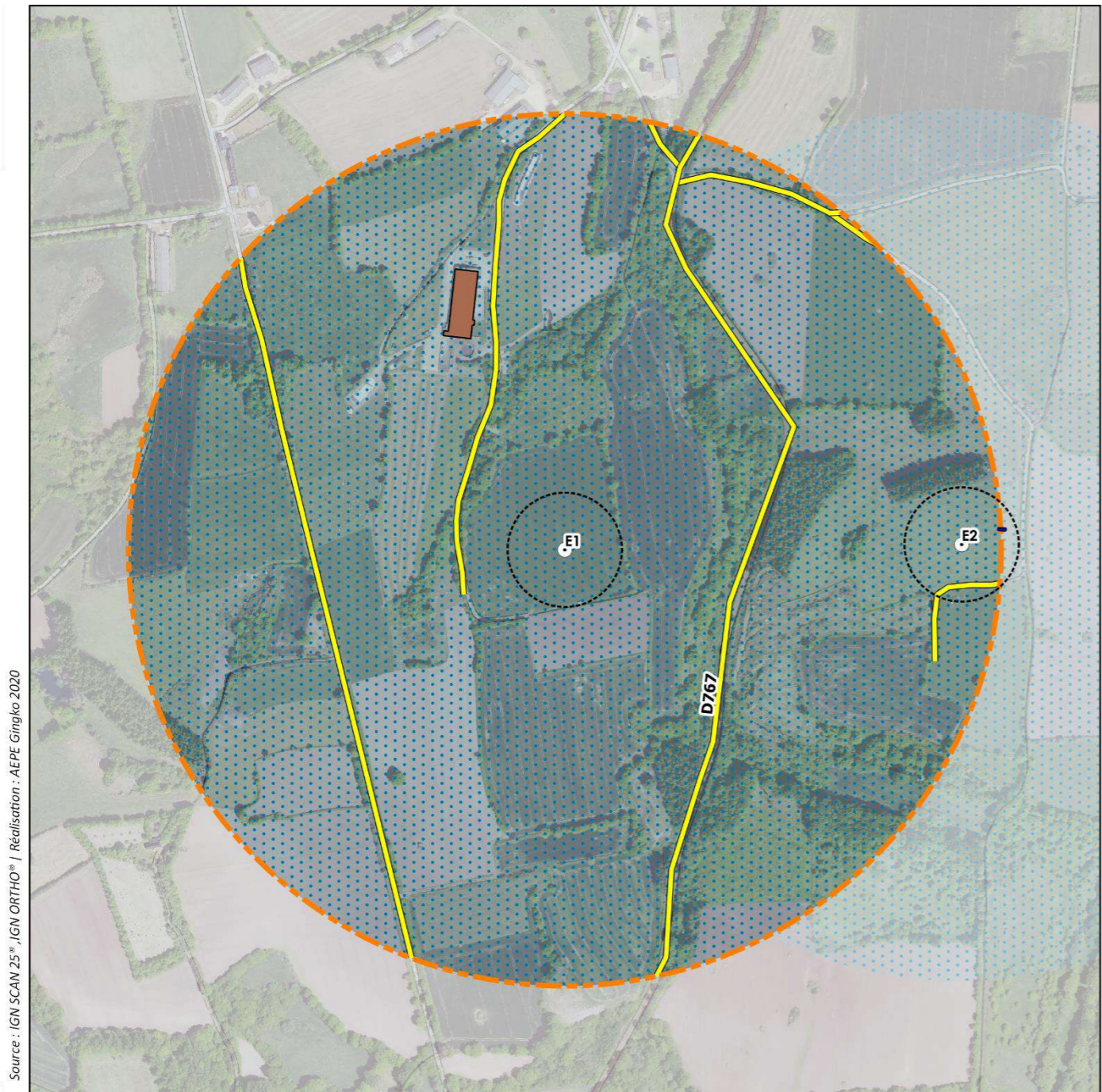
Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020



La synthèse des enjeux de l'aire d'étude de dangers

-  Eolienne
-  Parcelle agricole, boisement et friche
-  ICPE
-  Zone de survol
-  Route non structurante et chemin
-  Canalisation d'eau
-  Périmètre de l'étude de dangers
-  Bâtiment agricole
-  Ligne électrique HT
-  Zone de 600 m autour des éoliennes

Carte 14 : la synthèse des enjeux de l'aire d'étude de dangers



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020

AEPE Gingko Les types de terrain du périmètre d'étude de l'éolienne E1

- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole

0 100 200 300 m

Carte 15 : les types de terrain du périmètre d'étude de E1



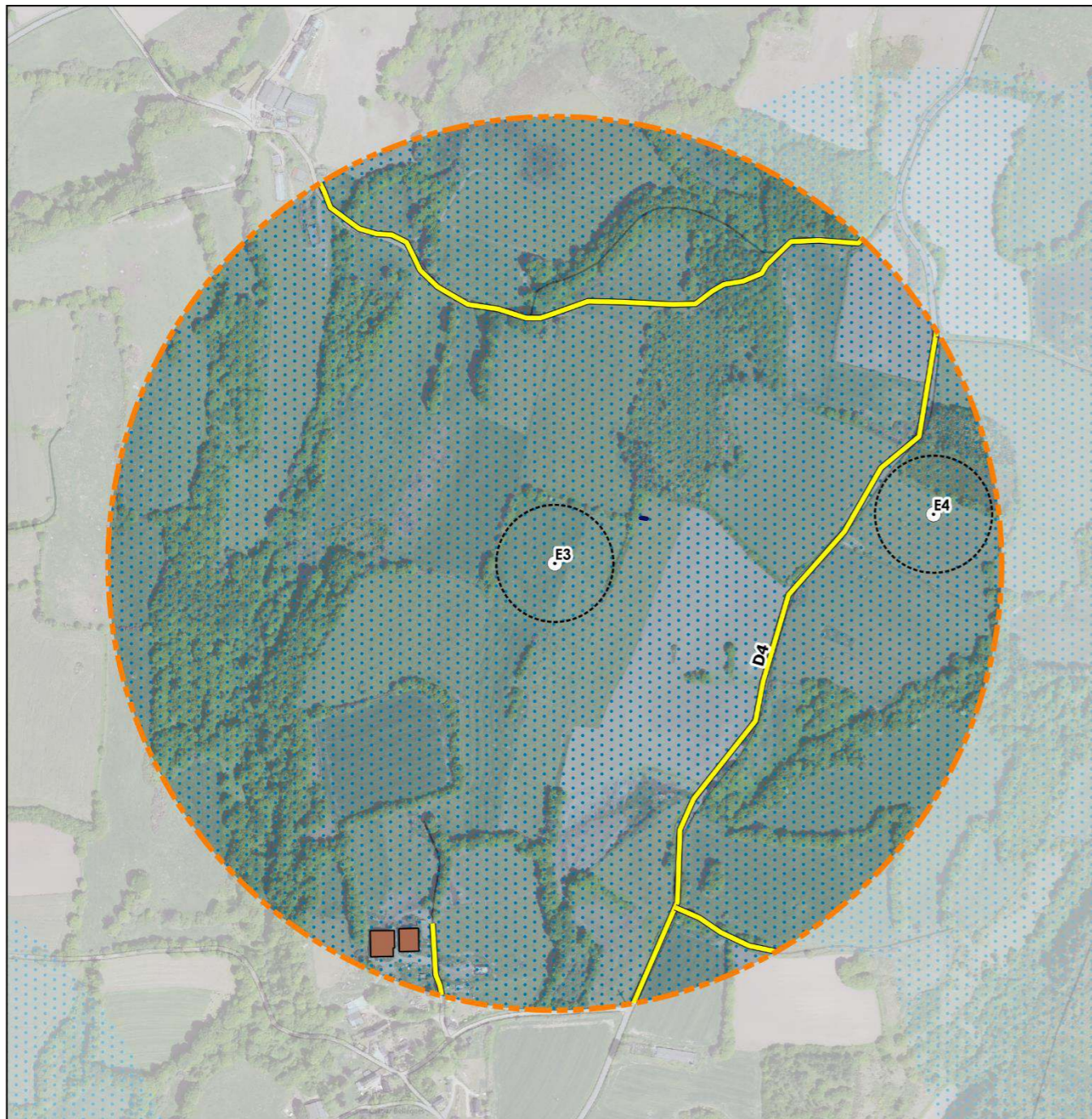
Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020

AEPE Gingko Les types de terrain du périmètre d'étude de l'éolienne E2


- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole







0 100 200 300 m

Carte 16 : les types de terrain du périmètre d'étude de E2



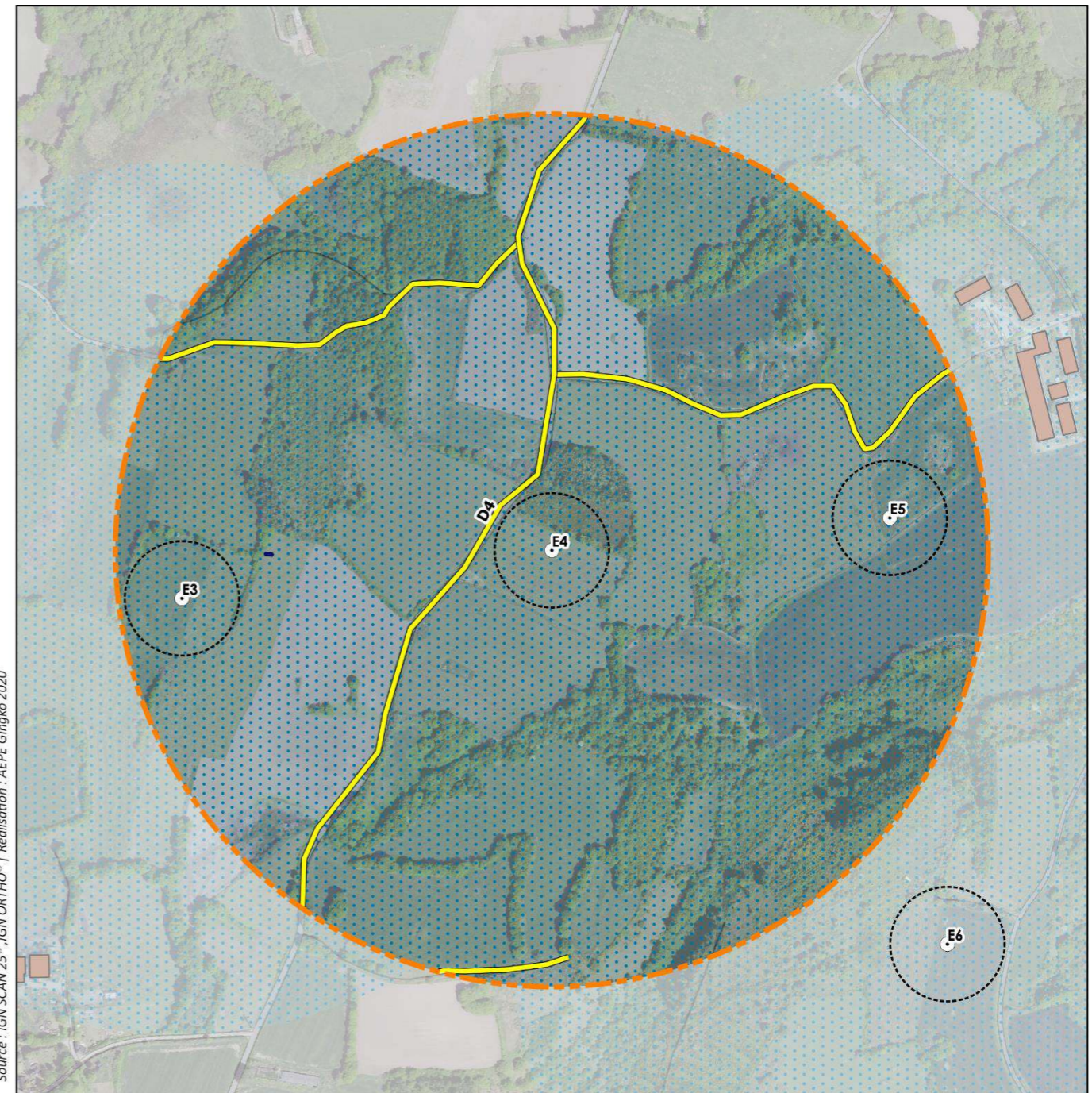
Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020

AEPE Gingko  **Les types de terrain du périmètre d'étude de l'éolienne E3**


-  Périmètre de l'étude de dangers
-  Eolienne
-  Poste de livraison
-  Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
-  terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
-  Bâtiment agricole







0 100 200 300 m

Carte 17 : les types de terrain du périmètre d'étude de E3



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020

AEPE Gingko  **Les types de terrain du périmètre d'étude de l'éolienne E4**

-  Périmètre de l'étude de dangers
-  Eolienne
-  Poste de livraison
-  Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
-  terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
-  Bâtiment agricole

0 100 200 300 m

Carte 18 : les types de terrain du périmètre d'étude de E4



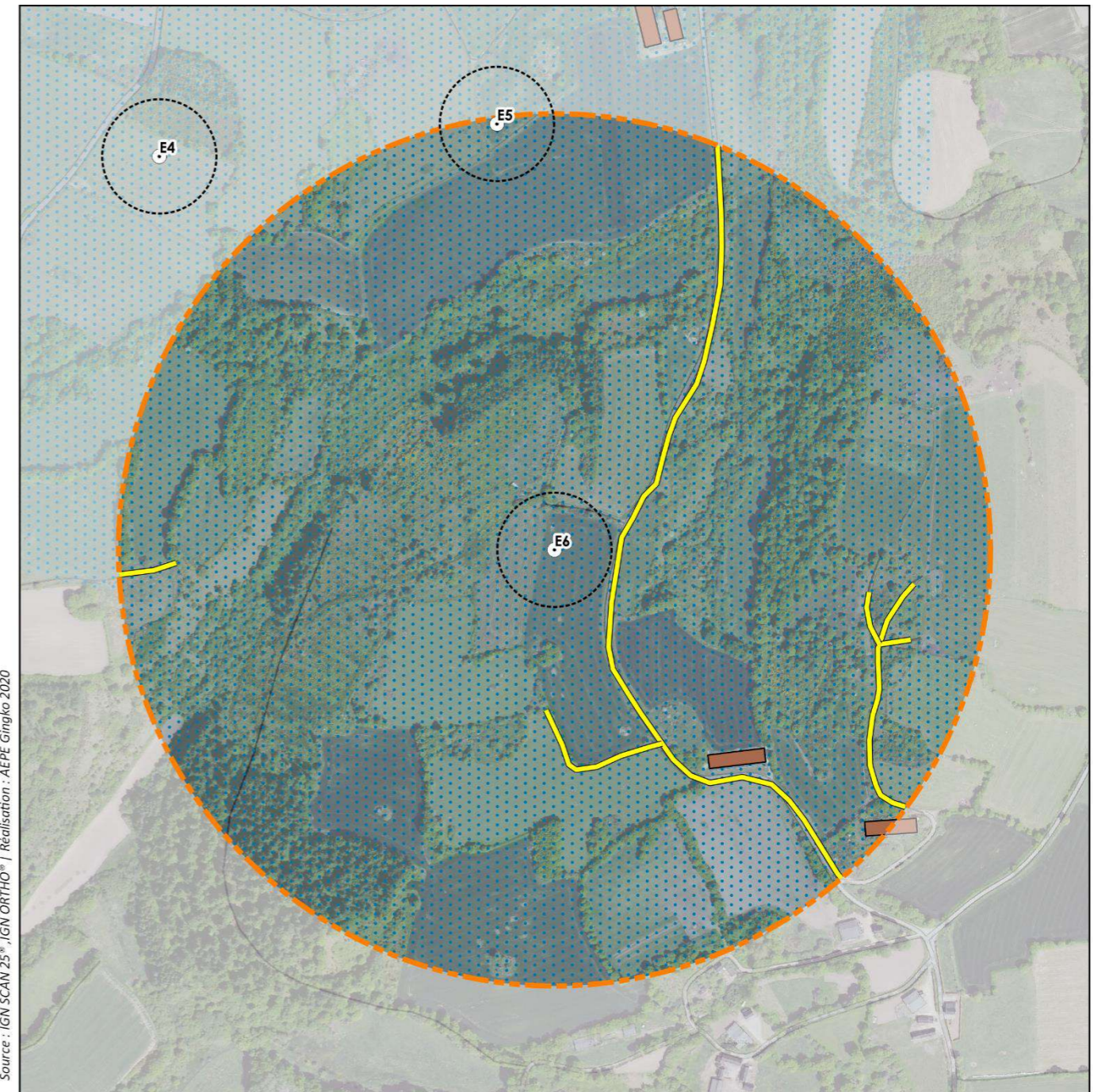
Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020

AEPE Gingko Les types de terrain du périmètre d'étude de l'éolienne E5

- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole

0 100 200 300 m

Carte 19 : les types de terrain du périmètre d'étude de E5



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020

AEPE Gingko Les types de terrain du périmètre d'étude de l'éolienne E6

- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole

0 100 200 300 m

Carte 20 : les types de terrain du périmètre d'étude de E6

V. LA DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

V.1. LES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

L'activité principale du parc éolien « Coat Ar Bellegues » est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent.

V.1.1. LES CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

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

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès.

Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

V.1.2. LES ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu.

- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - le système de freinage mécanique ;
 - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
 - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

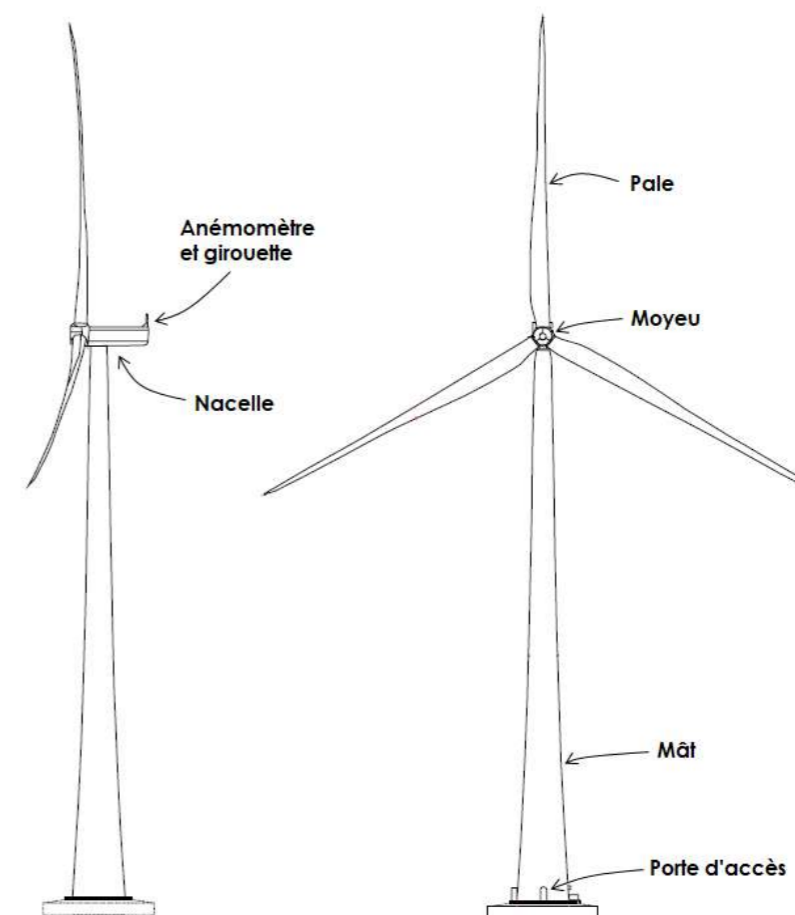


Figure 6 : le schéma simplifié d'un aérogénérateur (Nordex)

V.1.2.1. L'EMPRISE AU SOL

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

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

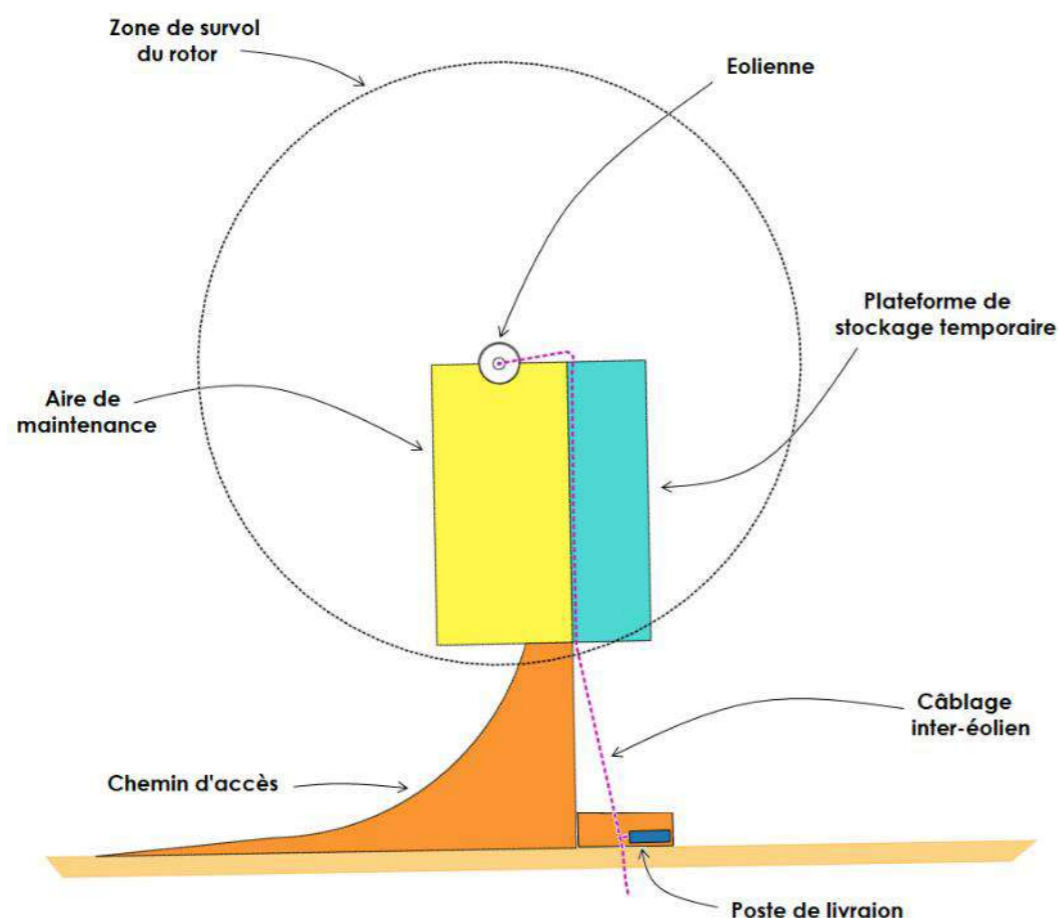


Figure 7 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

V.1.2.2. LES CHEMINS D'ACCES

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

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

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

V.1.3. LA COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien « Coat Ar Bellegues » est composé de 6 éoliennes et de 2 postes de livraison.

Au regard de l'évolution constante des éoliennes mises sur le marché, des délais importants entre le dépôt du dossier d'autorisation environnementale et la construction du parc éolien, le porteur du projet a fait le choix de retenir un gabarit maximum d'éolienne envisagé plutôt qu'un modèle précis susceptible de ne plus être sur le marché à la date de construction du parc éolien.

Chaque aérogénérateur aura une hauteur maximale de mat de 139,50 m et un diamètre de rotor de 133,30 m, soit une hauteur totale maximale en bout de pale de 205,00 m.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs.

Tableau 11 : Les coordonnées GPS et côtes NGF des éoliennes

Éolienne	Coordonnées Projection Lambert 93		Coordonnées WGS84		Côte au sol NGF	Hauteur totale pale à la verticale maximum	Hauteur de mat maximum	Diamètre de rotor maximum	Côte maximum des éoliennes NGF
	E (m)	N (m)	O	N					
E1	249576	6828566	3°5'29.7240"	48°24'03.3876"	253	180 m	114,5 m	131 m	431
E2	250032	6828573	3°5'07.6740"	48°24'04.7376"	268	165 m	99,5 m	131 m	431
E3	250942	6829366	3°4'26.5116"	48°24'32.6124"	246	185,5 m	120 m	131 m	431
E4	251365	6829421	3°4'06.1608"	48°24'35.4420"	239	194 m	128,5 m	131 m	431
E5	251752	6829458	3°3'47.5200"	48°24'37.6056"	226	205 m	139,5 m	131 m	431
E6	251818	6828971	3°3'42.5016"	48°24'22.0428"	254	180 m	114,5 m	131 m	431

Les éoliennes seront accompagnées des aménagements décrits dans le tableau suivant.

Tableau 12 : les dimensions envisagées des aménagements du parc éolien

Aménagements	Dimensions envisagées
Fondation des éoliennes	La dimension et le procédé utilisé pour le coulage des fondations seront précisés suite à étude géotechnique intervenant en amont de la construction des éoliennes
Aire de grutage des éoliennes	Surface plane d'environ 1 860 m ² réalisée en empierrement ou par la mise en œuvre d'un traitement de sol à la chaux
Postes de livraison	Surface de 23,4 m ²
Chemins d'accès	Largeur utile de la chaussée de 4,5 m
	Largeur exempte d'obstacle de 5 m
	La création d'un chemin d'accès nécessite généralement une couche d'empierrement en matériaux granulaires ou par la mise en œuvre d'un traitement de sol à la chaux

Des aménagements temporaires auront lieu durant la phase de chantier afin de permettre l'assemblage et le montage de l'éolienne : aires de stockage. Ces aménagements ne nécessitent pas d'apport de matériaux extérieurs et consistent en un simple décapage de la terre végétale afin de s'assurer une surface plane. Suite au montage des éoliennes, les volumes de terre végétale décaissée seront remis en place.

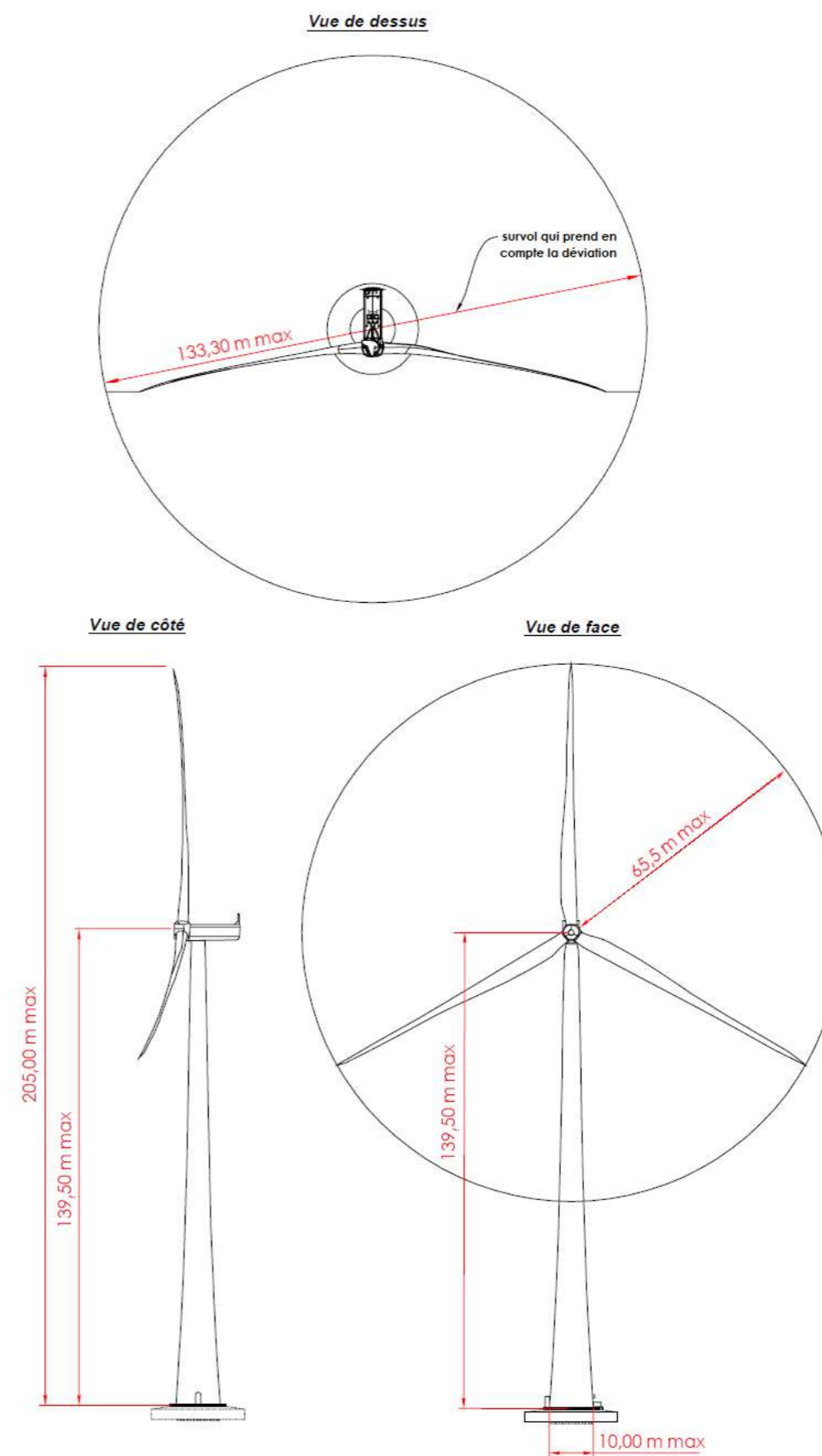


Figure 8 : les dimensions maximales envisagées

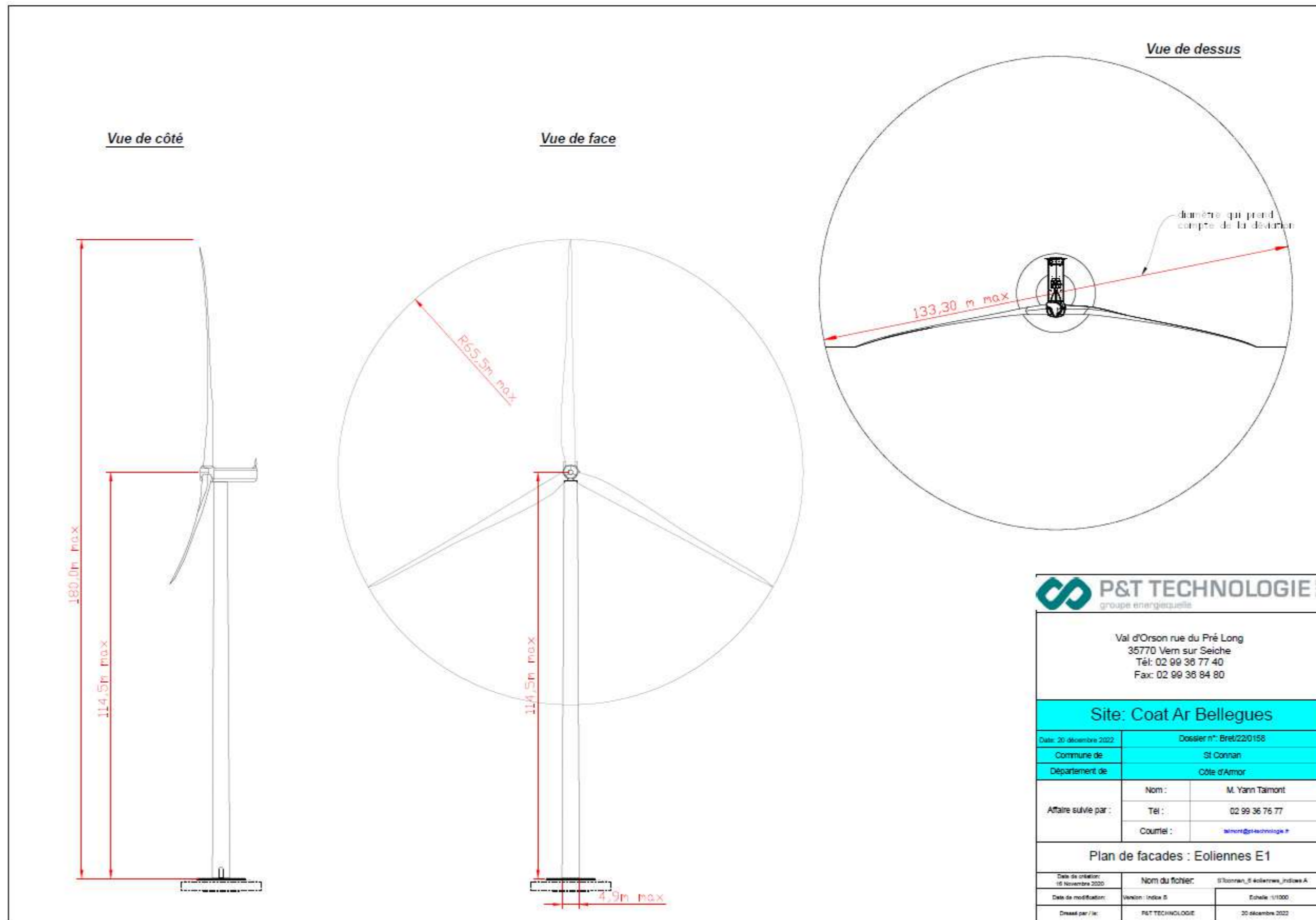


Figure 9 : Les dimensions maximales de l'éolienne E1

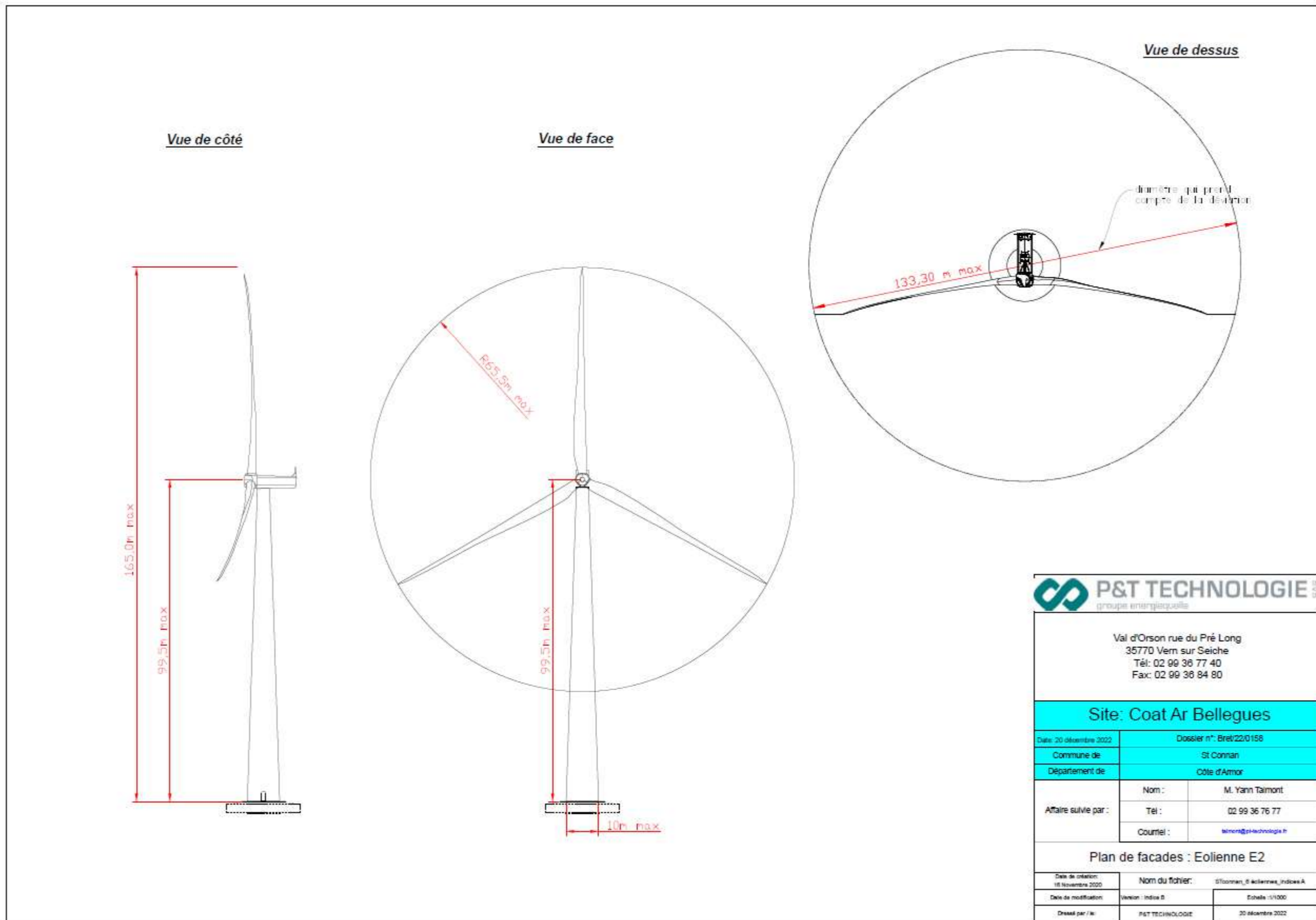


Figure 10 : Les dimensions maximales de l'éolienne E2

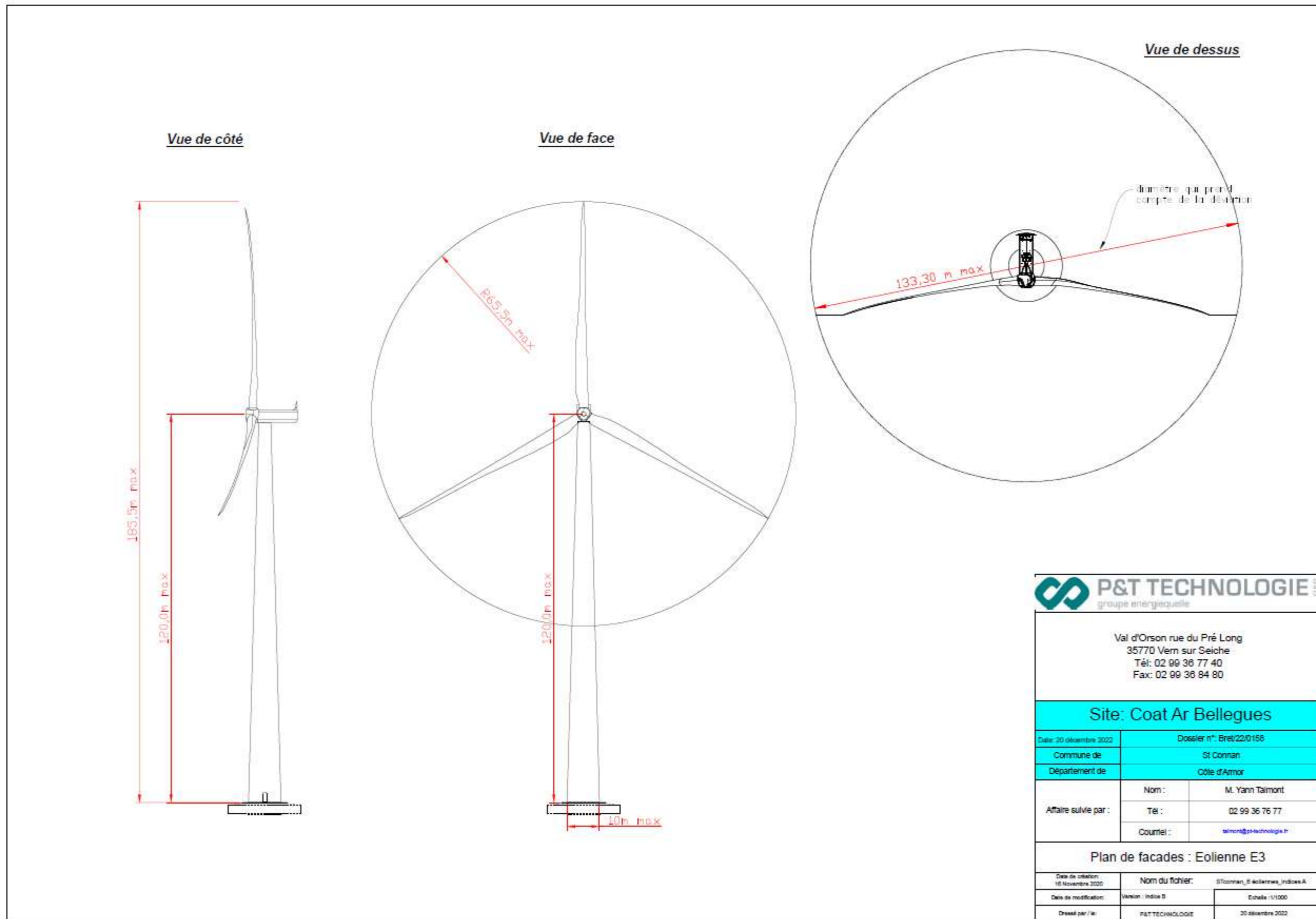


Figure 11 : Les dimensions maximales de l'éolienne E3

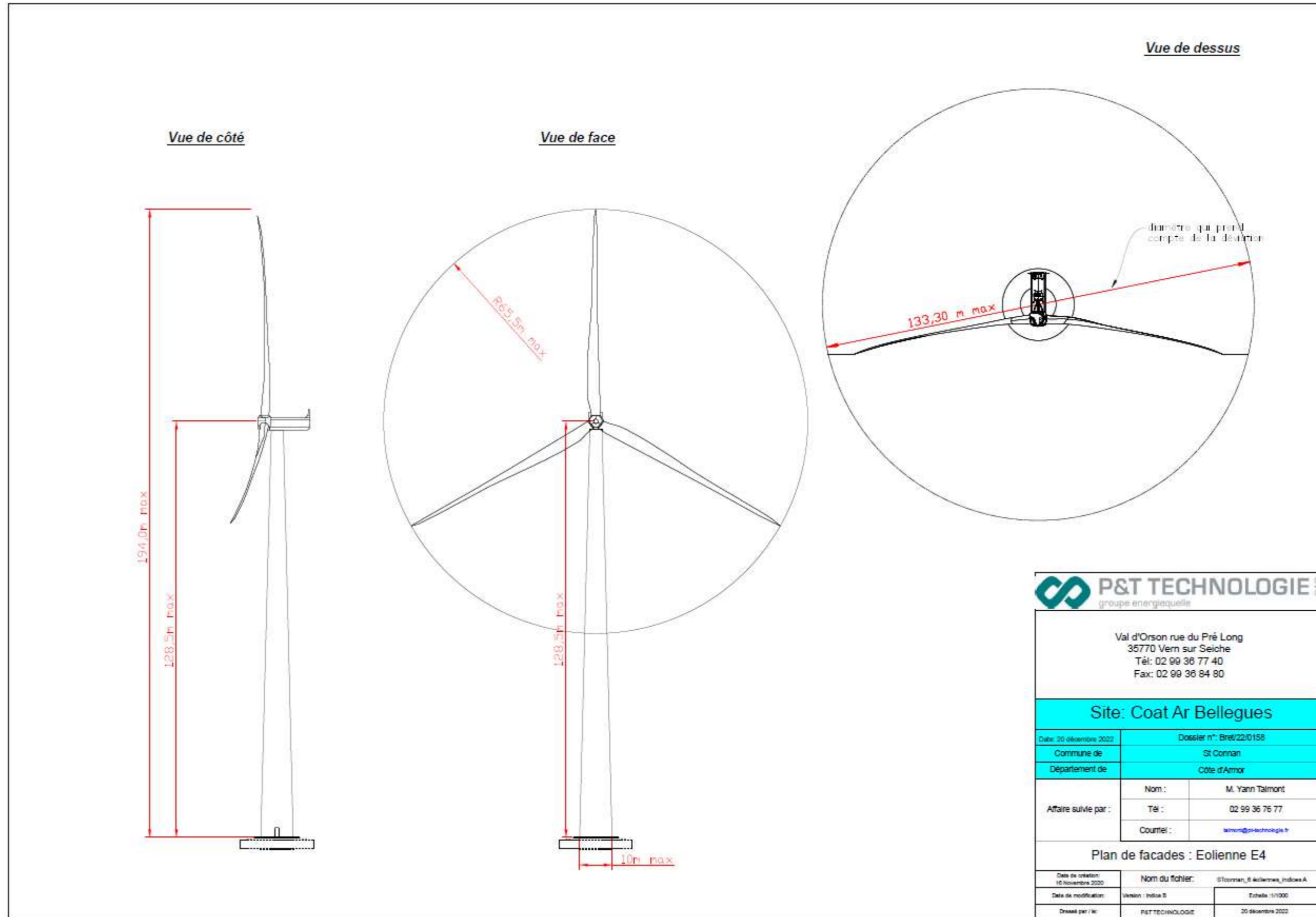


Figure 12 : Les dimensions maximales de l'éolienne E4

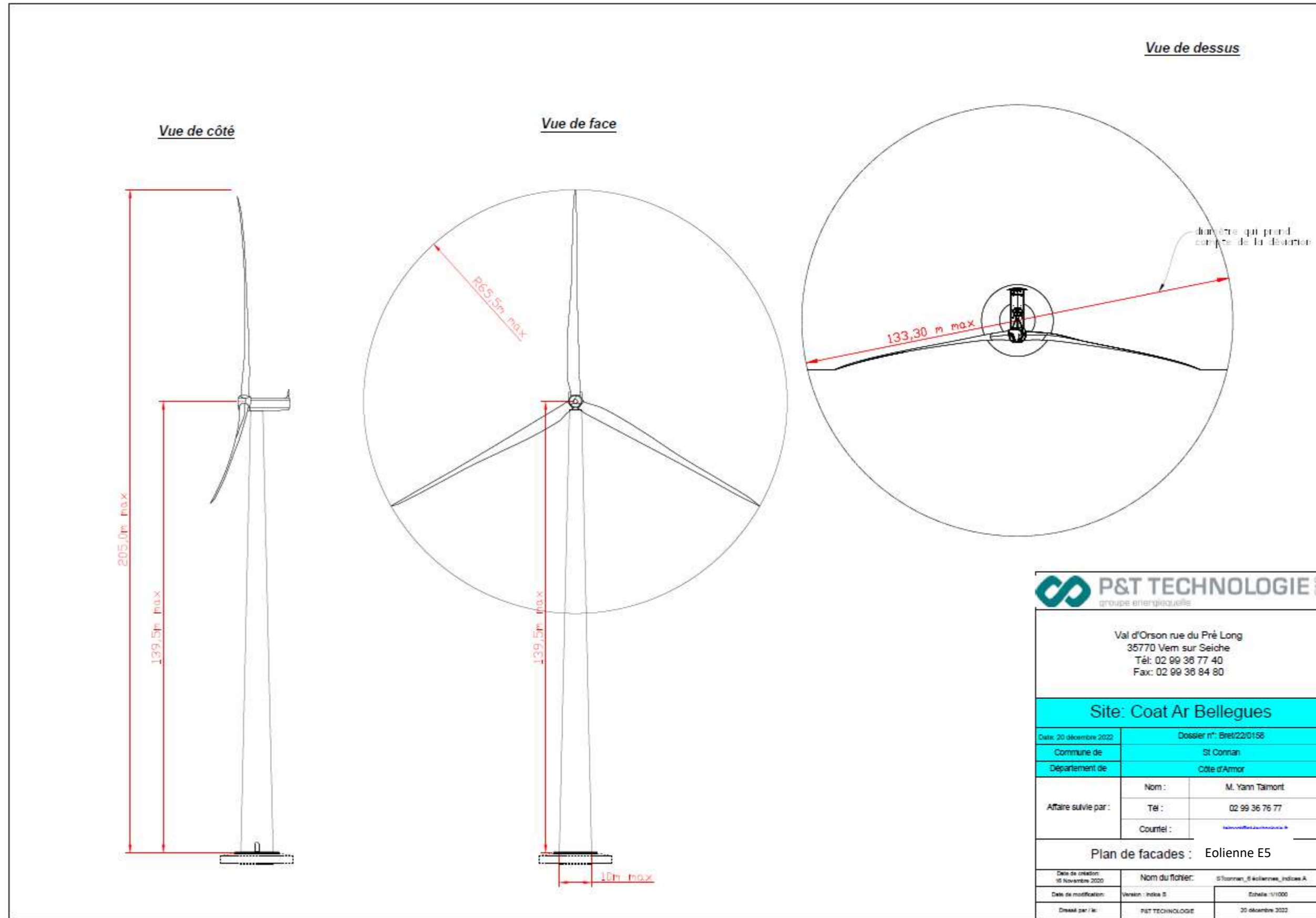


Figure 13 : Les dimensions maximales de l'éolienne E5

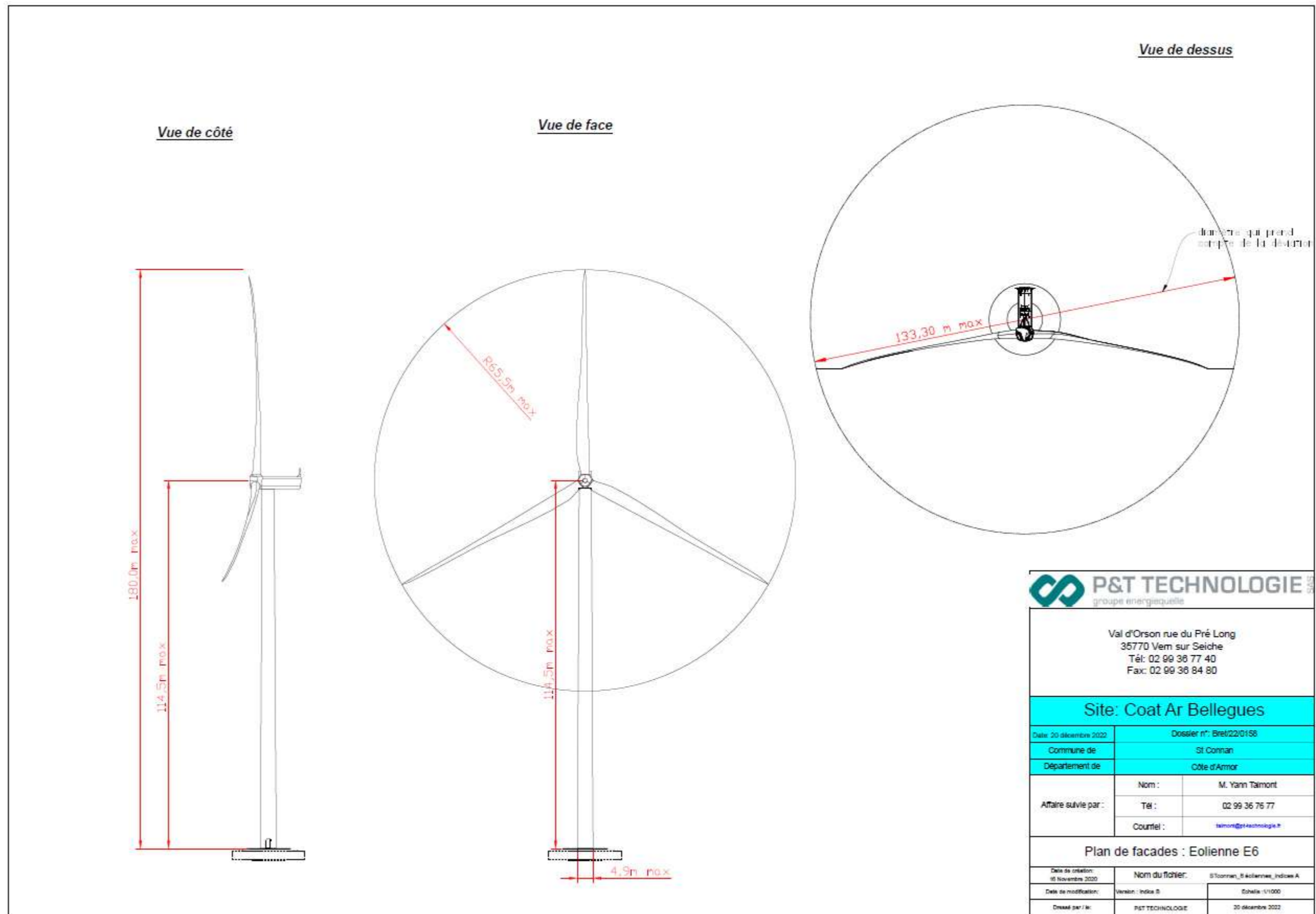
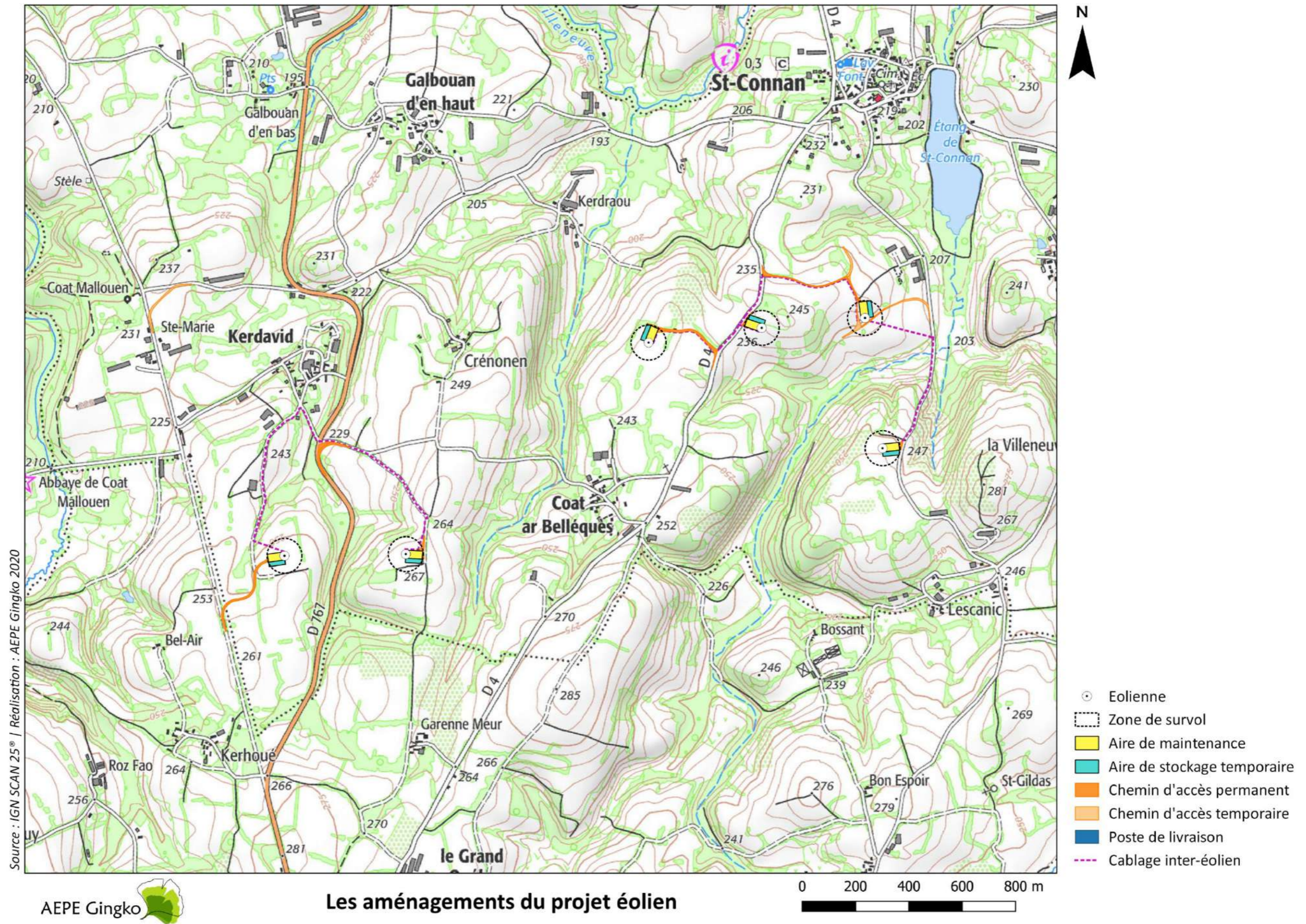
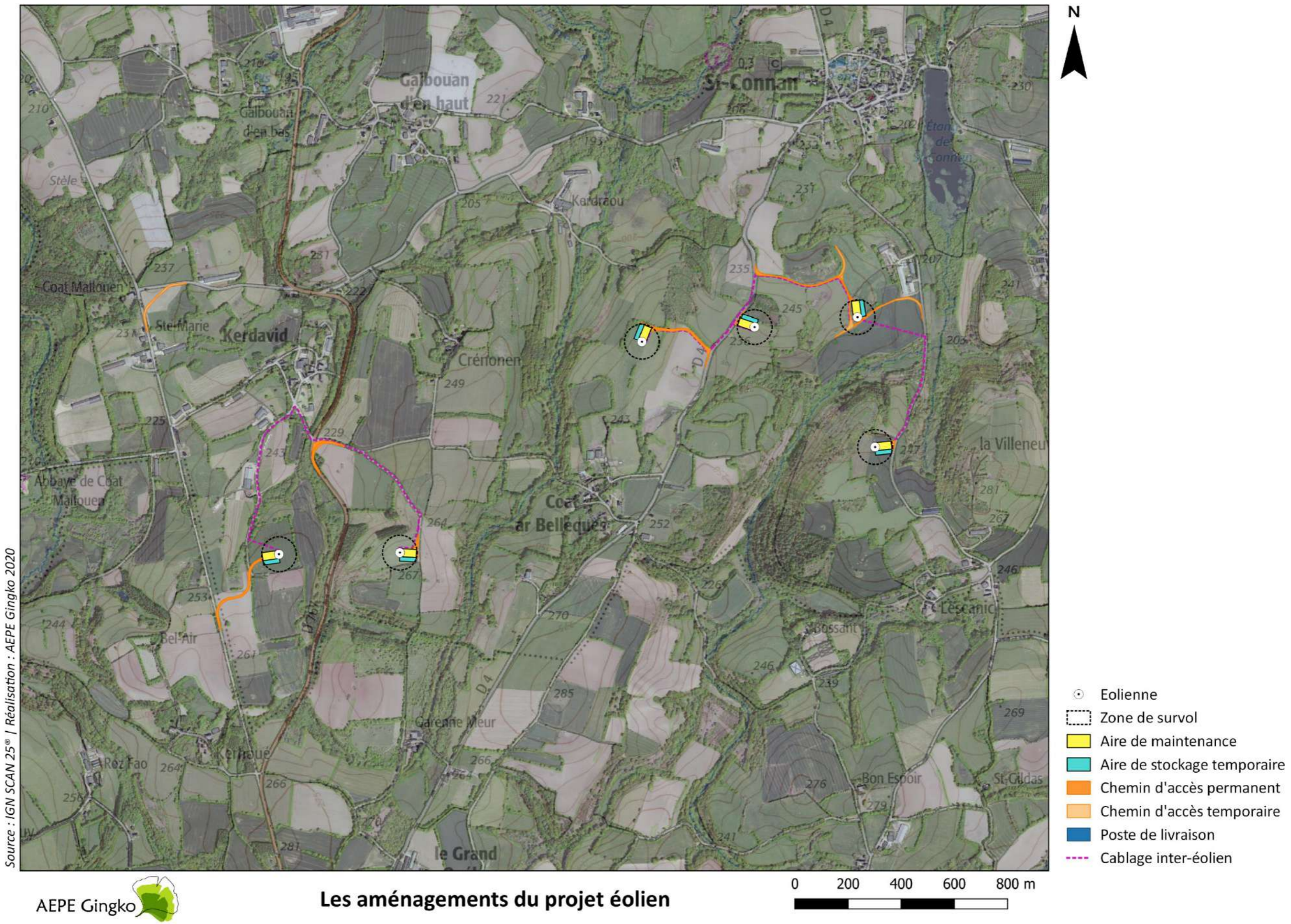


Figure 14 : Les dimensions maximales de l'éolienne E6



Carte 21 : le plan détaillé de l'installation sur Scan 25



Carte 22 : le plan détaillé de l'installation sur photo-aérienne

V.2. LE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

V.2.1. LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ÉOLIENNE

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

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

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

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

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

Les tensions électriques de l'installation seront les suivantes :

- Nacelle : 660 V
- Transformateur au pied de l'éolienne : 660 V en entrée et 20 000 V en sortie
- Câbles inter-éoliennes et éoliennes-postes de livraison : 20 000 V
- Poste de livraison : 20 000 V
- Câbles poste de livraison-poste source : 20 000 V

Tableau 13 : les fonctions et caractéristiques des éléments de l'installation

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Environ 380 m ²
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	139,50 m maximum
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	Tension de 660 V
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	131 m maximum
Transformateur	Élever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	À l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie
Postes de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	23,4 m ² Tension de 20 kV

V.2.1.1. LE MAT

Le mât présentera une hauteur totale maximale de 139,50 m pour l'ensemble des éoliennes. Il sera positionné sur une fondation qui sera adaptée aux conditions de sol du site.

V.2.1.2. LE ROTOR

Le rotor de l'éolienne sera équipé de trois pales qui seront protégées des intempéries par un revêtement de surface.

Les pales de l'éolienne seront conçues pour fonctionner à angle et à vitesse variables. L'angle de chaque pale sera surveillé en continu par une mesure d'angle des pales, et les trois angles seront synchronisés entre eux. Ce principe permettra d'ajuster rapidement et avec précision l'angle des pales aux conditions du vent (ce qui limite la vitesse du rotor et la force engendrée par le vent). La puissance fournie par l'éolienne sera ainsi limitée exactement à la puissance nominale, même pour des courtes durées.

L'inclinaison des pales du rotor en position dite de drapeau stoppera le rotor sans que le l'arbre d'entraînement ne subisse les effets occasionnés par un frein mécanique.

V.2.1.3. LA NACELLE

L'éolienne possède un dispositif de mesure mixte installé sur le dessus de la nacelle, composé :

- d'une girouette, qui relève la direction du vent ;
- et d'un anémomètre, qui mesure la vitesse.

Le palier d'orientation de la nacelle, muni d'une couronne, est monté directement sur la connexion supérieure de la tour. Il permet la rotation de l'éolienne et ainsi de l'orienter face au vent. Les moteurs équipés de roues dentées («

moteurs d'orientation » ou moteurs de « Yaw ») s'engagent dans la couronne pour faire tourner la nacelle et l'orienter en fonction du vent.

Le poids de la nacelle est absorbé par le mât, par l'intermédiaire du palier d'orientation. Le support principal est fixé directement sur le palier d'orientation.

La commande d'orientation de l'éolienne commence à fonctionner même lorsque la vitesse du vent est faible. Même à l'arrêt, en raison, par exemple, d'une trop grande vitesse du vent, l'éolienne est tournée face au vent.

Le processus d'orientation est déterminé par le décompte des rotations du moteur d'inclinaison. Si le système de commande détecte des anomalies dans la commande d'orientation ou le vrillage des câbles, il déclenche une procédure d'arrêt.

V.2.1.4. LE GENERATEUR (DANS LA NACELLE)

La nacelle est le cœur de l'éolienne. Sous l'habillage aérodynamique, elle contient :

- une plateforme de travail et de montage,
- un générateur,
- un moyeu.

Le générateur annulaire de l'éolienne est directement entraîné par le rotor (donc par les pales du rotor). Le générateur multipolaire repose sur le principe d'une machine synchrone.

V.2.1.5. L'UNITE D'ALIMENTATION AU RESEAU

L'énergie produite par les éoliennes est redirigée vers un poste de livraison qui est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Le câblage des éoliennes jusqu'au poste de livraison correspond au réseau électrique interne. Il se fera en souterrain en longeant les routes à proximité ou en plein champs conformément au plan d'implantation. Les tranchées nécessaires seront de 1 m de profondeur. En parallèle avec la pose des câbles, il sera mis en place un réseau de fibre optique afin de permettre la surveillance et le contrôle du parc éolien.

V.2.1.6. L'ARRET DE L'EOLIENNE

L'éolienne peut être arrêtée manuellement (interrupteur Marche/Arrêt) ou en actionnant le bouton d'arrêt d'urgence. Le système de commande arrête l'éolienne en cas de dérangement, ou encore si les conditions de vent sont défavorables.

L'ARRET AUTOMATIQUE

En mode automatique, les éoliennes sont freinées de façon aérodynamique par la seule inclinaison des pales. Les pales du rotor inclinées réduisent les forces aérodynamiques, freinant ainsi ce dernier. Les dispositifs d'inclinaison des pales (Pitch) peuvent décrocher les pales du vent en l'espace de quelques secondes seulement en les mettant en position drapeau.

L'éolienne s'arrête si la vitesse du vent est de 25 m/s avec une valeur moyenne de 10 minutes ou si elle est de 32 m/s avec 3 secondes. Si nécessaire, ces limites peuvent être modifiées dans le système de contrôle de l'éolienne. Pour des raisons de protection de l'éolienne l'augmentation des vitesses de coupure est cependant limitée assez rigoureusement. L'éolienne redémarre dès que les conditions correspondantes aux 10 minutes (réglage standard) ne sont plus détectées. Si nécessaire, il est possible d'adapter cette période dans le système de contrôle de l'éolienne.

L'éolienne s'arrête également automatiquement en cas de défaillance, et lors de certains événements. Certaines défaillances entraînent une coupure rapide par les alimentations de secours des pales, d'autres pannes conduisent à un arrêt normal de l'éolienne.

Selon le type de défaillance, l'éolienne peut redémarrer automatiquement. Dans tous les cas, les convertisseurs sont découplés galvaniquement du réseau pendant la procédure d'arrêt.

Lorsqu'un capteur de sécurité signale un défaut ou qu'un interrupteur correspondant se déclenche, l'éolienne est immédiatement stoppée. Les armoires de commande des pales dissocient chaque moteur de réglage des pales. Ces armoires permettent également de commuter les contacteurs présents dans chaque boîtier du rotor via des armoires de condensateurs. Les pales se mettent alors en drapeau indépendamment les unes des autres.

Lors d'un freinage d'urgence du rotor, en cas d'incendie par exemple, un frein rotor électromécanique est utilisé en plus. Un arrêt du rotor depuis sa puissance nominale s'effectue en 10 à 15 secondes.

L'ARRET MANUEL

L'éolienne peut être arrêtée à l'aide de l'interrupteur Marche/Arrêt (armoire de commande). Le système de commande tourne alors les pales du rotor pour les décrocher du vent et l'éolienne ralentit puis s'arrête. Le frein d'arrêt n'est pas activé et la commande des yaw (moteur d'orientation) reste active. L'éolienne peut donc continuer à s'adapter avec précision au vent.

L'ARRET MANUEL D'URGENCE

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

Une fois l'urgence passée, le bouton d'arrêt d'urgence doit être réarmé pour permettre le redémarrage de l'éolienne. Si l'interrupteur principal de l'armoire de commande est mis en position d'arrêt, tous les composants de l'éolienne, à l'exception de l'éclairage du mât et de l'armoire électrique, ainsi que les différents interrupteurs d'éclairage et les connecteurs mobiles, sont déconnectés. L'éolienne déclenche l'inclinaison rapide des pales par l'intermédiaire des dispositifs d'inclinaison d'urgence. Le frein d'arrêt mécanique n'est pas activé lorsque l'interrupteur principal est actionné.

V.2.2. LA SECURITE DE L'INSTALLATION

V.2.2.1. LES REGLES DE CONCEPTION

Les aérogénérateurs qui seront installés sur le parc éolien « Coat Ar Bellegues » feront 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.

V.2.2.2. LA CONFORMITE AUX PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE MINISTERIEL

L'installation sera 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 concernera notamment :

- L'éloignement de 500 m de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 et de 300 m 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 et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile,
- Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements,
- L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le(s) poste(s) 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 ultérieurement.

V.2.2.3. LA GESTION A DISTANCE DU FONCTIONNEMENT DES EOLIENNES

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 parc éolien à Rostock en Allemagne.

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 PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS. Le logiciel de supervision (SCADA – Supervising Control And Data Acquisition) utilisé est le Nordex Control 2.

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.

V.2.2.4. LES METHODES ET MOYENS D'INTERVENTION

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. 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 à l'ensemble des installations.

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 m autour de l'éolienne devra être respectée.

V.2.3. LES OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

V.2.3.1. MAINTENANCES PREVENTIVES

Les maintenances préventives, garantes du bon fonctionnement des machines à long terme, se décomposent en 4 phases et seront effectuées à tour de rôle chaque trimestre qui suite la mise en service :

- Maintenance visuelle : contrôle visuel de tous les organes principaux, structurels (mâts, échelles, ascenseurs...), électriques (câbles, connexions apparentes...) et mécaniques.
- Maintenance visuelle/graisage : vérification et mise à niveau de tous les organes de graissage (cartouches, pompes à graisse, graisseurs).
- Maintenance visuelle/électrique : contrôle de tous les organes de production et de régulation (génératrices, armoires de puissance, collecteurs tournant) ainsi que de tous les éléments électriques (éclairages, capteurs de sécurité).
- Maintenance visuelle/mécanique : contrôle des boulons de tour, vérification des couples de serrage selon un protocole défini, maintien des câbles et accessoires, moteurs d'orientation, poulies et treuils.

V.2.3.2. MAINTENANCES CURATIVES

Chaque éolienne sera reliée via une connexion par modem au système central de surveillance à distance. Si une machine signale un problème ou un défaut, l'exploitant sera immédiatement averti par l'intermédiaire du système de surveillance à distance (SCADA). Le message sera automatiquement saisi par le logiciel de planification des interventions et apparaîtra sur l'écran du technicien de service sédentaire. Les équipes sur le terrain pourront accéder à tous les documents et données spécifiques de l'éolienne. Chaque opération de maintenance sera ainsi réalisée le plus efficacement et le plus rapidement possible.

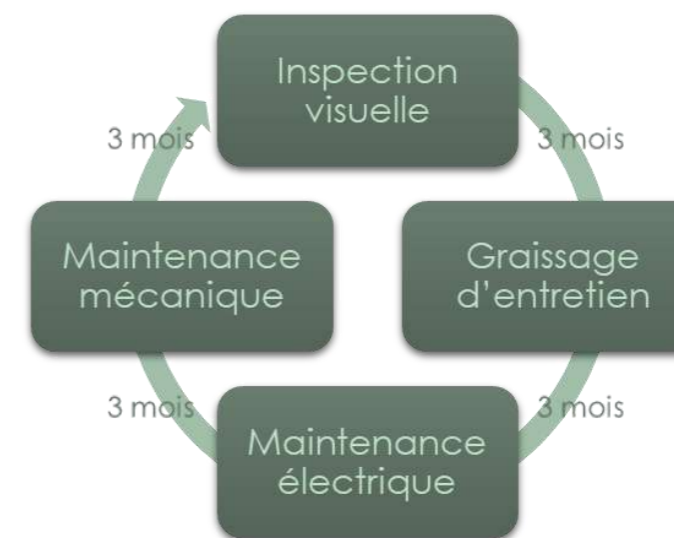


Figure 15 : Planning type de maintenance préventive

V.2.4. LE STOCKAGE ET LES FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

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

V.2.5. LE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

V.2.5.1. LES SPECIFICITES TECHNIQUES

L'installation sera mise à la terre. Les aérogénérateurs respecteront les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant tiendra à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables.

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). 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. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.

Le parc éolien « Coat Ar Bellegues » ne comportera aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

V.2.5.2. LE RACCORDEMENT ELECTRIQUE

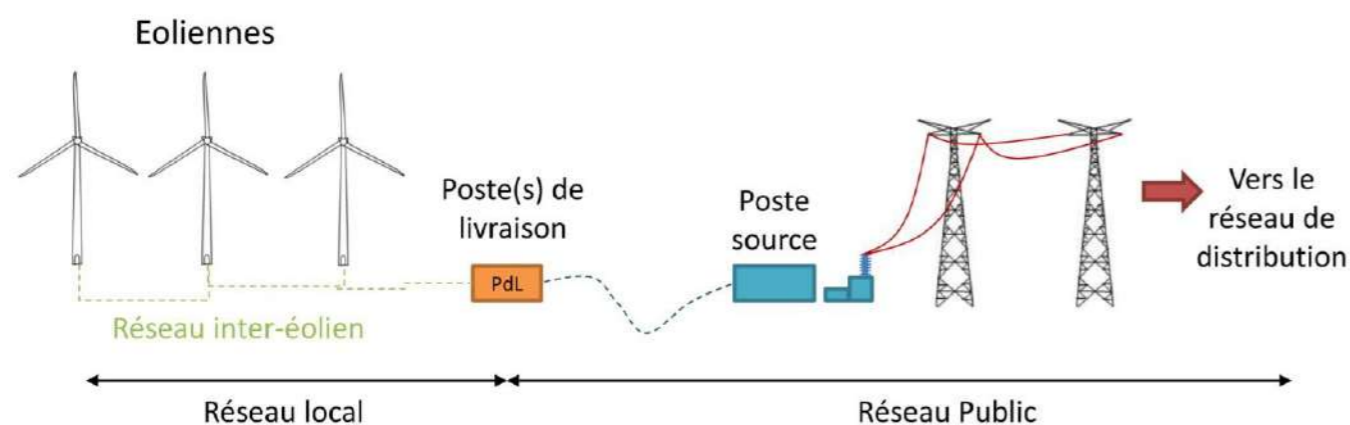


Figure 16 : le schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

LE RESEAU INTER-EOLIEN

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne³, 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.

Chaque éolienne sera raccordée au poste de livraison par une liaison électrique de tension égale à 20 kV (réseau inter-éolien). Ces câbles ont une section de 95 à 150 mm² et seront enfouis à environ 0,80 m - 1,20 m de profondeur.

Le linéaire de câbles pour le projet « Coat Ar Bellegues » est d'environ 3 478 m.

LES POSTES DE LIVRAISON

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

La localisation du poste 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.

Deux postes de livraison seront installés pour le projet éolien « Coat Ar Bellegues ».

Les postes de livraison seront situés sur la parcelle cadastrale ZR33 et ZP42 de la commune de Saint Connan à proximité des éoliennes E2 et E3.

LE RESEAU ELECTRIQUE EXTERNE

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (ENEDIS). Il est entièrement enterré.

Sous réserve des conclusions de l'étude détaillée effectuée par le gestionnaire du réseau public, le poste source pressenti pour raccorder le projet éolien au réseau public de transport d'électricité est celui de Saint-Nicolas-du-Pélem. Il s'agit du poste le plus proche du projet avec une distance d'environ 10 km au sud-ouest du projet. À titre indicatif, au 17 mars 2020, ce poste source présentait un potentiel de raccordement de 42,6 MW ainsi qu'un volume de projet en attente égal à 12,2 MW.

Au regard de la puissance de 21,6 MW du projet éolien de Coat Ar Bellegues, le raccordement au poste source de Saint-Nicolas-du-Pélem semble envisageable à ce jour.

³ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

VI. L'IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

VI.1. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

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

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

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

Le tableau ci-après synthétise les dangers liés aux produits utilisés dans le cadre du fonctionnement de l'installation. Ces dangers dépendent de 3 facteurs :

- la nature du produit lui-même et ses caractéristiques dangereuses, traduites par sa classification au sens de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié,
- la quantité de produit stockée ou utilisée,
- les conditions de stockage ou de mise en œuvre.

Tableau 14 : La liste des produits utilisés dans les aérogénérateurs (exemple pour la NORDEX N131)

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 Pour CCV : Optigear Synthetic / A320Optigear Synthetic X320Mobilgear SHC XMP 320	Huile minérale Huile synthétique	450 L Ou 550 L 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	-
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	-	-	-	-

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien « Coat Ar Bellegues » sont :

- L'incendie : des produits combustibles sont présents le site. Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu.
- La toxicité : ce risque peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.
- La pollution : en cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

Étant donné le confinement de ces produits et notamment des huiles, ces potentiels de dangers liés peuvent être considérés comme très faibles.

VI.2. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX DECHETS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent. Les produits sortants concernent donc les opérations de maintenance régulières des installations, sous la forme de déchets.

Seuls deux types de déchets seront produits pendant l'exploitation du parc éolien :

- des déchets industriels banals : ces déchets concernent les pièces usagées non souillées, cartons usagers d'emballage (quantités < 1 100 litres par an), etc. ;
- des déchets industriels spéciaux : ces déchets concernent les huiles usagées (transmission), graisses, bombes à graisse usagées vides, etc.

Pour chaque catégorie de déchet, les dangers potentiels (explosif, comburant, carburant, extrêmement inflammable, ...) sont mentionnés sur les fiches de données sécurité qui les concernent en tant que produit.

À titre d'exemple, le retour d'expérience d'ENERCON montre par ailleurs que les quantités de déchets générés sont très faibles. En effet, pour un modèle de type E126 (le plus gros modèle), les déchets annuels sont de l'ordre des quantités suivantes⁴ :

- les absorbants, matériaux filtrants (filtres à huile), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses : 7 kg par an ;
- les papiers et cartons : 2 kg par an ;
- les emballages en mélange : 2 kg par an ;
- les déchets résiduels : 6 kg par an.

Les déchets produits par d'autres marques d'éoliennes de même gabarit sont du même ordre de grandeur.

⁴ D'après le document ENERCON « ESC_Waste_Amount_E-126_after_commissioning_2012-02-13_rev000_gereng.docx »

VI.3. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien « Coat Ar Bellegues » sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Les potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

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	Énergie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Énergie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique, incendie
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Énergie cinétique de projection
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Énergie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Énergie cinétique de chute

VI.4. LA REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

VI.4.1. LES PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

Afin de réduire à la source les potentiels de dangers, plusieurs mesures ont été prises lors de la conception du projet tant du point de vue de l'emplacement des installations et que des caractéristiques des éoliennes au regard des enjeux potentiels identifiés :

- Conformément à la réglementation, les éoliennes sont distantes de plus de 500 m des habitations riveraines,
- Aucune installation classée n'est située à moins de 500 m de l'éolienne la plus proche,
- Les éoliennes sont éloignées des routes à forte circulation (à plus de 200 m),
- Les éoliennes retenues respectent les recommandations de l'aviation civile,
- Les éoliennes retenues sont en dehors des servitudes de l'armée de l'air,
- Les éoliennes du projet ont été dimensionnées afin de prendre en considération l'ensemble des risques liés à l'installation et son environnement.

VI.4.2. LA REDUCTION DES DANGERS LIES AUX PRODUITS

Comme précédemment indiqué, les produits présents dans une éolienne sont des lubrifiants. La quantité est estimée à environ 850 L 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. Il convient de rappeler cependant que ces produits ne sont utilisés que de manière ponctuelle et ne sont pas présents sur le site.

À noter que la nacelle fait office de bac de récupération en cas de fuite au niveau de la couronne d'orientation. Le transformateur, présent dans le pied de l'éolienne ne nécessite pas de bac de récupération car un système sec est utilisé, il ne nécessite donc 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.

VI.4.3. L'UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« Integrated Pollution Prevention and Control »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

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

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

VII. L'ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

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

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

VII.1. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un recensement des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien « Haut de Loucouvierne ». Cet inventaire se base sur le retour de la base de données accidentologie de la filière éolienne (IRIS), disponible à compter de mars 2020.

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

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004) ;
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable (<http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr/>) ;
- 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 notamment pour les incidents les moins graves.

Dans l'état actuel, la base de données constituée par le groupe de travail du Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) 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. Au total, 88 incidents ont pu être recensé entre 2000 et début 2019. Ce chiffre est à mettre en rapport avec les 8 000 éoliennes environ installées en France fin 2018.

Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2019. Cette synthèse exclut les accidents du travail et les événements qui

n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. L'identification des causes est nécessairement réductrice. Dans ce graphique sont présentés :

- La répartition des différents types d'événements (rupture de pale, incendie, effondrement, chute de pale, chute d'élément, etc.) par rapport à la totalité des accidents observés en France.
- 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.

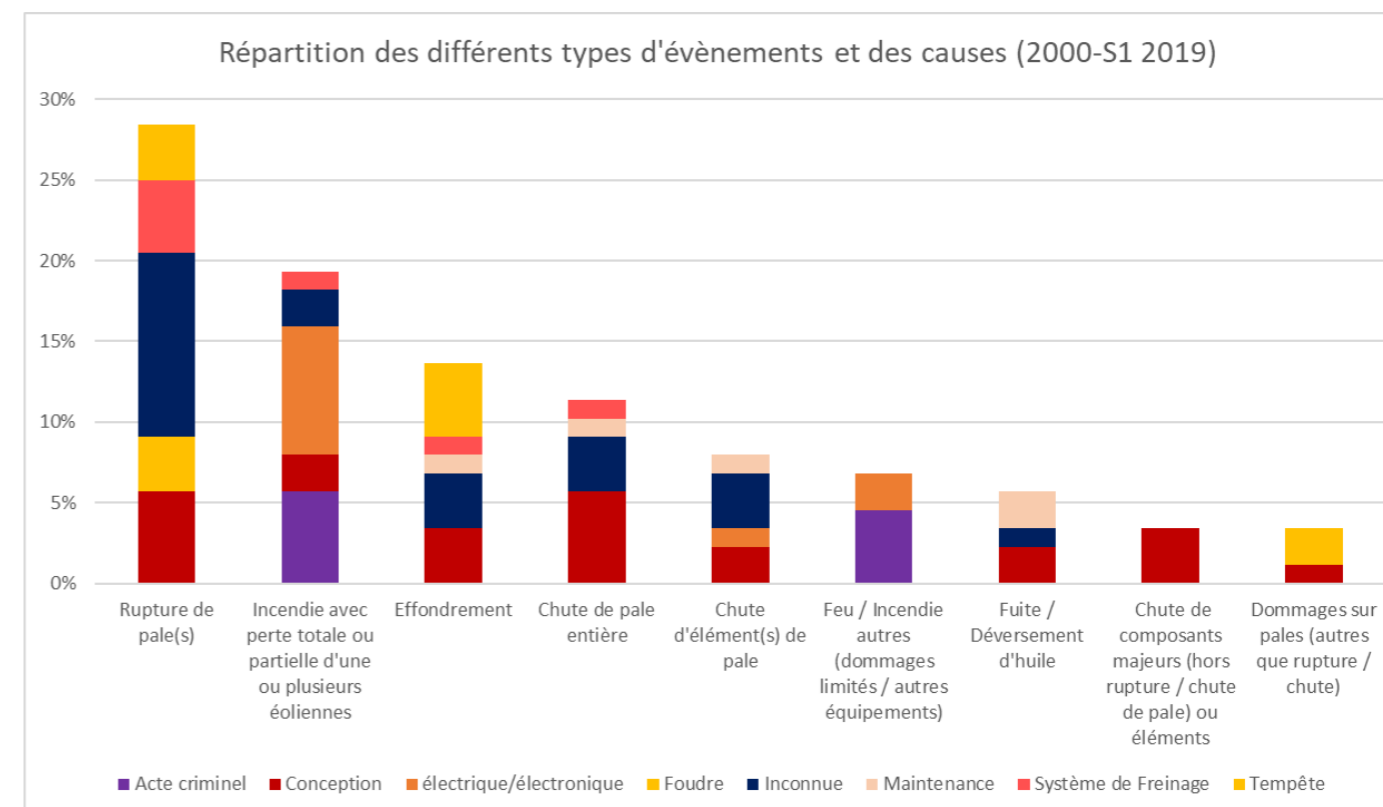


Figure 17 : Les causes premières des accidents d'aérogénérateurs en France (Source : FEE)

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

VII.2. L'INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse des accidents dans le monde issus des descriptions de 994 accidents proposés par le Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur ces 994 accidents, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs », les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés. L'accident le plus fréquent est la rupture de pale, suivi par l'incendie avec perte totale ou partielle d'une ou plusieurs éoliennes. Ensemble, ces accidents représentent près de 45% de la totalité des accidents survenus entre 2000 et le premier semestre 2019.

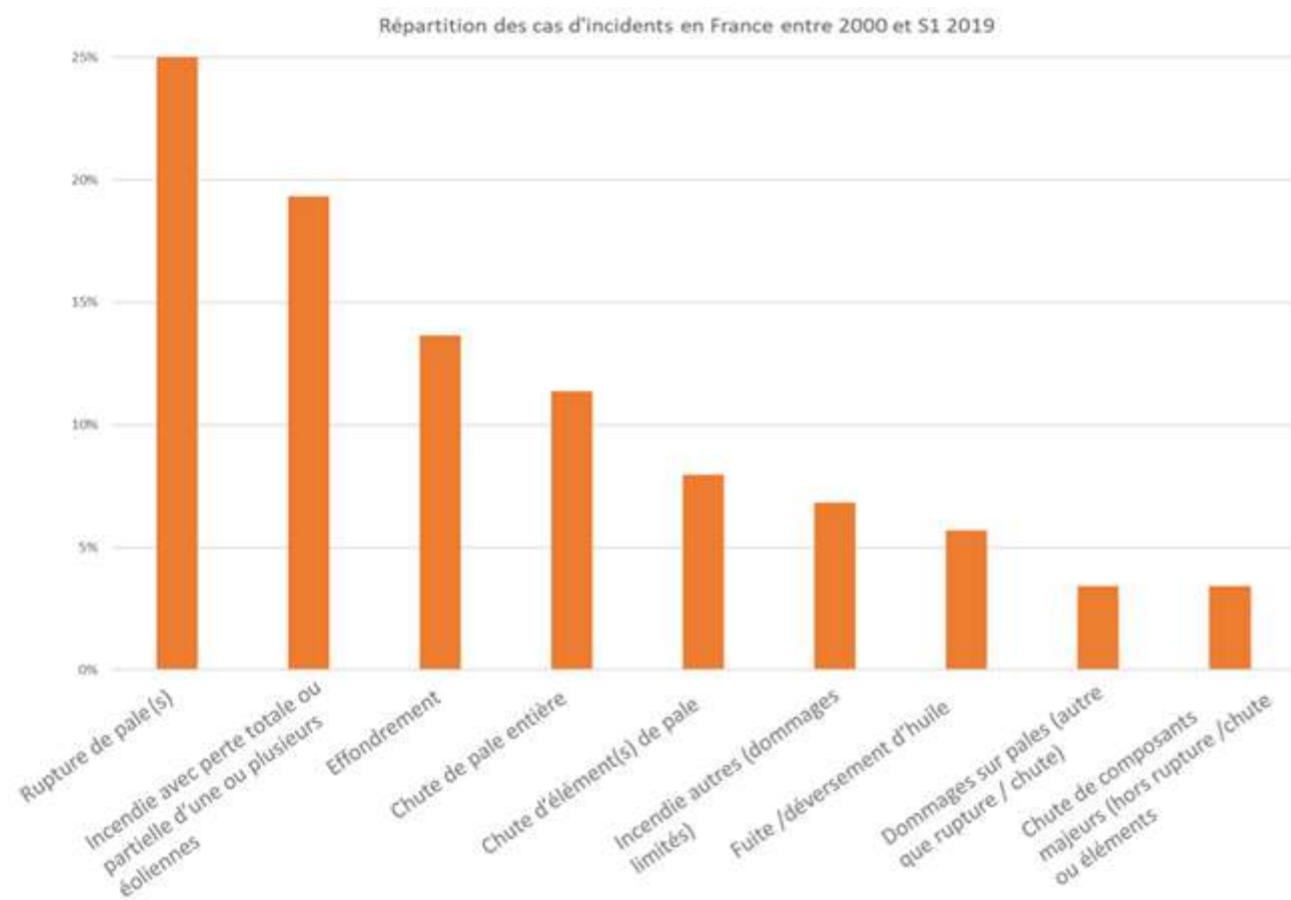


Figure 18 : La répartition des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (Source : FEE)

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

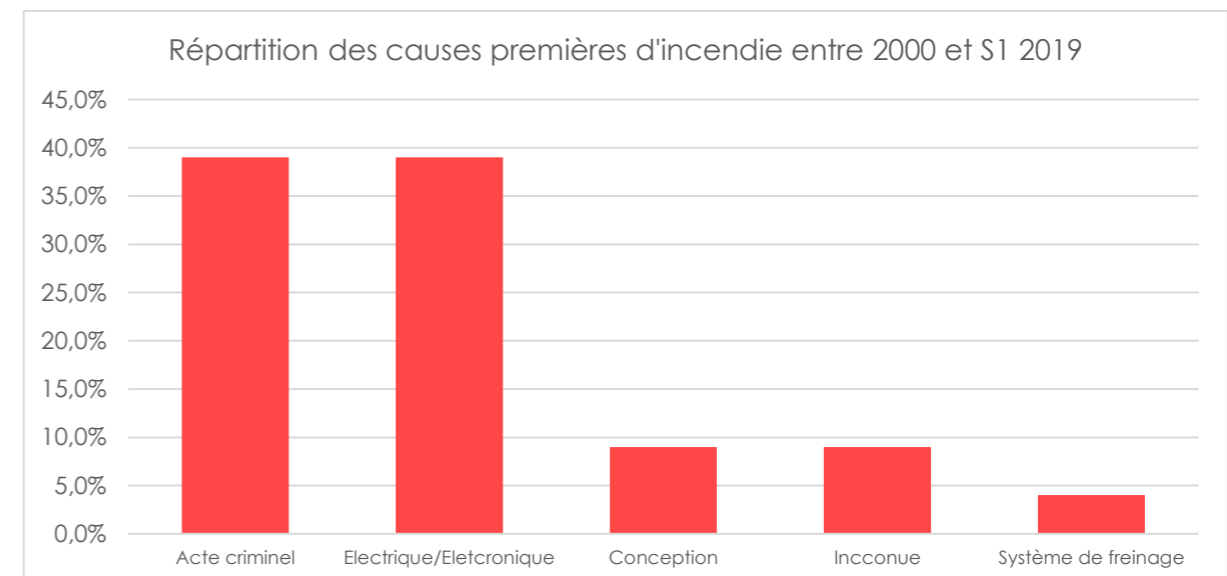
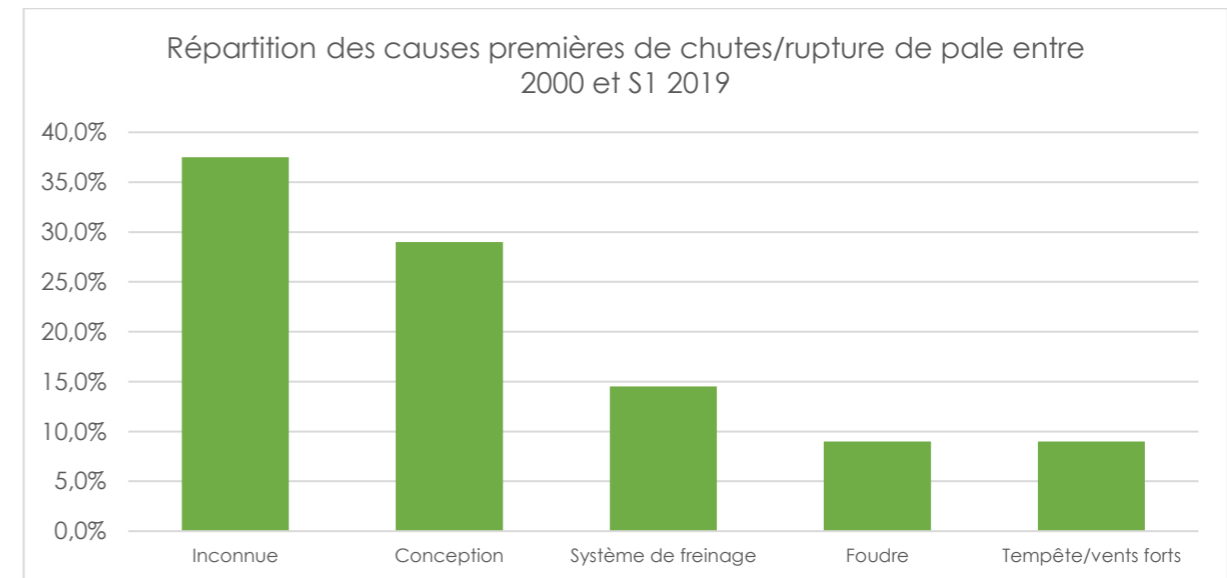
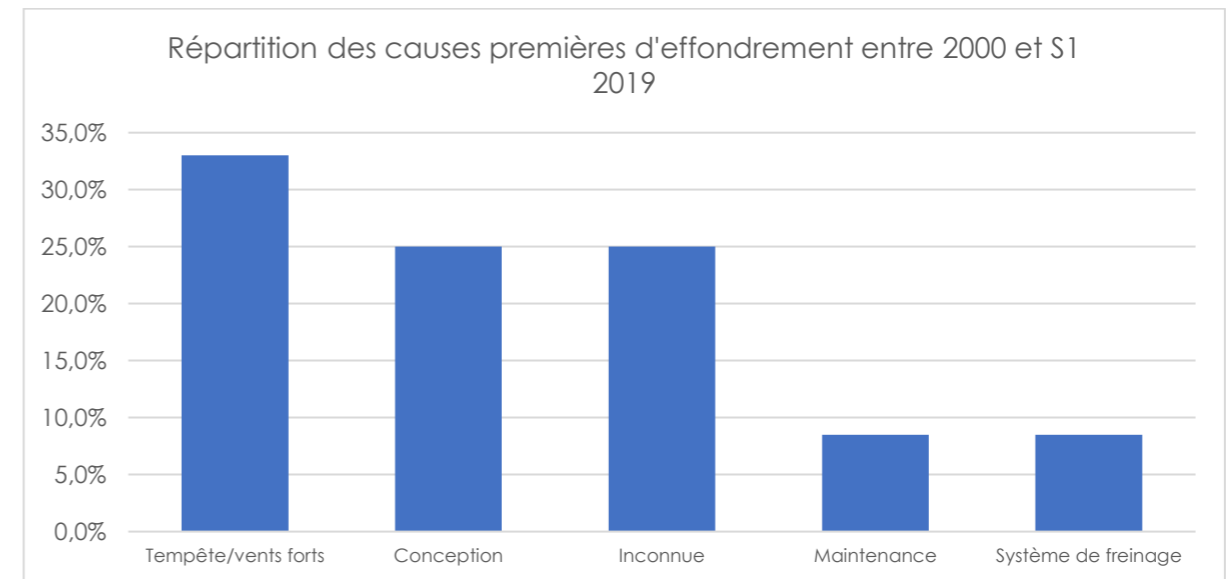


Figure 19 : Les causes premières des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (Source : FEE)

Tout comme pour le retour d'expérience français, le retour d'expérience à l'international montre l'importance de la cause « tempêtes/vents forts » dans l'effondrement des éoliennes. Pour les accidents de chutes/rupture de pale, la première cause connue est, quant à elle, liée à la conception des aérogénérateurs. Enfin, les premières causes d'incendie sont les actes criminels et les défauts électriques/électroniques.

VII.3. LA SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

VII.3.1. L'ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît que le nombre d'incidents par année 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 faible.

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

D'après la base de données ARIA, 95 incidents ou accidents sont survenus en France entre 2002 et 2019, soit une moyenne sur cette période d'environ 5 accidents par an. Le détail de ces accidents survenus en France de 2002 à 2019 (ARIA) est listé en Annexe 7.

Il convient de noter qu'à ce jour, en France et dans le monde, aucun accident n'a entraîné la mort d'une personne tierce (promeneurs, riverains) du fait de l'effondrement d'éoliennes, de bris de pales ou de projections de fragment de pales (Source : FEE).

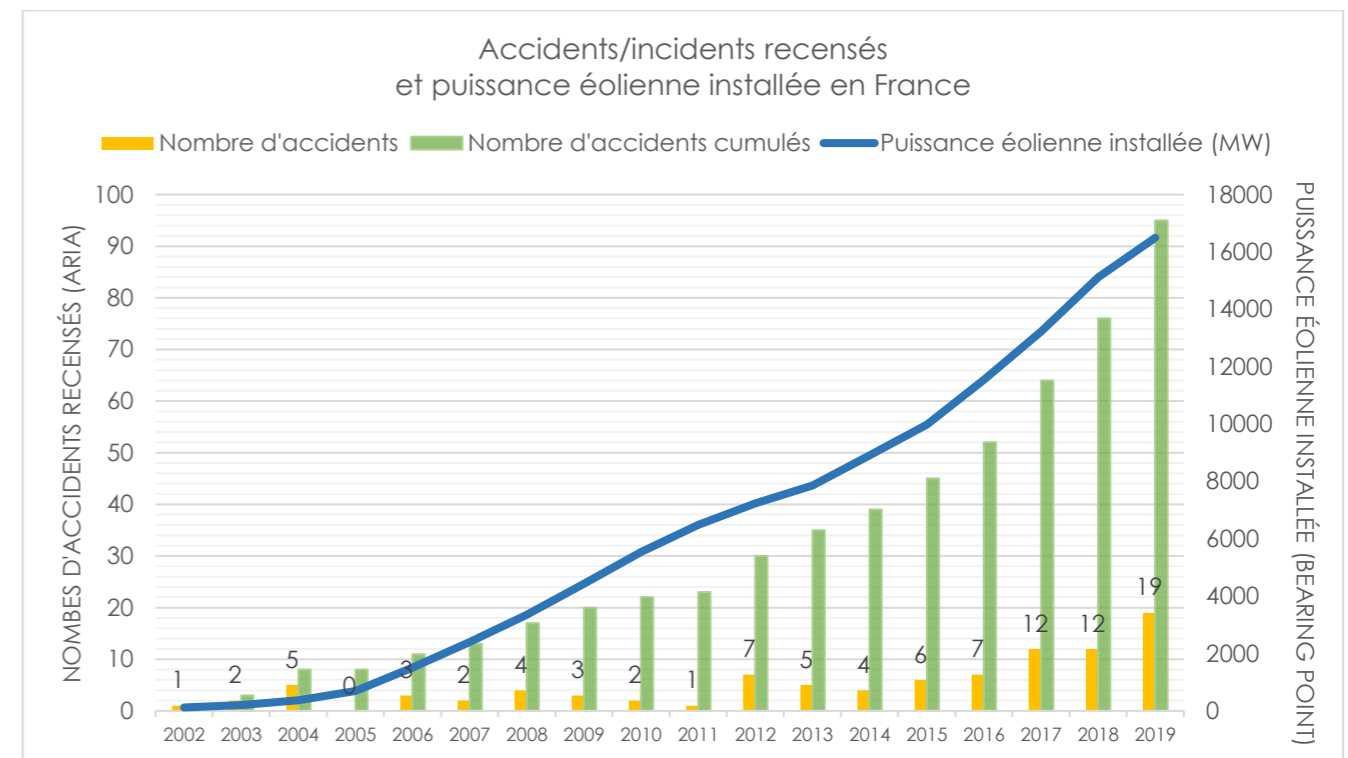


Figure 20 : Le nombre d'accidents éoliens recensés par la base ARIA entre 2002 et 2019 en France (Source : ARIA)

VII.3.2. L'ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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

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

VII.3.3. LES ACCIDENTS/INCIDENTS SURVENUS EN BRETAGNE

D'après la base de données Aria, 12 incidents ou accidents se sont déroulés sur les parcs éoliens en Bretagne de 2004 à 2020 (Cf. Annexe 3).

Deux accidents concernent le département des Côtes d'Armor (22) :

- Chute de pale à Calanhel, en mars 2016,
- Chute de pale à Plémet, en juin 2020.

VII.4. LES LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

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

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

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

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

L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais comportent des incertitudes importantes.

VIII. L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Les outils d'analyse des risques sont nombreux (ex : AMDEC, APR, HAZOP, etc.). La présente étude se base sur l'utilisation de la méthode APR (Analyse Préliminaire des Risques) qui est souple d'utilisation, adaptée et plus facile à mettre en œuvre et à instruire dans le contexte des éoliennes.

VIII.1. L'OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basé 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.

VIII.2. LE RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Comme cela est précisé dans la circulaire du 10 mai 2010, les événements suivants sont exclus de l'analyse des risques :

- La chute de météorite,
- Les séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées,
- Les crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur,
- Les événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur,
- La chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes),
- La 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,
- Les 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.

VIII.3. LE RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes. Par exemple, un séisme peut endommager les fondations d'une éolienne et conduire à son effondrement.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

- les agressions externes liées aux activités humaines ;
- les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

Les tableaux suivants constituent une synthèse des agressions externes identifiées.

VIII.3.1. LES AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Il fournit une estimation des distances minimales séparant chaque aérogénérateur de la source de l'agression potentielle.

Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) seront recensées ici, à l'exception de la présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km.

Tableau 16 : les agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	195 m de la RD 767	220 m de la RD 767	250 m de la RD 4	65 m de la RD 4	395 m de la RD 4	680 m de la RD 4
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Énergie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 km	Absence d'aérodrome dans un rayon de 2 km					
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	La ligne THT la plus proche est située à plus de 3,5 km de l'éolienne E5					

Autres aéro-générateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	500 m	450 m (E2)	450 m (E1)	420 m (E4)	380 m (E5)	480 m (E6)	480 m (E5)

Une installation classée pour l'environnement est présente au sein ou en limite de périmètre d'étude de dangers, il s'agit d'une installation agricole.

La fiche de synthèse sur les accidents et incidents dans les activités d'élevage (source ARIA) permet de caractériser les risques d'agression liés à ce type d'activité. Ainsi sur 2 686 évènements analysés entre 1992 et 2009, ont été recensés :

- 85 % d'incendies,
- 16 % de rejets de matières dangereuses ou polluantes,
- 1,2% d'explosions.

Le risque d'incendie est lié à la présence combinée de matières combustibles en quantité (paille ou fourrage) et de sources d'allumage potentielles (installations électriques inadaptées).

Le risque d'explosion, beaucoup plus anecdotique, est quant à lui lié à la présence de cuves de fuel ou de bouteilles de gaz explosant en réaction à une source de chaleur excessive (incendie).

Ces risques ont une portée relativement limitée et la distance de plusieurs mètres entre le parc éolien et l'installation classée la plus proche est suffisante pour considérer le risque d'agression comme très faible.

Cette activité n'induit donc pas d'évènement redouté, et de danger potentiel, au regard d'une installation éolienne.

La RD 767 et la RD 4 peuvent représenter une sources d'agression externe.

Les agressions externes liées à des inondations ou à des incendies de forêt ou de cultures ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

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

On considère en effet 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.

Aucune agression externe de forte intensité liée aux phénomènes naturels n'est donc recensée.

VIII.3.2. LES AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Tableau 17 : les agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
Séisme	Zone de sismicité 2, soit un risque faible.
Vents et tempête	Sur le site, la vitesse moyenne des vents est de l'ordre de 6 à 7 m/s pour une hauteur de 40 m. Toutefois des phénomènes de tempêtes peuvent avoir lieu ponctuellement et induire des vents très violents.
Foudre	Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km ² /an est de 0,9. Les risques de foudroiement sont donc très faibles.
Glissement de sols/ affaissement miniers	Aucun risque de ce type n'est répertorié sur la zone d'étude

VIII.4. LES SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE GNERIQUE DES RISQUES

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de dangers des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux, l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) permet d'identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

Le tableau ci-dessous présente une 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 (cf.VIII.6. La 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 qualitative de l'intensité de ces événements.

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

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

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

Tableau 18 : Les scénarios génériques d'accidents possibles

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G0 1	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	1
G0 2	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	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
F05	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
F06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Incendie poste de livraison (flux thermiques +	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				Protection et intervention incendie (N°7)	fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	
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	Écoulement 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	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importante sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision	Projection/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
				cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)		
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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

VIII.5. LES EFFETS DOMINOS

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

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

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est donc proposé 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 m.

Aucune installation classée pour l'environnement (ICPE) n'est recensée dans un périmètre de 100 m autour des éoliennes, aucun effet domino n'est donc attendu.

VIII.6. LA MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les barrières de sécurité installées sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées sur les éoliennes.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, les aspects relatifs aux fonctions de sécurité qui seront détaillés sont donc les suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité. Il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : cette colonne 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 colonne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires, pour permettre à l'inspection de comprendre leur fonctionnement
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
 - Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur.
 - Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité. Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;

- une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes ;
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée. En cas de doute sur une mesure de maîtrise des risques, une note de calcul de dimensionnement peut être produite.
- **Test (fréquence)** : Il s'agit ici de reporter les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse doivent être réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Cette information, si elle est connue au moment de la réalisation de l'étude de dangers, pourra être indiquée pour chacune des fonctions de sécurité. 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)** : Il s'agit ici de fournir 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.

Note 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

Note 2 : Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

Tableau 19 : les fonctions de sécurité de l'installation

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

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de projet Éloignement des zones habitées et fréquentées		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement		
Description	/		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage.		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

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

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

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours		
Description	DéTECTEURS de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution		
Description	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; - d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; - de récupérer les déchets absorbés. <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)		
Description	<p>La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne.</p> <p>Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

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

VIII.7. LA CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

À l'issue de l'analyse préliminaire des risques, l'étude de dangers doit préciser quels scénarios sont retenus en vue de l'analyse détaillée des risques.

Dans le cadre de l'APR générique, trois catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité.

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

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

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

Tableau 20 : les catégories de scénarios exclus

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison	En cas d'incendie du poste de livraison, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton des postes de livraison. Il est également noté que la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 Août 2011 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs. Par ailleurs le transformateur est installé dans le mât et une goulotte en acier assure la collecte de toute l'huile du transformateur. Les bacs de rétention d'huile dans les postes et les sous-sols de mâts sont étanches à l'huile.

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

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

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

IX. L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios sélectionnés 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.

IX.1. RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

IX.1.1. LA CINETIQUE

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. La cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

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.

IX.1.2. L'INTENSITE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IX.1.3. LA GRAVITE

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

Tableau 21 : les niveaux de gravité

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
5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
1. Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

Au regard de l'occupation du sol dans le périmètre de l'étude de dangers et des éléments fournis par la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers, il est possible d'estimer une présence humaine de l'ordre de :

- 1 personne par tranche de 100 ha dans les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles),
- 1 personne par tranche de 10 ha dans les terrains aménagés mais très peu fréquentés (voies de communications locales et chemins d'exploitation),
- 2 personnes pour les bâtiments agricoles.

IX.1.4. LA PROBABILITE

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

Tableau 22 : les niveaux de probabilité

Niveau de probabilité	Échelle qualitative	Échelle quantitative (probabilité annuelle)
A	<i>Courant</i> 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	<i>Probable</i> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<i>Improbable</i> 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	<i>Rare</i> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<i>Extrêmement rare</i> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IX.2. LA CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

Dans l'ensemble de l'étude, les valeurs utilisées pour les calculs des zones d'effet sont basées sur les dimensions des éoliennes suivantes.:

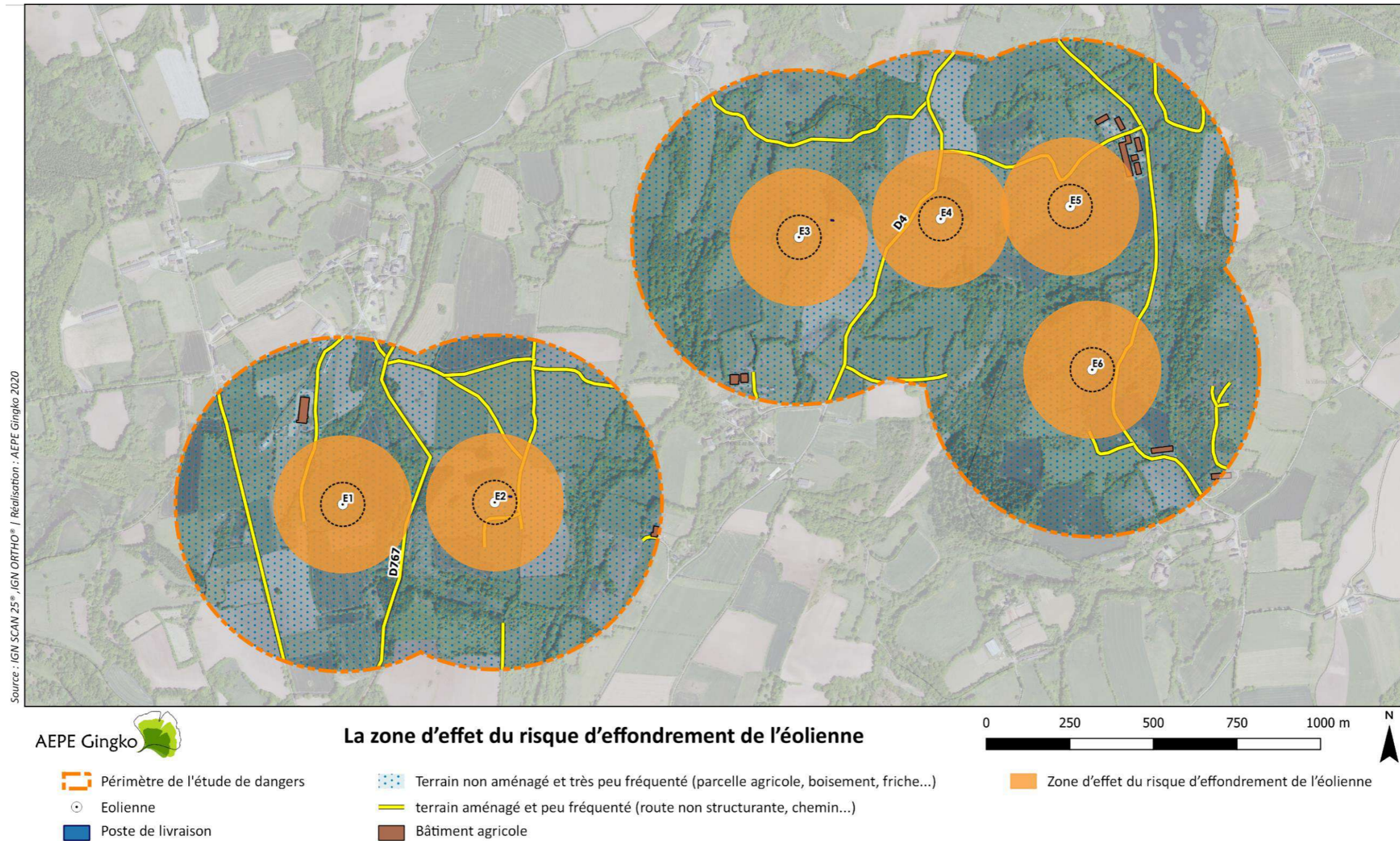
Élément	Mesure
Hauteur Totale (HT)	205 m
Hauteur du mât (H)	139,5 m
Diamètre du rotor (D)	133,3 m
Longueur de pale = 1/2 rotor (R)	65,5 m
Largeur de Base de la pale (LB)	4 m
Largeur de base du mât (L) – E1, E6	4,9 m
Largeur de base du mât (L) – E2, E2, E4 et E5	10 m

IX.2.1. L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

IX.2.1.1. LA ZONE D'EFFET DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

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 205 m dans le cas des éoliennes du parc « Coat Ar Bellegues ».

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



Carte 23 : la zone d'effet du risque d'effondrement de l'éolienne

IX.2.1.2. L'INTENSITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Coat Ar Bellegues. R est la longueur de pale, H la hauteur du mât, la largeur de la base du mât, la largeur de la base de la pale.

Tableau 23 : l'évaluation de l'intensité pour le risque d'effondrement des éoliennes

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à une hauteur totale de l'éolienne)				
Eolienne	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
E1 et E6	$Z_i = H \times L + 3 \times R \times (LB / 2)$ Soit 1 076,55 m ²	$Z_e = \pi \times (H + R)^2$ soit 132 025,43 m ²	$D = Z_i / Z_e$ Soit 0,8%	Exposition modérée
E2, E3, E4 et E5	$Z_i = H \times L + 3 \times R \times (LB / 2)$ Soit 1 788,50 m ²	$Z_e = \pi \times (H + R)^2$ soit 132 025,43 m ²	$D = Z_i / Z_e$ Soit 1,2 %	Exposition forte

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

IX.2.1.3. LA GRAVITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

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

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la zone d'effet est d'environ 13,2 ha par éolienne. Ce chiffre est à mettre en relation avec l'estimation d'une personne pour 100 ha. La fréquentation par éolienne est donc estimée à 0,13 personnes.

Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de communication et chemins d'exploitation), la superficie concernée par le risque d'effondrement est le suivant :

- De 1 260 m² pour l'éolienne 1, soit 0,126 ha,
- De 2 184 m² pour l'éolienne 2, soit 0,218 ha,
- De 0 m² pour l'éolienne 3, soit 0 ha,
- De 1 600 m² pour l'éolienne 4, soit 0,160 ha,
- De 1 312 m² pour l'éolienne 5, soit 0,131 ha,
- De 1 500 m² pour l'éolienne 6, soit 0,150 ha,

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 10 ha. Sur cette base, il est donc possible d'estimer que la présence humaine est très faible et peut être évaluée à « au plus 1 personne exposée » par éolienne.

- soit 0,0126 équivalent personnes permanentes pour E1 ;
- soit 0,0218 équivalent personnes permanentes pour E2 ;
- soit 0 équivalent personnes permanentes pour E3 ;
- soit 0,0160 équivalent personnes permanentes pour E4 ;
- soit 0,0131 équivalent personnes permanentes pour E5 ;
- soit 0,0150 équivalent personnes permanentes pour E6 ;

Un bâtiment agricole se situe dans la zone d'effet du risque d'effondrement de l'éolienne E5. Il est possible d'estimer la présence humaine dans ce bâtiment à 2 personnes.

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque d'effondrement pour chaque éolienne.

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Industries / activités / Bâtiments agricoles	Total
E1	0,132	0,0126	0	0	0	0,1446
E2	0,132	0,0218	0	0	0	0,1538
E3	0,132	0	0	0	0	0,132
E4	0,132	0,0160	0	0	0	0,148
E5	0,132	0,0131	0	0	2	2,1451
E6	0,132	0,0150	0	0	0	0,147

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est de « au plus 1 personne exposée » autour des éoliennes E1 E2 et E3, E4 et E6 et de « moins de 10 personnes exposées » autour de l'éolienne E5.

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

Tableau 24 : l'évaluation de la gravité du risque d'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à une hauteur totale de l'éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,1446	Sérieux
E2	0,1538	Sérieux
E3	0,132	Sérieux

E4	0,148	Sérieux
E5	2,1451	Important
E6	0,147	Sérieux

IX.2.1.4. LA PROBABILITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

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'expérience⁵, 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 pour ce type d'événement.

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

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

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

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

Il est donc 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 ».

IX.2.1.5. L'ACCEPTABILITE DE L'EFFONDREMENT D'UNE EOLIENNE

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc de Coat Ar Bellegues, 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)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Sérieux	Acceptable
E5	Important	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Coat Ar Bellegues », le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

IX.2.2. LA CHUTE DE GLACE

IX.2.2.1. CONSIDERATIONS GENERALES

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

Selon l'étude WECO [15], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est 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. Les données issues de la station météorologique de Rostrenen indiquent en moyenne environ 2 jours par an de forte gelée (température inférieure à -5°C)

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.

IX.2.2.2. LA ZONE D'EFFET DE LA CHUTE DE GLACE

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien « Coat Ar Bellegues », la zone d'effet a donc un rayon de 65,5 m. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

IX.2.2.3. L'INTENSITE DE LA CHUTE DE GLACE

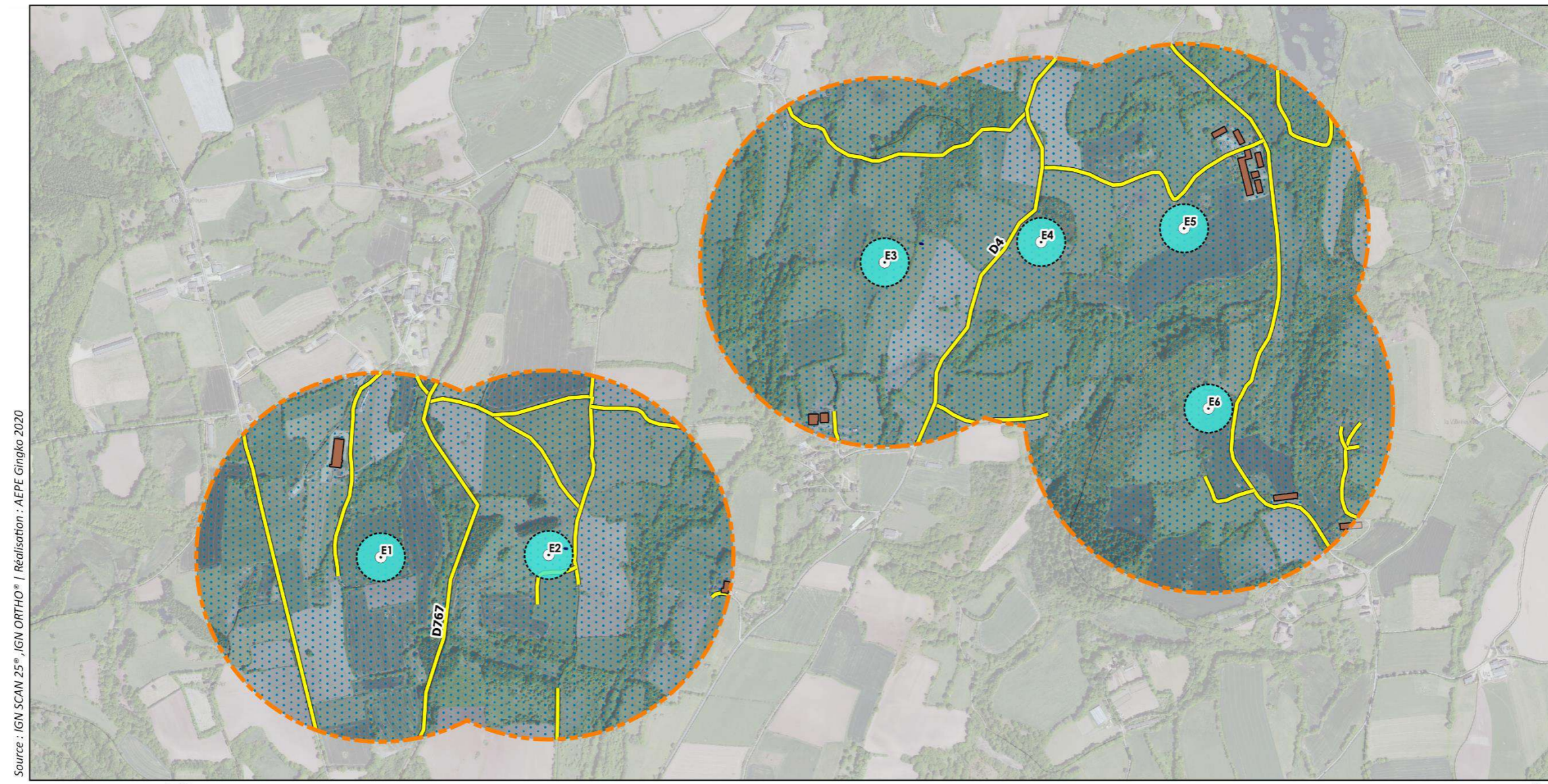
Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

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

Tableau 25 : l'évaluation de l'intensité du risque de chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à une longueur de pale)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ Soit 1 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ Soit 13 471 m ²	$D = Z_I / Z_E$ Soit 0,007 % (< 1 %)	Exposition modérée

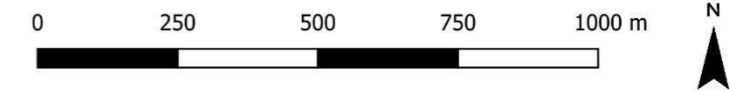
L'intensité est nulle hors de la zone de survol.



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020



La zone d'effet du risque de chute de glace



- Périimètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole
- Zone d'effet du risque de chute de glace

Carte 24 : la zone d'effet du risque de chute de glace

IX.2.2.4. LA GRAVITE DE LA CHUTE DE GLACE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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.

La zone d'effet concerne :

- des terrains non aménagés et très peu fréquentés. Elle est de l'ordre de 1,34 ha par éolienne.
- des terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de communication et chemins d'exploitation). La superficie concernée par le risque de chute de glace sur ce type de terrains ne concerne que l'éolienne E2, de l'ordre de 320 m².

La zone d'effet est nettement inférieure à 100 ha par éolienne, il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « inférieure à 1 personne ».

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de chute de glace pour chaque éolienne.

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Industries / activités	Total
E1	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E2	0,0013	0,0032	0	0	0	0,0045
E3	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E4	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E5	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E6	0,0013	0	0	0	0	0,0013

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « inférieure à « une personne » autour des 6 éoliennes.

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.

Tableau 26 : l'évaluation de la gravité du risque de chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à une longueur de pale)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,0013	Modéré
E2	0,0045	Modéré
E3	0,0013	Modéré
E4	0,0013	Modéré
E5	0,0013	Modéré

E6	0,0013	Modéré
----	--------	--------

IX.2.2.5. LA PROBABILITE DE LA CHUTE DE GLACE

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

IX.2.2.6. L'ACCEPTABILITE DE LA CHUTE DE GLACE

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

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à une longueur de pale)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Coat Ar Bellegues », le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

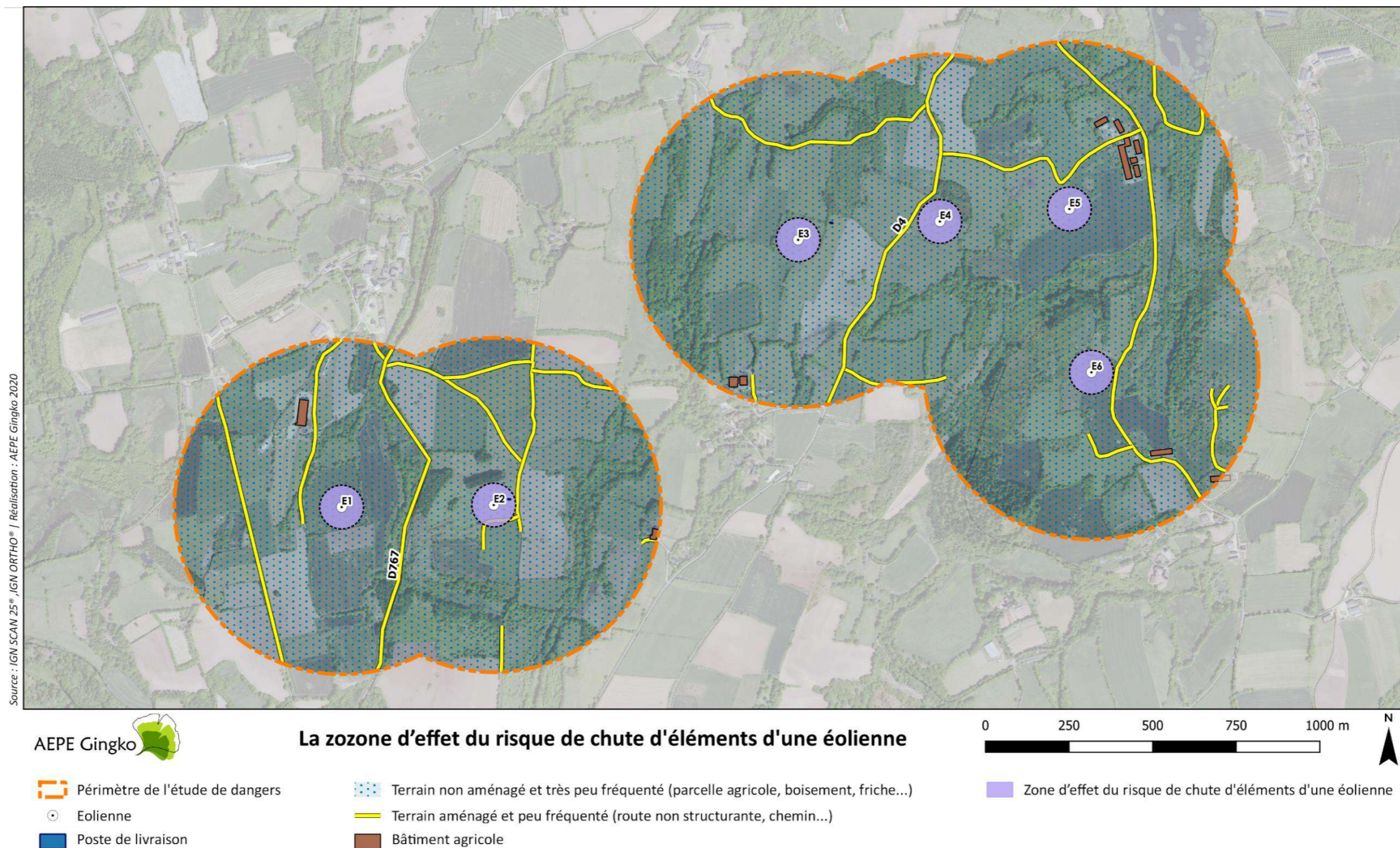
Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur,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

IX.2.3. LA CHUTE D'ÉLEMENTS D'UNE ÉOLIENNE

IX.2.3.1. LA ZONE D'EFFET DE LA CHUTE D'ÉLEMENTS D'UNE ÉOLIENNE

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 (65,5 m).



Carte 25 : la zone d'effet du risque de chute d'éléments

IX.2.3.2. L'INTENSITE DE LA CHUTE D'ELEMENTS D'UNE EOLIENNE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Coat Ar Bellegues ». D est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale (R = 65,5 m) et LB la largeur de la base de la pale (LB = 4 m).

Tableau 27 : l'évaluation de l'intensité du risque de chute d'éléments de l'éolienne

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 65,5 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = R \times LB / 2$ Soit 131 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ Soit 13 478 m ²	$D = Z_I / Z_E$ Soit 0,0097 % (<1 %)	Exposition modérée

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

IX.2.3.3. LA GRAVITE DE LA CHUTE D'ELEMENTS D'UNE EOLIENNE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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.

La zone d'effet concerne :

- des terrains non aménagés et très peu fréquentés. Elle est de l'ordre de 1,34 ha par éolienne.
- des terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de communication et chemins d'exploitation). La superficie concernée par le risque de chute de glace sur ce type de terrains ne concerne que l'éolienne E2, de l'ordre de 320 m².

La zone d'effet est nettement inférieure à 100 ha par éolienne, il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « inférieure à 1 personne ».

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de chute d'éléments pour chaque éolienne.

Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)					
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Industries / activités	Total
E1	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E2	0,0013	0,0032	0	0	0	0,0045
E3	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E4	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E5	0,0013	0	0	0	0	0,0013
E6	0,0013	0	0	0	0	0,0013

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « inférieure à « une personne » autour des 6 éoliennes.

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

Tableau 28 : l'évaluation de la gravité du risque de chute d'éléments d'une éolienne

Éolienne	Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à une longueur de pale)	
	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,0013	Modéré
E2	0,0045	Modéré
E3	0,0013	Modéré
E4	0,0013	Modéré
E5	0,0013	Modéré
E6	0,0013	Modéré

IX.2.3.4. LA PROBABILITE DE LA CHUTE D'ELEMENTS D'UNE EOLIENNE

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

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47 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.

IX.2.3.5. L'ACCEPTABILITE DE LA CHUTE D'ELEMENTS D'UNE EOLIENNE

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

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à une longueur de pale)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Coat Ar Bellegues », le phénomène de chute d'éléments d'une éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

IX.2.4. LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

IX.2.4.1. LA ZONE D'EFFET DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe 2, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 m 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] (cf. référence en annexe 6). Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 m, en particulier les études [5] et [6].

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 m 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.

IX.2.4.2. L'INTENSITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien « Coat Ar Bellegues ». D est le degré d'exposition, Zi la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale (R = 65,5 m), LB la largeur de la base de la pale (LB = 4 m) et r le rayon de projection maximale (r = 500m).

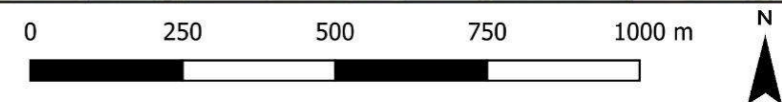
Tableau 29 : l'évaluation de l'intensité du risque de projection de pale ou de fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \times LB / 2$ Soit 131 m ²	$Z_E = \pi \times r^2$ Soit 785 000 m ²	$D = Z_i / Z_E$ Soit 0,02 % (< 1 %)	Exposition modérée

Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® | Réalisation : AEPE Gingko 2020



La zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragment de pale



- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- Terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole
- Zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragment de pale

Carte 26 : la zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragment de pale

IX.2.4.3. LA GRAVITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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.

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la zone d'effet est d'environ 78,5 ha par éolienne. Ce chiffre est à mettre en relation avec l'estimation d'une personne pour 100 ha. Cela signifie que l'on peut estimer la présence d'un équivalent de 0,785 personnes concernées par éolienne.

Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de communication et chemins d'exploitation), la superficie concernée par le risque de projection de pales ou de fragments de pales est la suivante :

- De 1,173 ha pour l'éolienne 1,
- De 1,110 ha pour l'éolienne 2,
- De 0,704 ha pour l'éolienne 3,
- De 0,878 ha pour l'éolienne 4,
- De 1,03 ha pour l'éolienne 5,
- De 0,165 ha pour l'éolienne 6,

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 10 ha.

Des bâtiments agricoles se situent dans les zone d'effet du risque de projection de pales ou de fragments de pales des éoliennes E1, E2, E3, E5 et E6. Il est possible d'estimer la présence humaine dans ces bâtiments à 2 personnes.

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragment de pale pour chaque éolienne.

Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)					Total
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Industries / activités / bâtiments agricoles	
E1	0,785	0,1173	0	0	2	2,9023
E2	0,785	0,111	0	0	2	2,896
E3	0,785	0,0704	0	0	2	2,8554
E4	0,785	0,0878	0	0	0	0,8728
E5	0,785	0,103	0	0	2	2,888
E6	0,785	0,0165	0	0	2	2,8015

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est de « Moins de 10 personnes exposées » autour des 6 éoliennes.

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

Tableau 30 : l'évaluation de la gravité du risque de projection de pale ou de fragment de pale

Projection de pale ou de fragment de pale (dans un rayon de 500m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	2,9023	Sérieux
E2	2,896	Sérieux
E3	2,8554	Sérieux
E4	0,8728	Modéré
E5	2,888	Sérieux
E6	2,8015	Sérieux

IX.2.4.4. LA PROBABILITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

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

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

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

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

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

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

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

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre,

- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique,
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

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

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

IX.2.4.5. L'ACCEPTABILITE DE LA PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc « Coat Ar Bellegues », 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)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Sérieux	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

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

IX.2.5. LA PROJECTION DE GLACE

IX.2.5.1. LA ZONE D'EFFET DE LA PROJECTION DE GLACE

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

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

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

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17]. À défaut de données fiables, les études menées par l'INERIS dans le cadre de l'élaboration d'une étude de dangers commune validée par la Direction Générale de la Prévention des Risques proposent de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

Concernant le parc éolien « Coat Ar Bellegues », la distance d'effet est donc évaluée à un rayon de 409,2 m autour des éoliennes.

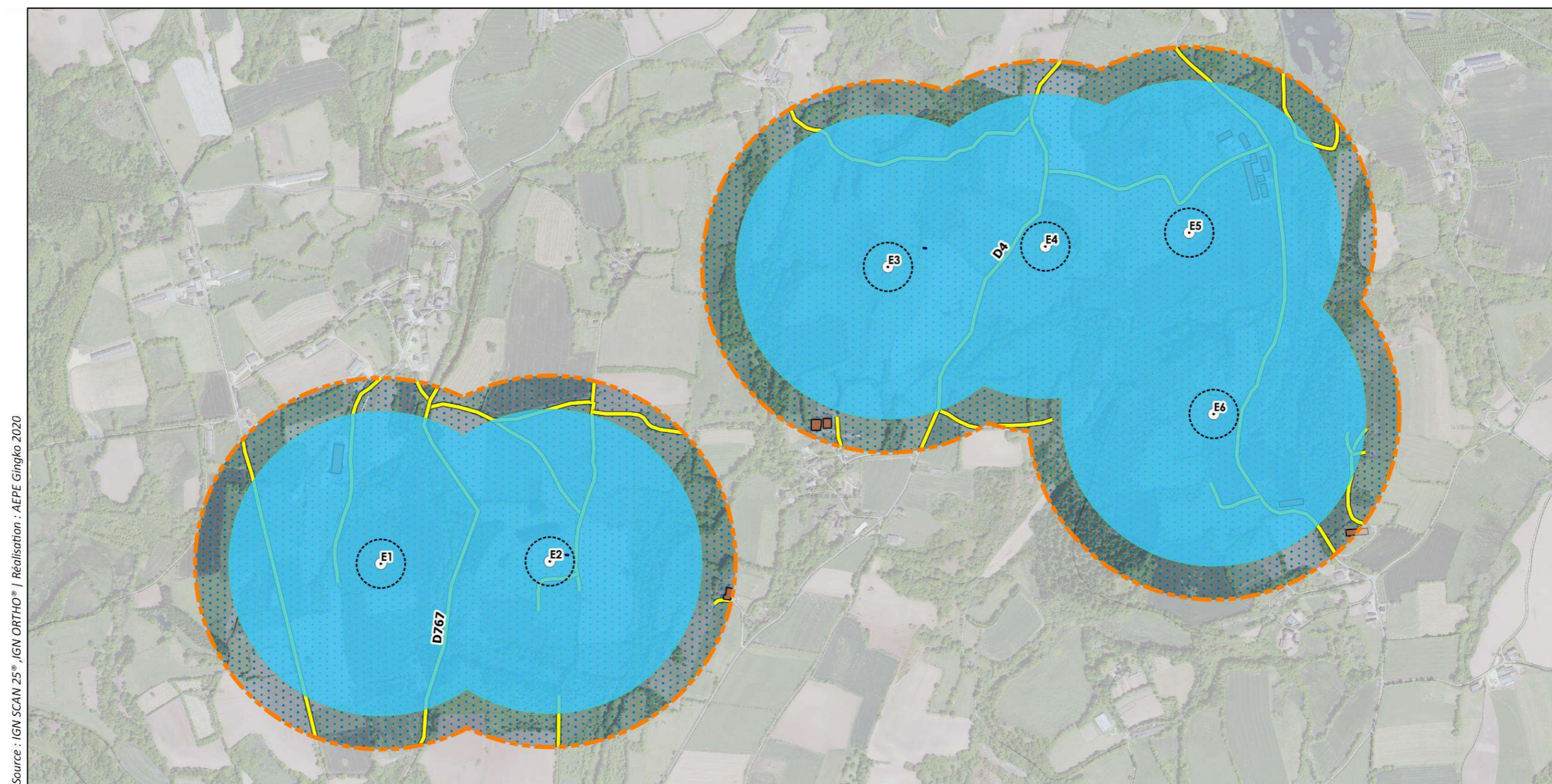
IX.2.5.2. L'INTENSITE DE LA PROJECTION DE GLACE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien « Coat Ar Bellegues ». D est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 65,5 m), H la hauteur au moyeu (H = 139,5 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Tableau 31 : l'évaluation de l'intensité du risque de projection de morceaux de glace pour les éoliennes

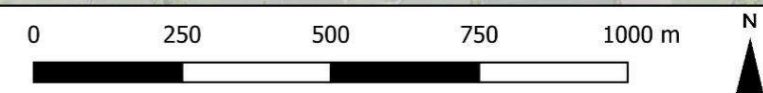
Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 409,2 m autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Z _i = SG soit 1 m ²	Z _E = π x (1,5 x (H + 2 x R)) ² Soit 525 776 m ²	D = Z _i / Z _E Soit 0,0002 % (< 1 %)	Exposition modérée



Source : IGN SCAM 25®, IGN ORTHO® / Réalisation : AEPE Gingko 2020



La zone d'effet des risques de projection de glace



- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- Terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole
- Zone d'effet des risques de projection de glace

Carte 27 : la zone d'effet des risques de projection de glace

IX.2.5.3. LA GRAVITE DE LA PROJECTION DE GLACE

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, 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.

Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la zone d'effet est d'environ 52,5 ha par éolienne. Ce chiffre est à mettre en relation avec l'estimation d'une personne pour 100 ha. Cela signifie que l'on peut estimer la présence d'un équivalent de 0,525 personnes concernées par éolienne

Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de communication et chemins d'exploitation),

La superficie de chaque éolienne concernée par le risque de projection de glace est la suivante :

- De 0,760 ha pour l'éolienne 1,
- De 0,691 ha pour l'éolienne 2,
- De 0,422 ha pour l'éolienne 3,
- De 0,637 ha pour l'éolienne 4,
- De 0,648 ha pour l'éolienne 5,
- De 0,120 ha pour l'éolienne 6.

Pour ces terrains, la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relatives aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers recommande d'estimer la fréquentation à 1 personne par 10 ha. Ainsi, en fonction des éoliennes l'équivalent de personnes concernées par ce risque varie entre :

- De 0,076 équivalent personnes pour l'éolienne 1,
- De 0,069 équivalent personnes pour l'éolienne 2,
- De 0,042 équivalent personnes pour l'éolienne 3,
- De 0,064 équivalent personnes pour l'éolienne 4,
- De 0,068 équivalent personnes pour l'éolienne 5,
- De 0,012 équivalent personnes pour l'éolienne 6.

Il est donc possible d'estimer, au regard de ces éléments, que la présence humaine est « inférieure à une personne » par éolienne.

Des bâtiments agricoles se situent dans les zone d'effet du risque de projection de pales ou de fragments de pales des éoliennes E1 et E6. Il est possible d'estimer la présence humaine dans ces bâtiments à 2 personnes.

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de projection de glace pour chaque éolienne.

Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)						
Éolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	Terrains aménagés mais peu fréquentés	Voies automobiles	Habitations (Garages, hangars)	Industries / activités / bâtiments agricoles	Total
E1	0,525	0,076	0	0	2	2,601
E2	0,525	0,069	0	0	0	0,594
E3	0,525	0,042	0	0	0	0,567
E4	0,525	0,064	0	0	0	0,589
E5	0,525	0,068	0	0	0	0,593
E6	0,525	0,012	0	0	2	2,537

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « inférieure à une personne » autour des éoliennes E2, E3, E4 et E5, et de « moins de 10 personnes exposées » autour des éoliennes E1 et E6.

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

Tableau 32 : l'évaluation de la gravité du risque de projection de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 409,2 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	2,601	Sérieux
E2	0,594	Modéré
E3	0,567	Modéré
E4	0,589	Modéré
E5	0,593	Modéré
E6	2,537	Sérieux

IX.2.5.4. LA PROBABILITE DE LA PROJECTION DE GLACE

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

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

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

IX.2.5.5. L'ACCEPTABILITE DE LA PROJECTION DE GLACE

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

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

Projection de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 402,45$ m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Sérieux	Acceptable

Ainsi, pour le parc éolien « Coat Ar Bellegues », le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

IX.3. LA SYNTHÈSE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

IX.3.1. LE TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SCENARIOS ETUDIES

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. Il concerne les 6 éoliennes du parc « Coat Ar Bellegues » qui présentent un même profil de risque.

Tableau 33 : la synthèse de l'évaluation des risques étudiés

Scénario	Zone d'effet	Éolienne	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Sc1 Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 205 m	E1 et E6	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux
		E2, E3 et E4		Exposition forte		Sérieux
		E5		Exposition forte		Important
Sc2 Chute de glace	Zone de survol soit un rayon de 65,5 m	Toutes	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré
Sc3 Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol soit un rayon de 65,5 m	Toutes	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré
Sc4 Projection de pales ou de fragments de pales	Rayon de 500 m autour des éoliennes	E1, E2, E3, E5 et E6	Rapide	Exposition modérée	D	Sérieux
		E4	Rapide	Exposition modérée	D	Modéré
Sc5 Projection de glace	Rayon de 409,2 m autour des éoliennes	E1 et E6	Rapide	Exposition modérée	B	Sérieux
		E2, E3, E4 et E5				Modéré

IX.3.2. L'ACCEPTABILITE DES RISQUES

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

		Classe de Probabilité Faible ↔ Forte				
		E	D	C	B	A
Classe de gravité Faible ↔ Forte	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important		Sc1 (E5)			
	Sérieux		Sc1 (E1, E2, E3, E4 et E6) Sc4 (E1, E2, E3, E5 et E6)		Sc5 (E1 et E6)	
	Modéré			Sc3	Sc5 (E2, E3, E4 et E5)	Sc2

Légende de la matrice :

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée qu'aucun scénario d'accident n'est jugé inacceptable.

- Quatre scénarios d'accident pour certaines sont concernés par des risques très faibles (cases vertes) : il s'agit des risques d'effondrement d'une éolienne, de chute d'éléments de l'éolienne, de projection de pales et fragments de pales, de projection de glace. Ils ne nécessitent pas de mesures de maîtrise des risques.
- Trois scénarios d'accident pour certaines induisent un risque faible (case jaune). Il s'agit des risques d'effondrement d'une éolienne, de chute de glace et de projection de glace. Il nécessite la mise en œuvre de mesures de maîtrise des risques.

Tous les scénarios d'accident liés aux installations du projet éolien « Coat Ar Bellegues » engendrent un risque jugé acceptable. Pour les scénarios présentant un niveau de risque très faible, aucune mesure n'est nécessaire. Pour les scénarios d'effondrement d'éolienne, de chute de glace et de projection de glace, présentant un niveau de risque faible, des mesures de maîtrise des risques seront mises en place.

IX.3.3. LA CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE DES RISQUES

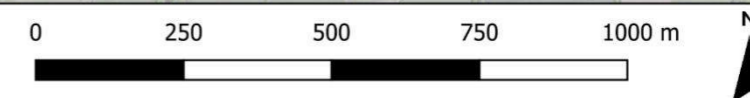
La carte ci-après permet d'illustrer le niveau de risque calculé à partir des différents scénarios envisagés, sachant qu'aucun risque important n'a été recensé :



Source : IGN SCAN 25®, IGN ORTHO® / Réalisation : AEPE Gingko 2020



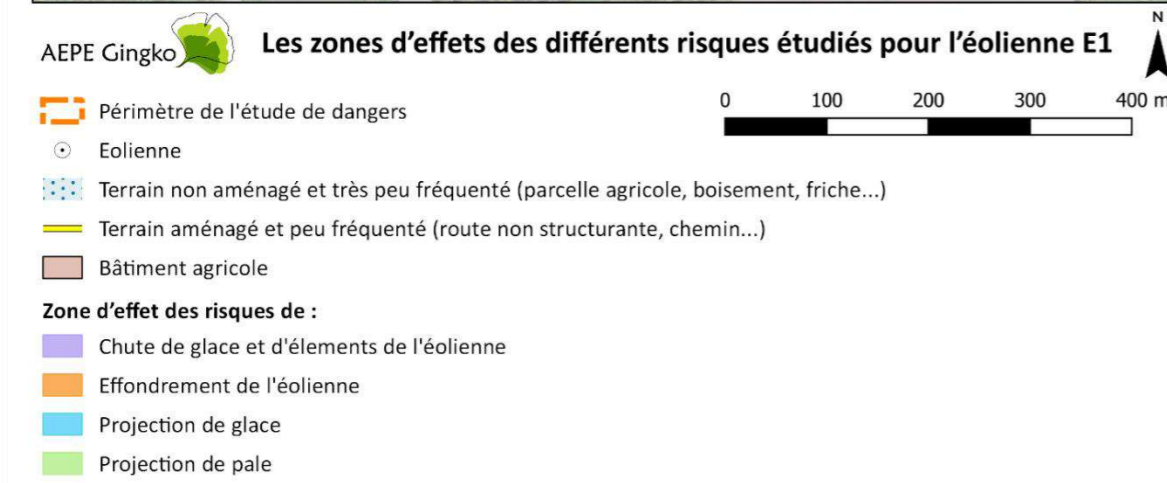
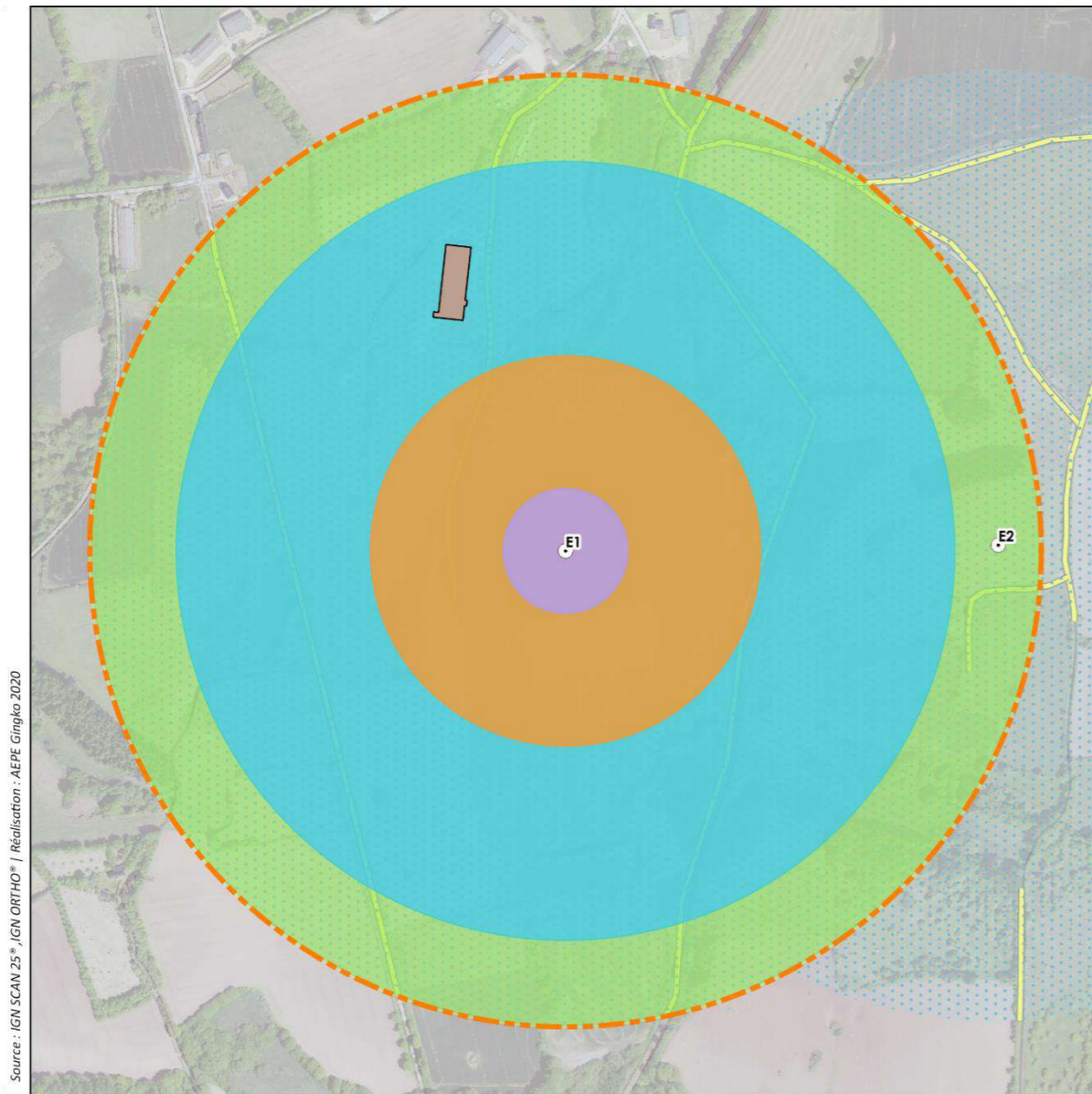
La synthèse des risques du projet de parc éolien



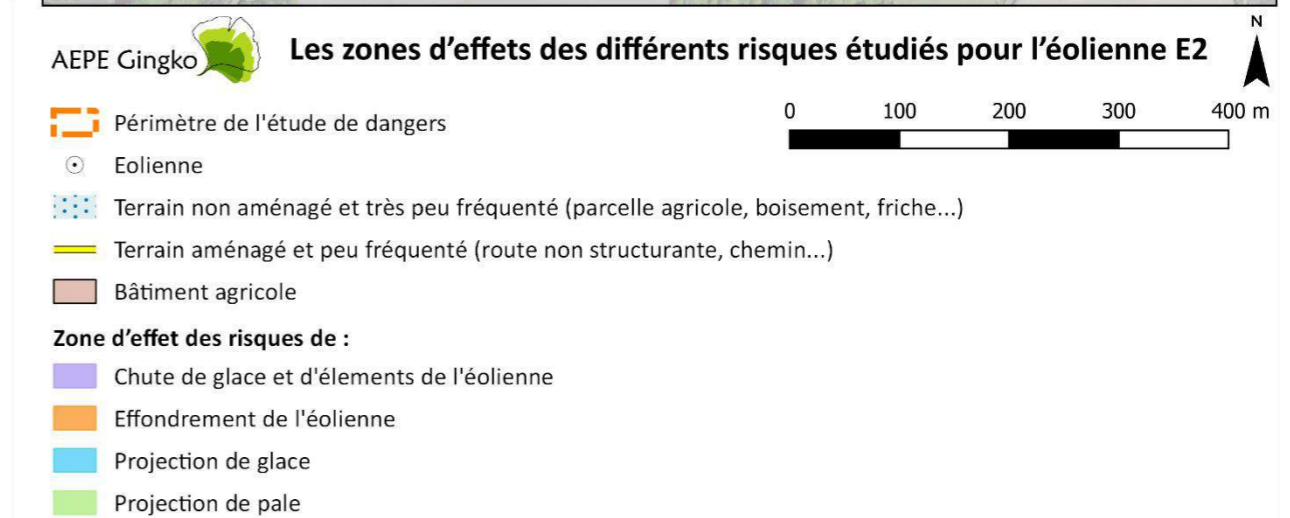
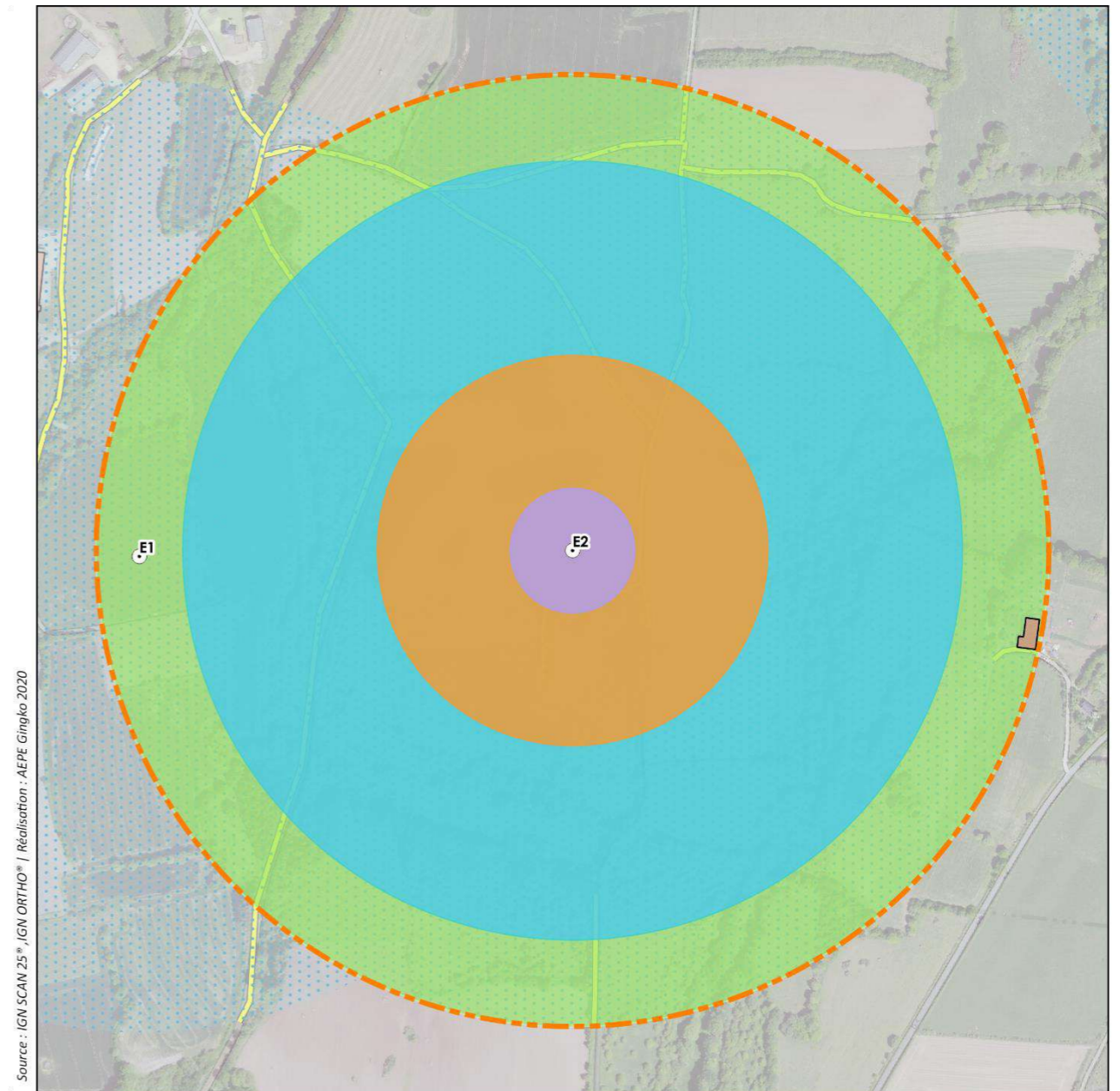
- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- Terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole
- Risque faible
- Risque très faible

Carte 28 : la synthèse des risques du projet de parc éolien

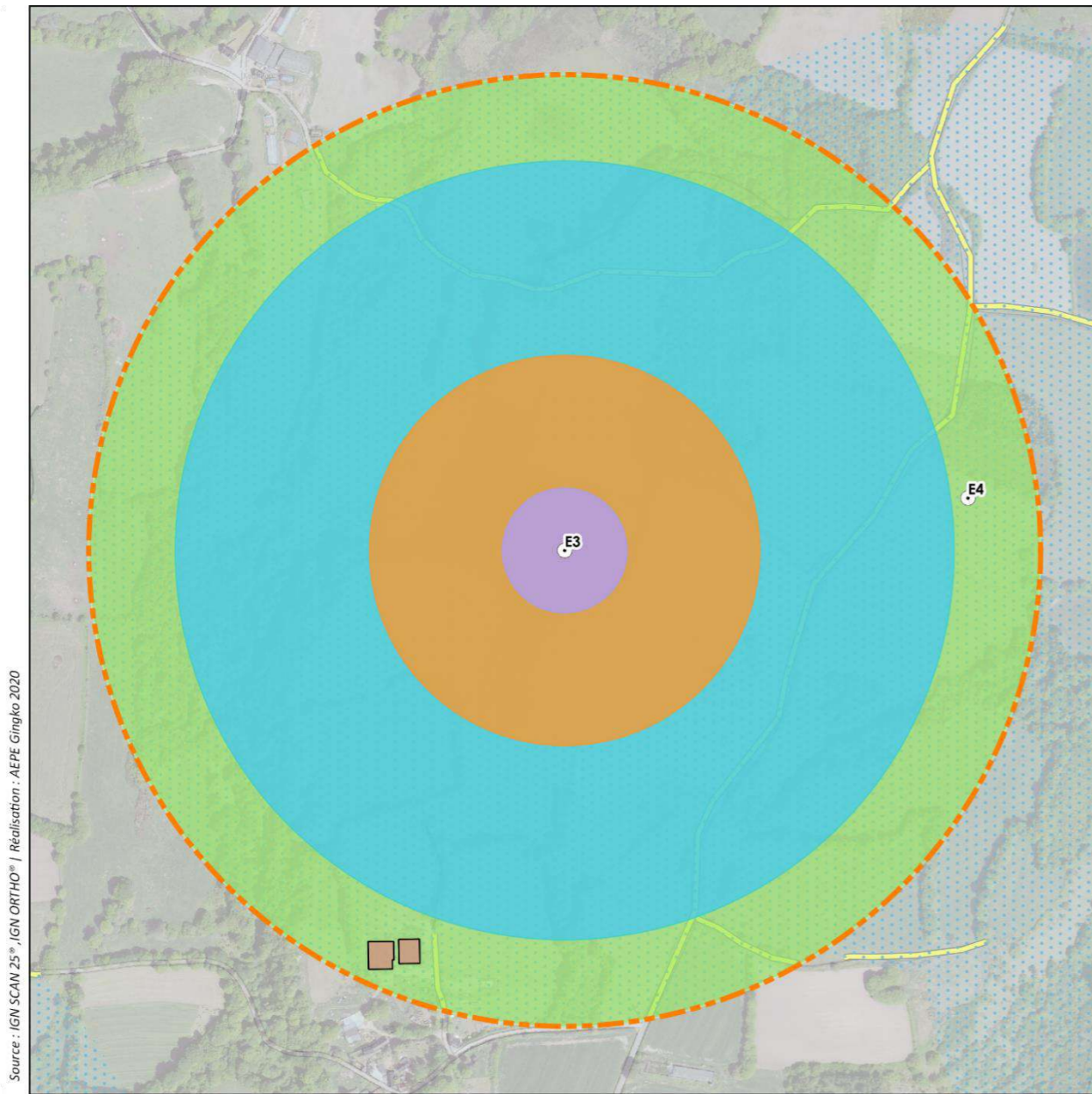
Les cartes ci-après permettent de visualiser plus précisément les zones d'effets et les risques liés aux différents scénarios de risques envisagés pour chaque éolienne du projet « Coat Ar Bellegues ».



Carte 29 : les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E1



Carte 30 : les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E2



AEPE Gingko **Les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E3**

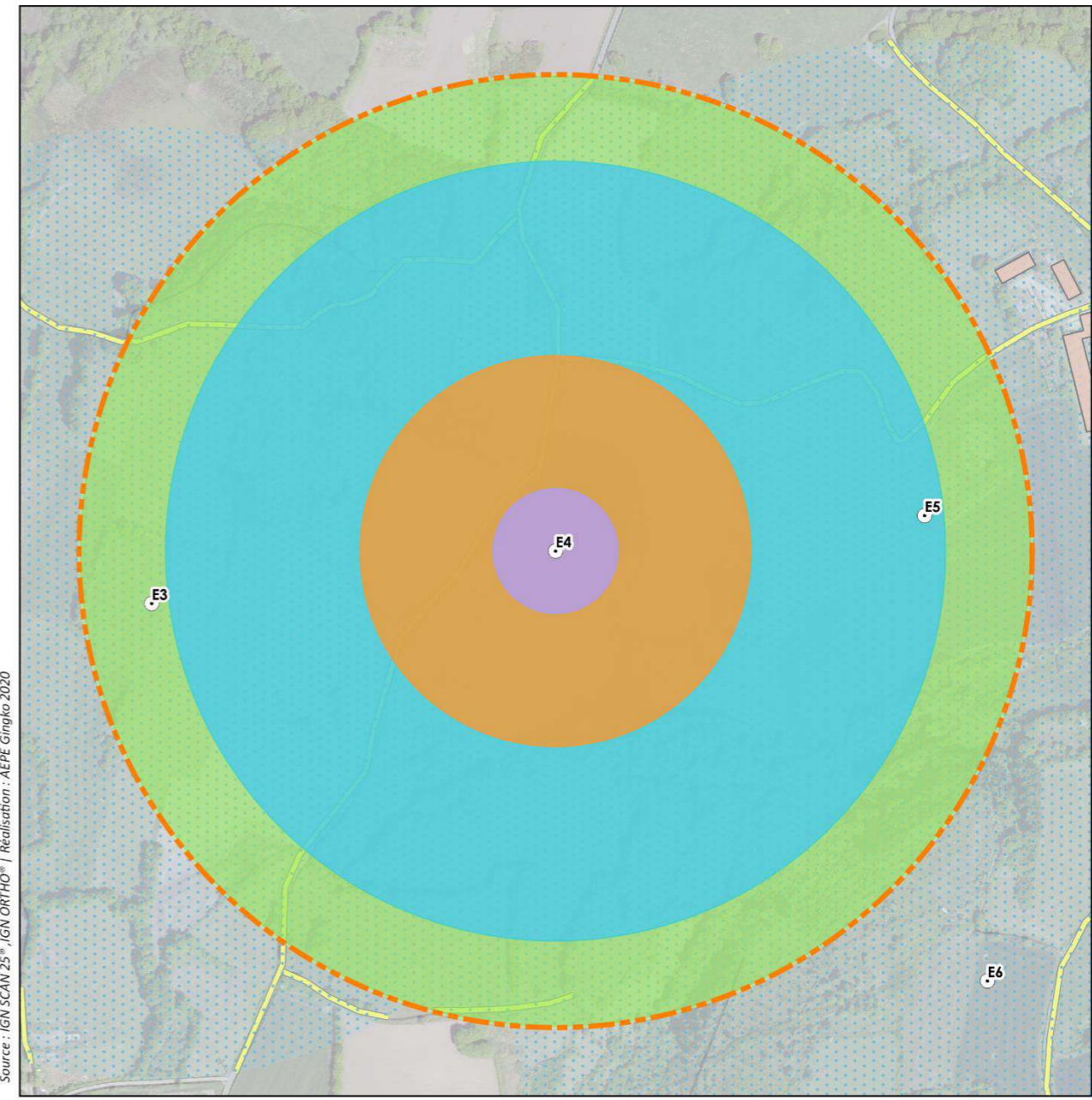
0 100 200 300 400 m

- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- Terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole

Zone d'effet des risques de :

- Chute de glace et d'éléments de l'éolienne
- Effondrement de l'éolienne
- Projection de glace
- Projection de pale

Carte 31 : les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E3



AEPE Gingko **Les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E4**

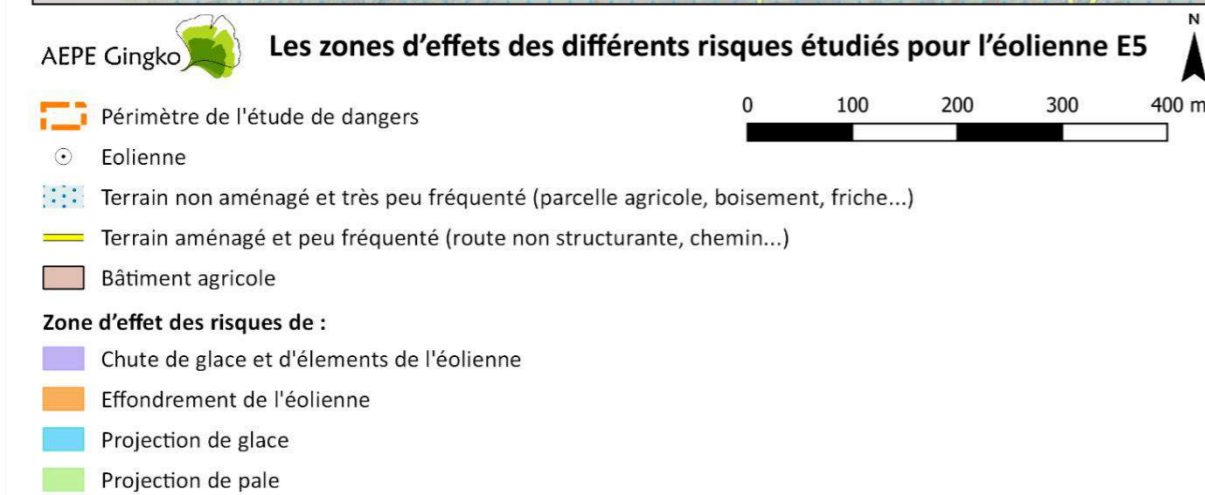
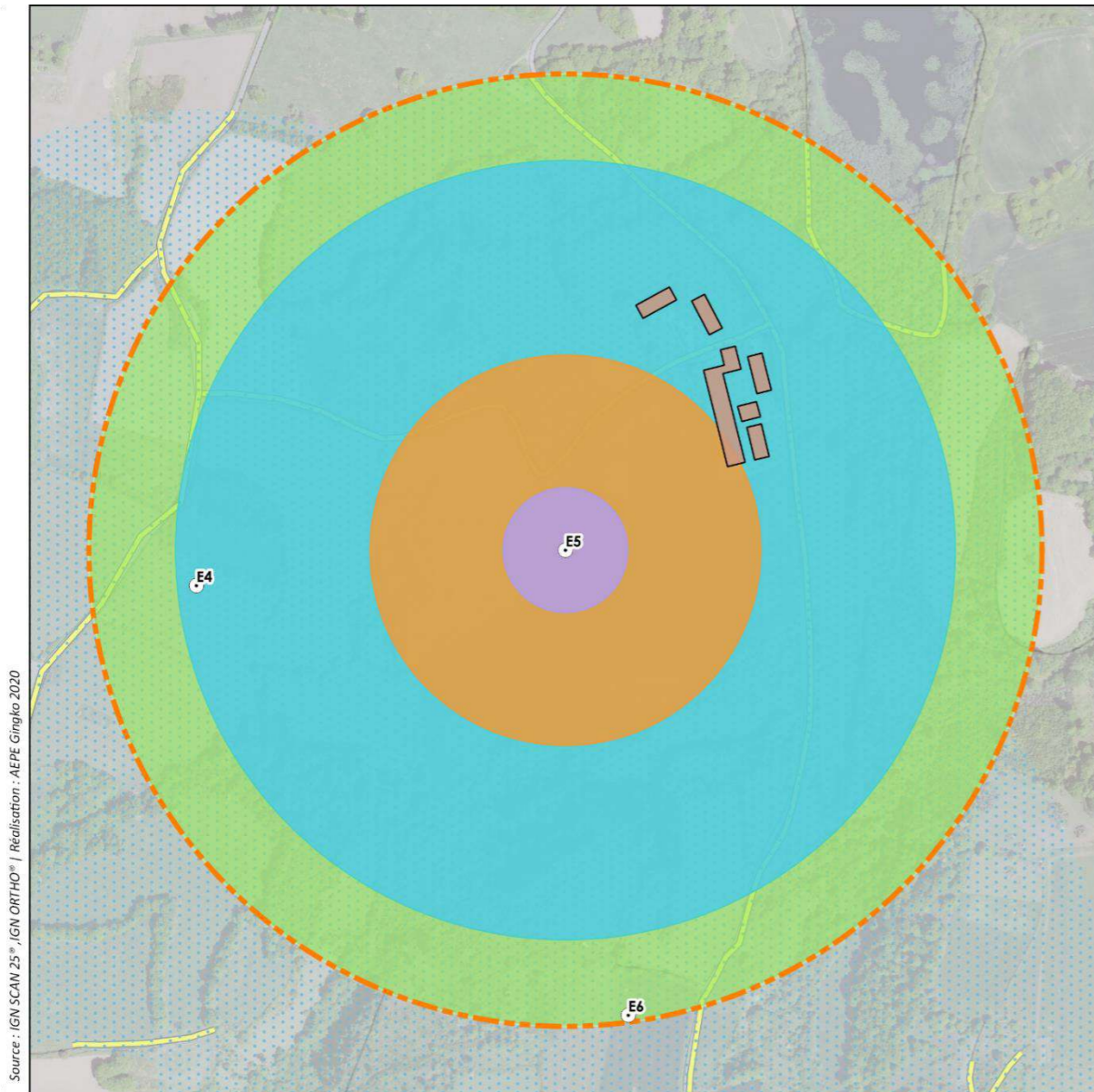
0 100 200 300 400 m

- Périmètre de l'étude de dangers
- Eolienne
- Terrain non aménagé et très peu fréquenté (parcelle agricole, boisement, friche...)
- Terrain aménagé et peu fréquenté (route non structurante, chemin...)
- Bâtiment agricole

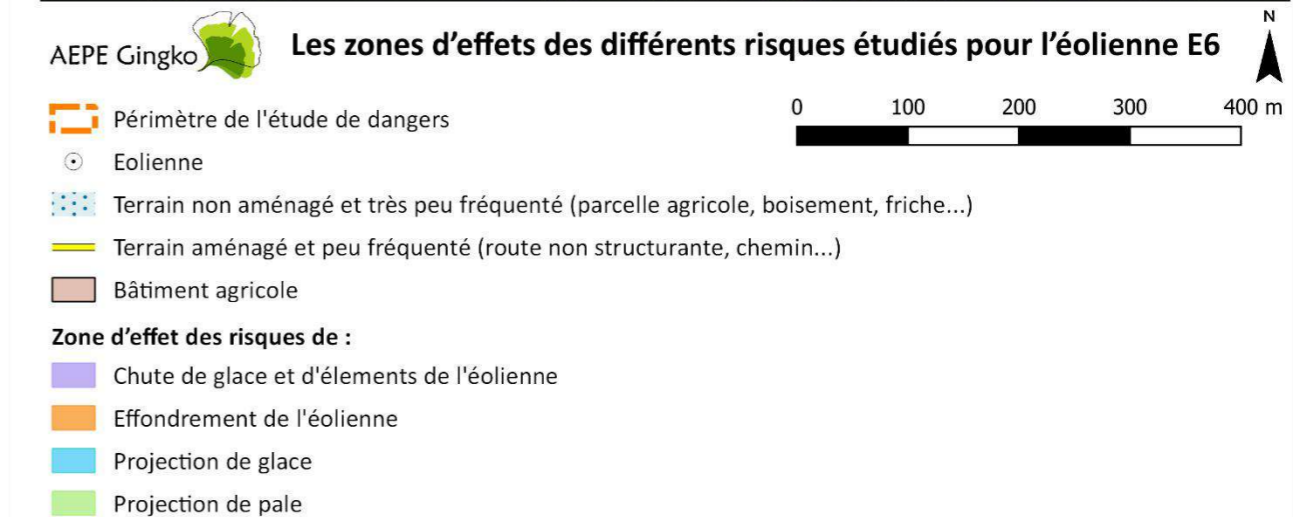
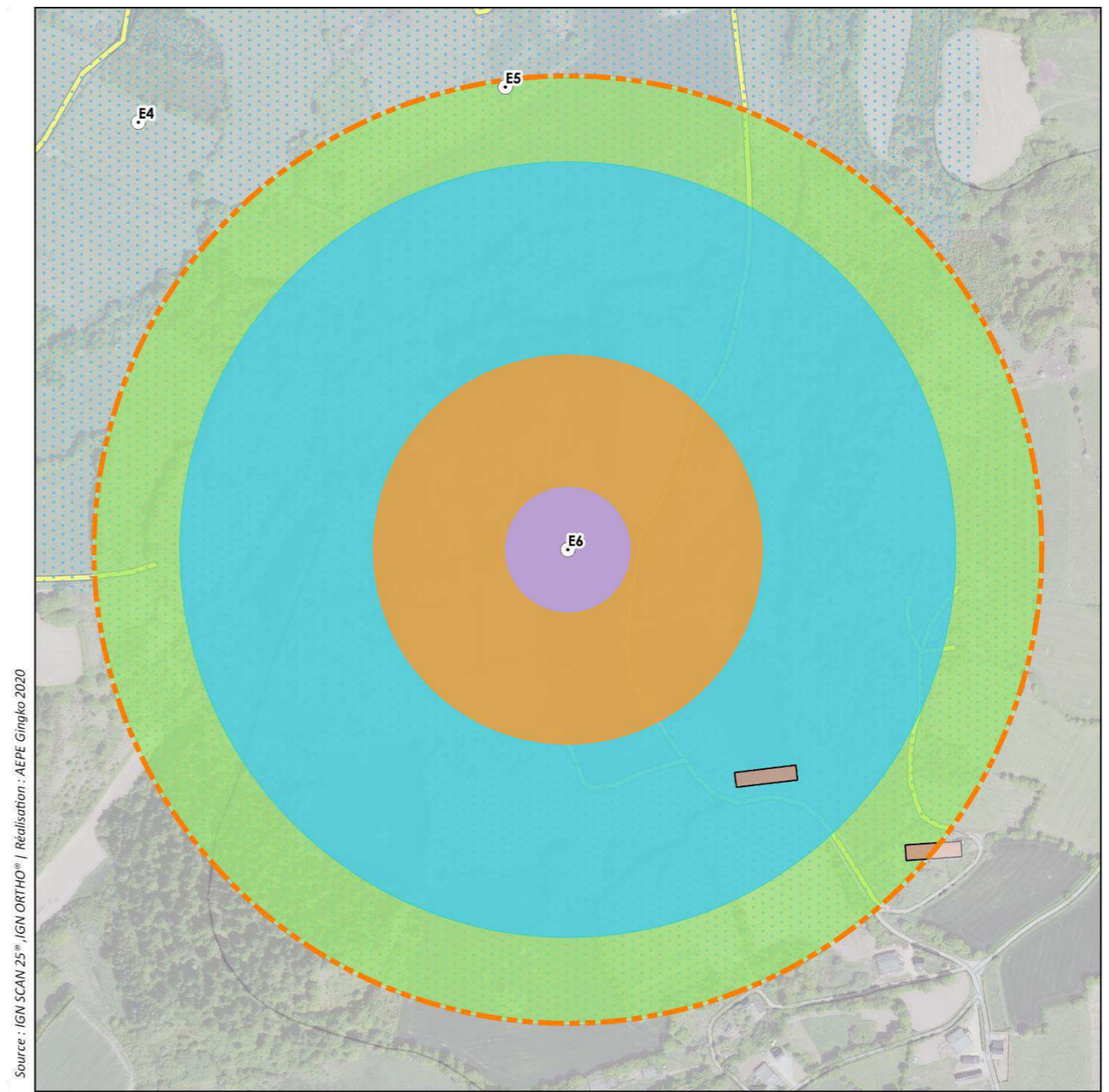
Zone d'effet des risques de :

- Chute de glace et d'éléments de l'éolienne
- Effondrement de l'éolienne
- Projection de glace
- Projection de pale

Carte 32 : les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E4



Carte 33 : les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E5



Carte 34 : les zones d'effets des différents risques étudiés pour l'éolienne E6

IX.4. LES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

Pour les scénarios d'accidents, dont le niveau de risque a été jugé comme faible, il convient de souligner que les fonctions de sécurité et de maîtrise des risques suivantes seront prises. Dans le cas du présent projet, ces mesures concernent le risque d'effondrement de l'éolienne E5, le risque de chute de glace pour toutes les éoliennes et le risque de projection de glace pour les éoliennes E1 et E6.

Les mesures suivantes sont proposées.

La maîtrise du risque lié à la chute de glace

Les mesures de maîtrise des risques, présentées dans le tableau ci-dessous, seront prises dans le cadre de l'exploitation du parc éolien afin de limiter le risque de chute de glace.

Tableau 34 : les mesures de maîtrise du risque de chute de glace

Évènement initiateur	Évènement intermédiaire	N° fonction de sécurité	Description de la mesure de maîtrise de risque (MMR)
Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	2	Panneautage en pied de projet Éloignement des zones habitées et fréquentées



Figure 21 : un exemple de panneau de prévention des risques sur un parc éolien

Les mesures de maîtrise de risque mises en œuvre permettront de limiter les risques d'accidents liés au phénomène de chute de glace. Rappelons que ce risque est jugé acceptable au regard de l'étude détaillée menée pour les installations du projet.

IX.5. LES MOYENS DE SECOURS ET D'INTERVENTION

IX.5.1. LES MOYENS INTERNES

Des panneaux de signalisation rappelant les consignes de sécurité ainsi que les coordonnées des secours seront placés sur les voies d'accès au site ainsi qu'à l'entrée des différents équipements (mâts des éoliennes et poste de livraison).

Un kit de premiers secours sera disposé dans chacune des nacelles, ainsi qu'un extincteur. Un extincteur sera également placé en pied de mât de chaque éolienne ainsi qu'au poste de livraison. Le personnel sera formé à l'utilisation des extincteurs.

IX.5.2. LES MOYENS EXTERNES

La caserne d'intervention la plus proche est le centre de secours de Quintin (22). Elle est située à environ 13 km des installations du parc éolien, le temps de route entre les deux est estimé à 15 min.

CIS de Quintin
Rue : 14 D28
Tél. : 02 96 74 93 74

IX.5.3. LE TRAITEMENT DE L'ALERTE

Les éoliennes font l'objet d'un suivi à distance 24h/24 et 7j/7. Toute défaillance de l'installation fait l'objet d'un message d'alerte transmis à l'exploitant.

Les messages d'alerte tels que définis par l'article 23 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 seront envoyés en moins d'une minute à l'exploitant qui est à même de contacter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'installation.

X. LA CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS

L'analyse préalable des enjeux a permis de montrer que la majorité de la zone d'étude de dangers concerne des « terrains non aménagés et très peu fréquentés ». Quelques bâtiments à usages agricoles sont présents au sein du périmètre de l'étude de dangers.

Afin d'évaluer les risques induits par le parc éolien « Coat Ar Bellegues », cinq scénarios d'accidents ont été envisagés. Ils concernent tous les 6 éoliennes constituant le parc éolien. Sur ces cinq scénarios, quatre présentent un risque très faible (acceptable) :

- L'effondrement de l'éolienne E1, E2, E3, E4 et E6 ;
- La projection d'une pale ou d'un fragment de pale pour toutes les éoliennes ;
- La projection de glace pour les éoliennes E2, E3, E4 et E5.
- La chute d'éléments pour toutes les éoliennes.

Trois scénarios présentent un risque faible (acceptable) :

- La chute de glace pour toutes les éoliennes ;
- L'effondrement de l'éolienne E5 ;
- La projection de glace pour les éoliennes E1 et E6.

Ces risques ont fait l'objet des mesures de maîtrise des risques suivantes : éloignement des éoliennes des lieux de vie fréquentés, installation d'un panneau d'information au pied des éoliennes.

Tous les scénarios d'accidents liés aux installations du projet de parc éolien « Coat Ar Bellegues » sont au final jugés acceptables.

XI. LES ANNEXES

ANNEXE 1 - LA METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE (EDD)	94
ANNEXE 2 - LES SCENARIOS GENERIQUES D'ACCIDENTS POSSIBLES	95
ANNEXE 3 - LA PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL.....	97
ANNEXE 4 - LE GLOSSAIRE DES MOTS UTILISES DANS L'ETUDE DE DANGERS	98
ANNEXE 5 - LA BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES UTILISEES.....	100
ANNEXE 6 - LE RECENSEMENT ARIA DES ACCIDENTS SURVENUS EN FRANCE AU 03/12/2020	100
ANNEXE 7 - LE RECENSEMENT ARIA DES ACCIDENTS LIES AUX PARC EOLIENS SURVENUS EN REGION BRETAGNE.....	120

Annexe 1 - La méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne (EDD)

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 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.

Voies de circulation automobiles : Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m = 0,4 × 0,5 × 20 000/100 = 40 personnes.

Trafic (en véhicules/jour)	Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400

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.

Établissements recevant du public (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

- compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
- compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.

Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

Zones d'activité : Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

Annexe 2 - Les scénarios génériques d'accidents possibles

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 déduction de la formation de glace
- Système de détection de glace sur la nacelle (en option)
- Système de détection de glace sur les pales (en option)
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

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 scénarii devant être regardé :

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

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

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

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

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

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

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.
- Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

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

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local...);

- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

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

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 goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

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

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant

- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...

Annexe 3 - La probabilité d'atteinte et risque individuel

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

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

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

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

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

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

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

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

Par souci de simplification, la probabilité d'accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l'événement redouté central par le degré d'exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l'objet chutant ou projeté et la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous récapitule les probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central.

Évènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l'ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d'exposition	Probabilité d'atteinte
Effondrement	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Chute de glace	1	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$ (A)
Chute d'éléments	10^{-3}	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Projection de morceaux de glace	10^{-2}	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$ (E)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d'atteinte n'est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d'éléments dont la zone d'effet est limitée à la zone de survol des pales et où des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l'emprise des baux signés par l'exploitant avec le propriétaire du terrain ou à défaut dans l'emprise des autorisations de survol si la zone de survol s'étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l'objet de constructions nouvelles pendant l'exploitation de l'éolienne.

Annexe 4 - Le glossaire des mots utilisés dans l'étude de dangers

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.

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

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.

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.

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 :

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

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Energies Renouvelables

FEE : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

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

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public

Annexe 5 - La bibliographie et références utilisées

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement
- [10] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [11] Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 2009, Conseil Général du Val-de-Marne
- [13] Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [14] Alpine test site Gütsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005

Annexe 6 - Le recensement ARIA des accidents survenus en France au 03/12/2020

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER / DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES / SERVICE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES / BARPI

Résultats de la recherche "Éoliennes France" sur la base de données ARIA - État au 03/12/2020

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

Les informations (résumés d'accidents et données associées, extraits de publications) contenues dans le présent export sont la propriété du BARPI. Aucune modification ou incorporation dans d'autres supports ne peut être réalisée sans accord préalable du BARPI. Toute utilisation commerciale est interdite.

Malgré tout le soin apporté à la réalisation de nos publications, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : barpi@developpement-durable.gouv.fr

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

Liste de(s) critère(s) pour la recherche "Éoliennes France":

Accident avec fiche détaillée
Chute d'une éolienne lors d'une tempête
N° 50913 - 01/01/2018 - FRANCE - 85 - BOUIN .
D35.11 - Production d'électricité
https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/50913-2/

En début de matinée lors d'une tempête, le mât d'une éolienne de 60 m de haut se brise en 2. Les 55 m supérieurs de l'éolienne chutent au sol. Des débris s'éparpillent sur une surface assez importante. Le rotor est enfoncé dans le sol. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. L'exploitant arrête les 7 autres éoliennes du parc et met en place un gardiennage.

L'exploitant réalise une expertise de l'éolienne mise en service en 2003, conjointement avec son fabricant. 3 jours avant l'accident, alors que le vent souffle à plus de 40 m/s, le contrôle de l'orientation des 3 pales de l'éolienne est perdu. Le système de contrôle des pales stoppe automatiquement la turbine. Les conditions météorologiques ne permettant pas d'intervention directe sur l'aérogénérateur, la situation est diagnostiquée à distance. À la suite d'une erreur d'interprétation des données, un opérateur place l'éolienne dans une position qui entraîne une augmentation rapide de la vitesse du rotor, dépassant la limite de sécurité. Les dispositifs de protection contre la survitesse s'activent, mais la machine ne s'arrête pas à cause d'une usure anormale des blocs de frein du système d'orientation des pales. Les charges mécaniques exercées sur le mât excèdent alors largement les limites de conception de l'éolienne, qui s'effondre. Les investigations de l'exploitant lui permettent de découvrir que le protocole des inspections de maintenance ne couvrait pas la liaison mécanique entre le moteur et les freins. L'usure de cet équipement n'a pas été détectée lors des contrôles annuels.

Les autres éoliennes du site redémarrent après des vérifications spécifiques et le remplacement de leurs blocs de frein du système d'orientation des pales. L'exploitant :

- réviser la procédure d'intervention en cas de défaillance du système d'orientation des pales et y forme ses agents ;
- mettre à jour les instructions de maintenance de ce système : le remplacement de tout ou partie des blocs de frein est planifié tous les 5 ans ;
- mettre en place un outil spécifique pour le diagnostic d'une défaillance potentielle des blocs de frein qui compare la position effective des pales à la consigne ;
- adresser une note de sécurité aux exploitants des parcs équipés du même type d'éolienne.

Accident
Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien
N° 55823 - 29/10/2019 - FRANCE - 21 - CHAZEUIL .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55823/>
   

Lors du suivi d'activité de l'avifaune en période de migration post-nuptiale, un bureau d'études découvre un cadavre de Milan Royal (rapace diurne, espèce protégée et menacée dans la catégorie vulnérable) dans un rayon de 50 m autour du pied d'une éolienne d'un parc éolien comprenant 9 machines.

Le rapace, en transit migratoire, a probablement heurté une pale de l'éolienne. Deux

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 2/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

autres cas de décès ont été mis en évidence sur ce parc : un en octobre (ARIA 55778) dans le cadre du suivi de la migration post-nuptiale et un en septembre dans le cadre du suivi environnemental classique (ARIA 55824). L'étude d'impact du parc avait mis en évidence une micro-voie de passage migratoire. L'impact avait été identifié comme moyen et ponctuel ne nécessitant pas la mise en place de mesure d'évitement ou de réduction spécifique.

L'exploitant engage les actions suivantes :

- reconduction du suivi environnemental réalisé en 2019 sur l'année 2020 ;
- prolongation de la durée du suivi de la mortalité lors de la période post-nuptiale pour couvrir tout le mois d'octobre, période identifiée comme particulièrement sensible pour le Milan Royal ;
- mise en place d'un suivi spécifique de la mortalité du Milan Royal avec un test de persistance utilisant des leurres au gabarit proche de l'espèce ;
- mise en place d'un dispositif de détection, d'effarouchement et de régulation en temps réel par caméras : un effarouchement sonore des oiseaux pour dévier leur trajectoire de vol en dehors de la zone de survol des pales et une régulation des machines avec arrêt en cas d'approche d'un rapace pendant la période de migration post-nuptiale.

En attendant que le dispositif soit opérationnel, l'exploitant propose un arrêt des machines de 1h après le lever du soleil jusqu'à 1h avant le coucher du soleil jusqu'au 30 novembre (fin de la migration postnuptiale).

Accident
Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien
N° 55778 - 23/10/2019 - FRANCE - 21 - SACQUENAY .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55778/>
   

Lors du suivi d'activité de l'avifaune en période de migration post-nuptiale, un bureau d'études découvre un cadavre de Milan Royal (rapace diurne, espèce protégée et menacée dans la catégorie vulnérable) dans un rayon de 50 m autour du pied d'une éolienne d'un parc éolien comprenant 9 machines.

Le rapace, en transit migratoire, a probablement heurté une pale de l'éolienne. Un cas de décès de ce rapace a été relevé sur ce même parc en septembre 2019 (ARIA 55824) lors du suivi environnemental "classique". L'étude d'impact du parc avait mis en évidence une micro-voie de passage migratoire. L'impact avait été identifié comme moyen et ponctuel ne nécessitant pas la mise en place de mesure d'évitement ou de réduction spécifique.

L'exploitant engage les actions suivantes :

- reconduction du suivi environnemental réalisé en 2019 sur l'année 2020 ;
- prolongation de la durée du suivi de la mortalité lors de la période post-nuptiale pour couvrir tout le mois d'octobre, période identifiée comme particulièrement sensible pour le Milan Royal ;
- mise en place d'un suivi spécifique de la mortalité du Milan Royal avec un test de persistance utilisant des leurres au gabarit proche de l'espèce ;
- mise en place d'un dispositif de détection, d'effarouchement et de régulation en temps réel par caméras : un effarouchement sonore des oiseaux pour dévier leur trajectoire de vol en dehors de la zone de survol des pales et une régulation des machines avec arrêt en cas d'approche d'un rapace pendant la période de migration post-nuptiale.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 3/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

En attendant que le dispositif soit opérationnel, l'exploitant propose un arrêt des machines de 1h après le lever du soleil jusqu'à 1h avant le coucher du soleil jusqu'au 30 novembre (fin de la migration postnuptiale).

Accident**Mortalité d'espèce menacée sur un parc éolien**

N° 55824 - 27/09/2019 - FRANCE - 21 - CHAZEUIL .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55824/>



Lors du suivi environnemental (selon protocole national), un bureau d'études découvre un cadavre de Milan Royal (rapace diurne, espèce protégée et menacée dans la catégorie vulnérable) dans un rayon de 50 m autour du pied d'une éolienne d'un parc éolien comprenant 9 machines.

Le rapace, en transit migratoire, a probablement heurté une pale de l'éolienne. L'étude d'impact du parc avait mis en évidence une micro-voie de passage migratoire. L'impact avait été identifié comme moyen et ponctuel, ne nécessitant pas la mise en place de mesure d'évitement ou de réduction spécifique.

L'exploitant engage les actions suivantes :

- reconduction du suivi environnemental réalisé en 2019 sur l'année 2020 ;
- prolongation de la durée du suivi de la mortalité lors de la période post-nuptiale pour couvrir tout le mois d'octobre, période identifiée comme particulièrement sensible pour le Milan Royal ;
- mise en place d'un suivi spécifique de la mortalité du Milan Royal avec un test de persistance utilisant des leurres au gabarit proche de l'espèce ;
- mise en place d'un dispositif de détection, d'effarouchement et de régulation en temps réel par caméras : un effarouchement sonore des oiseaux pour dévier leur trajectoire de vol en dehors de la zone de survol des pales et une régulation des machines avec arrêt en cas d'approche d'un rapace pendant la période de migration post-nuptiale.

En attendant que le dispositif soit opérationnel, l'exploitant propose un arrêt des machines de 1h après le lever du soleil jusqu'à 1h avant le coucher du soleil jusqu'au 30 novembre (fin de la migration postnuptiale).

Accident**Fissurations sur des roulements de pales d'éoliennes**

N° 53562 - 12/02/2019 - FRANCE - 25 - AUTECHAUX .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53562/>

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 inspecte 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. Ces roulements permettent la rotation de la pale sur elle-même pour les orienter face au vent et lancer, ajuster ou stopper la production. Les 6 fissures sont précisément localisées au niveau des goupilles coniques et trous de remplissage du roulement utilisés lors de l'assemblage des billes de roulement pendant la fabrication de la pièce. Sur les 6 fissures, 5 sont partielles (bague extérieure fissurée sur une partie seulement de sa section

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

transversale) et 1 complète (bague extérieure fissurée sur l'ensemble de sa section transversale).

Pour ces 6 éoliennes, en attendant que le constructeur dépose le rotor pour remplacer les roulements par des roulements neufs, l'exploitant met en place une inspection visuelle toutes les 2 semaines pour vérifier que l'épaisseur de la fissuration reste inférieure à 3 mm et que le couple de serrage des goujons est toujours bon. Il met également en place une plaque de renfort stabilisatrice pour réduire les contraintes au niveau de la bague extérieure, centrée sur les goupilles coniques et trous de remplissage et s'étendant sur 16 goujons des bagues. La même plaque de renfort stabilisatrice est mise en place sur l'ensemble des éoliennes des 3 parcs, qu'une fissure ait été détectée ou non lors de ces contrôles. Ces plaques constituent une réparation définitive et sont vouées à rester durant la vie de l'éolienne.

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.

Accident**Écoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne**

N° 55360 - 10/04/2020 - FRANCE - 56 - RUFFIAC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55360/>

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 une société spécialisée pour réaliser le nettoyage des zones affectées : la dalle béton et les sols à proximité.

La dalle est nettoyée par un lavage haute pression. Pour le traitement des terres, la société envoie un prélèvement en laboratoire pour analyses. Les terres contiennent principalement des hydrocarbures. 11.6 t de terres sont évacuées pour traitement biologique. La zone excavée est remblayée avec des graviers.

L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne. Une enquête est en cours par la société en charge de la maintenance, afin d'adapter les points de contrôle.

Accident**Dégradation aggravée de la structure d'une éolienne**

N° 55584 - 31/03/2020 - FRANCE - 02 - LEHAUCOURT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55584/>

A 14h30, à l'occasion d'un contrôle visuel effectué depuis le sol, un technicien constate une fissure sur la pale d'une éolienne. Le défaut, identifié pour la première fois en novembre 2019, a significativement évolué. L'exploitant met à l'arrêt l'éolienne, balise la zone et informe l'agriculteur. Une inspection visuelle et un tape-test sont réalisés depuis une nacelle élévatrice. L'exploitant prévoit de remplacer la pale.

L'arrêt de l'éolienne engendre une perte d'exploitation de 90 000 EUR.

La fissure est due à un défaut de collage au moment de la fabrication de la pale. Les

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

intempéries ont aggravé cette dégradation.

Huit autres pales de ce même parc éolien sont concernées par le défaut de fabrication. L'exploitant prévoit des inspections tape-test et thermographiques sur ces pales pour évaluer le degré de gravité du défaut de collage et déterminer les réparations à effectuer. Ce plan d'actions était prévu avant la découverte de l'aggravation du défaut, mais a été retardé jusqu'au mois de mai à cause de la crise sanitaire liée à la Covid-19.

Accident
Chute d'une pale d'éolienne
N° 47763 - 07/03/2016 - FRANCE - 22 - CALANHEL .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47763/>

Vers 18 h, une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. L'exploitant est alerté par un agriculteur. Un intervenant se rend sur place et constate les dégâts. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute. Il balise la zone pour prévenir des chutes possibles d'éléments du rotor. Huit autres turbines du parc sont mises à l'arrêt. Les 2 dernières, ayant fait l'objet d'une révision intégrale récente, sont maintenues en fonctionnement.

Le lendemain, le site est sécurisé. La pale est déplacée, en dehors de la zone de culture. Les gros débris composés de matériaux composites et d'éléments mécaniques métalliques, projetés sur 50 m, sont regroupés pour expertise. La totalité des 54 billes de roulement est récupérée. Les débris de petite taille ne pouvant être retirés intégralement, les exploitants des parcelles agricoles concernées sont informés. La zone d'entreposage est balisée.

A l'origine, une rupture du système d'orientation

L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale. L'éolienne avait fait l'objet d'une maintenance complète en septembre 2015. Son roulement ne présentait pas d'usure anormale. Cependant, une série d'alarmes était survenue le matin de l'événement. Une panne sur un groupe hydraulique avait nécessité l'intervention des équipes de maintenance. Après réparation, l'éolienne avait été redémarrée vers 14 h.

L'exploitant prend les mesures immédiates suivantes :

- démantèlement de l'éolienne impactée ;
- réalisation d'un protocole de contrôle, par le fabricant, du roulement et de la boulonnerie de toutes les pales avant redémarrage des unités arrêtées ;
- inhibition du réarmement automatique de la turbine sur apparition d'une alarme de dysfonctionnement du système d'orientation des pales ;
- limitation de la puissance produite à 650 kW (au lieu de 800 kW) pour une période d'observation de 7 jours.

Accident
Chute d'un joint de pale d'une éolienne
N° 55331 - 22/01/2020 - FRANCE - 21 - SAINT-SEINE-L'ABBAYE .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55331/>

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 6/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

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'événement.

L'événement est causé par une défaillance du collier de serrage sous dimensionné par rapport aux contraintes dans le temps. Le joint de pale se compose de trois parties distinctes. Chaque partie est boulonnée à la plaque d'à côté afin d'englober tout le tour de la pale. L'ensemble est fixé par un collier métallique autour de la pale et des colliers auto-serrants en plastique. Le collier métallique englobant la pale a "travaillé" avec le temps et n'a plus rempli son rôle de serrage. L'exploitant précise que l'événement peut être lié aux conditions de vent élevées lors de la rupture.

L'exploitant programme une intervention pour remettre en place le joint de pale avec une nouvelle fixation et renforce l'information des techniciens sur la vérification du serrage des fixations lors des maintenances périodiques. Il améliore également le délai d'intervention lors de la détection de glissement des joints.

Accident
Perte de contrôle d'une éolienne lors d'une mise en service
N° 54898 - 06/12/2019 - FRANCE - 21 - AVELANGES .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54898/>

Vers 15 h, alors qu'une équipe d'installation réalise un travail d'étiquetage sur une éolienne, cette dernière commence à tourner malgré l'absence de raccordement électrique. L'équipe évacue en urgence par l'échelle. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité de 800 m autour de l'équipement. Les gendarmes stoppent la circulation sur la route voisine. Les conditions climatiques, vent violent, empêchent l'équipe d'intervenir pour mettre en sécurité la machine. Le lendemain vers 11 h, l'équipe bloque le rotor et remet les pales en position de sécurité.

L'incident se produit au cours de la préparation à la mise en service de l'éolienne. La mise en mouvement non contrôlée est due à une erreur de positionnement des angles des pales la veille de l'accident à 18 h et à la présence de vent violent.

L'exploitant renforce la procédure de positionnement des pales avec un contrôle extérieur obligatoire malgré le brouillard ou l'obscurité.

Accident
Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne
N° 52498 - 17/10/2018 - FRANCE - 80 - FLERS-SUR-NOYE .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52498/>

Vers midi, un technicien de maintenance détecte une fuite d'huile hydraulique depuis la nacelle d'une éolienne. L'aérogénérateur est arrêté. 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 au pied de l'éolienne, ainsi que des 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

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 7/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

prochaines récoltes est planifié.

La mauvaise réalisation d'une activité de maintenance annuelle préventive, la veille de l'événement, en est à l'origine. Selon le prestataire en charge de l'opération, un premier technicien n'a pas suffisamment serré le nouveau filtre hydraulique qu'il venait de mettre en place sur le circuit du multiplicateur de vitesse. Le contrôle de cette opération, prévu par un second technicien, n'a pas été effectué. Un superviseur du prestataire intervient sur le site afin de suivre la qualité du travail et de réaliser la formation des techniciens.

Accident**Chute du carénage d'une éolienne**

N° 50694 - 08/11/2017 - FRANCE - 27 - ROMAN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50694/>

En fin d'après-midi, le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne tombe au sol dans un parc éolien. Cette pièce, en matériaux composites, mesure 2 m de diamètre et pèse plusieurs dizaines de kg. Elle supporte une armoire électrique. Les agents de maintenance, avertis par une alarme "arrêt automatique turbine" à 17h30, se rendent sur place le lendemain matin. Ils sécurisent l'accès à la zone et préviennent l'exploitant agricole de la parcelle. L'ensemble du parc éolien est mis à l'arrêt.

L'exploitant conclut que la chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages. La procédure n'aurait pas été respectée lors du montage des turbines. La tête de chaque boulon doit reposer sur 2 rondelles (l'une en vinyle, l'autre métallique) permettant de répartir les efforts. Il s'avère que les rondelles métalliques étaient absentes. Les contraintes étaient donc mal réparties et la fibre de verre s'est arrachée autour des rondelles vinyles.

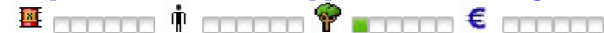
L'exploitant procède au contrôle des carénages des autres aérogénérateurs du parc. Aucun défaut n'est découvert. Il intègre la vérification des boulonnages de fixation du carénage à son plan d'inspection hebdomadaire. L'exploitation du parc éolien reprend le lundi 13. Le carénage accidenté est remplacé.

Accident**Arrêt d'éoliennes à la suite de décès d'oiseaux**

N° 55461 - 30/03/2020 - FRANCE - 21 - POISEUL-LA-VILLE-ET-LAPERRIERE .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55461/>



Un parc éolien est mis à l'arrêt à la suite de la découverte de 2 cadavres de Milan royal (rapace diurne, espèce strictement protégée, sensible à l'éolien par collision) au pied de 2 éoliennes. Un bureau d'étude, mandaté par l'exploitant d'un parc éolien, fait ce constat dans le cadre du suivi environnemental de ces oiseaux en période de migration.

Le parc est arrêté de 10h à 17h jusqu'à la fin de la période migratoire (fin mai) et jusqu'à la mise en place de solutions adaptées pour éviter les collisions. Le suivi environnemental est prolongé de 2 mois. L'inspection des installations classées rédige un arrêté préfectoral de mesures d'urgence pour :

- brider (arrêter) des éoliennes sur le parc éolien en période diurne, pendant la période migratoire des rapaces, pour prévenir les collisions de milans royaux ;

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

- brider le fonctionnement des éoliennes, hors période migratoire, durant les périodes de chasse (lors des travaux agricoles notamment) ;
- prescrire à l'exploitant la réalisation d'une étude comportementale de l'espèce afin de caractériser l'occupation de l'espace du milan royal vis-à-vis du parc éolien ;
- mesurer l'efficacité des points précédents par un suivi environnemental spécifique.

Accident**Feu de moteur d'éolienne**

N° 53860 - 25/06/2019 - FRANCE - 56 - AMBON .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53860/>

Vers 15h45, lors d'une opération de maintenance au niveau du système d'orientation des pales d'une éolienne, un feu se déclare au niveau de la nacelle de cette éolienne? dans un parc mis en service en 2008 comportant 6 machines de 120 m pour une puissance totale de 10,02 MW. Voyant des étincelles, les techniciens alertent les secours. Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place. Le parc est mis à l'arrêt. Des éléments structurels de l'éolienne chutent au sol. L'incendie est maîtrisé vers 18h50. Les macroéléments de plastique et de fibre de verre issus de la coque de la nacelle sont collectés. Les terres ayant reçues des débris calcinés sont évacuées.

L'opération de maintenance intervient à la suite d'une remontée d'alarme concernant le blocage des freins d'orientation de la nacelle. Ce système permet de maintenir l'éolienne dans une position fixe face au vent lors de son fonctionnement en mode automatique. Les techniciens tentent d'utiliser le mode manuel pour débloquer les freins, sans y parvenir. Ils suspectent la panne d'une carte d'acquisition des signaux de commande manuelle du système d'orientation. Ils remplacent cette carte et constatent que le système de freinage est activé mais seulement en mouvement intermittent (ouverture/fermeture). Ils suspectent alors un relais de l'armoire hydraulique et le remplace par un relais identique de l'armoire de commande. Cette action de remplacement et vérification n'est spécifiée dans aucune procédure. Ce relais de l'armoire de commande est un organe de commande du contacteur principal de couplage du stator de la génératrice. Lorsque le rotor de l'éolienne est à l'arrêt, ce contacteur ne doit en aucun cas être fermé car la tension de la génératrice est nulle et non synchronisée au réseau d'alimentation 690 V. Lorsque les techniciens remettent sous tension le système, le signal de fermeture du contacteur dans l'armoire de puissance est donné par le relais défectueux. Des arcs électriques avec un bruit élevé sur le convertisseur et de fortes vibrations au niveau du rotor apparaissent. Les techniciens évacuent l'éolienne par les issues de secours de la tour.

L'exploitant et la société de maintenance diffuse une procédure de sécurité pour rappeler à ses intervenants les mesures de précaution à prendre lors du dépannage de l'armoire de commande, pour détecter les relais défectueux et empêcher la fermeture du contacteur principal du couplage du stator de la génératrice lorsque l'éolienne est arrêtée.

Accident**Fuite d'huile sur une éolienne**

N° 53464 - 23/03/2019 - FRANCE - 79 - ARGENTONNAY .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53464/>

A 19h37, une fuite d'huile se produit depuis le multiplicateur au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'éolienne se met automatiquement à l'arrêt à la suite d'une défaillance au niveau d'un composant tournant du multiplicateur. La majorité de l'huile est contenue dans la

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

partie basse de la nacelle. Le reste s'écoule par débordement le long du mat par l'extérieur jusqu'au socle en béton au pied de l'éolienne.

Le lendemain à partir de 10 h, l'exploitant intervient au niveau :

- du multiplicateur pour éviter tout risque d'écoulement supplémentaire ;
- de la nacelle pour pomper l'huile contenue ;
- du pied de la fondation afin de déposer des absorbants pour éviter une pollution au-delà du socle béton ;

Sur les 450 l d'huile mécanique présents dans le multiplicateur :

- 230 l étaient contenus dans les compartiments étanches du multiplicateur ;
- 120 l ont été récupérés par l'exploitant directement depuis le compartiment fuyard du multiplicateur ;
- 100 l étaient dans le fond de la nacelle. 10 à 20 l ont débordé le long du mat en face extérieure ;
- 5 à 10 l ont été absorbés en pied de mat par l'exploitant ;
- 1 à 2 l ont débordé sur la végétation jouxtant la plate-forme.

L'exploitant stocke l'huile absorbée dans des bidons sur rétention dans l'attente d'une prise en charge pour évacuation par une société agréée. L'intérieur de la nacelle et le mat sont nettoyés. La terre végétale entourant le socle du mat et potentiellement polluée par l'huile est retirée.

La rupture d'un composant tournant du multiplicateur est à l'origine de l'incident. Un plan d'intervention pour le remplacement du multiplicateur est mis en place. Son démontage en atelier devrait permettre de découvrir les causes de la rupture du composant.

Accident**Rupture du mât d'une éolienne**

N° 53010 - 23/01/2019 - FRANCE - 60 - BOUTAVENT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53010/>



A 13h25, une coupure du réseau public de distribution d'électricité provoque l'arrêt d'un parc éolien comptant 2 éoliennes. L'une s'arrête conformément aux procédures de sécurité, tandis que l'autre entre en survitesse. Les pales de celle-ci, qui ne sont plus ralenties du fait de l'arrêt du générateur, restent en position de production. Elles auraient dû effectuer une rotation de 90° pour se positionner en drapeau. La survitesse durant 40 minutes entraîne le délaminage d'une pale (cisaillement longitudinal dans l'épaisseur). Le balourd en résultant plie en 2 du mât de 66 m vers 14h40. Des débris sont projetés dans un rayon de 300 m. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité de 500 m.

La mise en repli d'une éolienne est permise par la rotation des pales à 90° sur elle-même. La rotation d'une seule pale est suffisante pour mettre à l'arrêt l'éolienne. Un moteur à la base de chaque pale dans le rotor commande la rotation. En cas de perte d'alimentation électrique, un jeu de 18 batteries au plomb, raccordées en série pour chaque pale, alimente ces moteurs. Les jeux sont autonomes. Les contrôles réalisés a posteriori sur les batteries révèlent que :

- les batteries chargées ne disposaient pas de la puissance nécessaire (charge disponible de 43 Ah pour une charge théorique de 129,6 Ah). Le test recommandé par le constructeur et réalisé jusqu'alors par l'exploitant était de mesurer la tension aux

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

bornes des jeux de batteries sans appel de puissance. La capacité de l'élément batterie à délivrer le courant attendu n'était donc pas mesuré ;

- la durée de vie limite des batteries était dépassée : l'exploitant avait considéré la durée de vie constructeur de 10 ans à 20 °C alors que la température dans chaque coffret des batteries pouvait atteindre 27 °C. La durée de vie à 25 °C est de 6 ans. De plus les batteries, bien que mises en service en 2011 avaient été fabriquées en 2006 ;
- le seuil d'alarme tension basse à 150 V était fixé trop bas. Aucune alarme ne s'est déclenchée lors de l'événement. A posteriori, des essais en réel ont conclu qu'à un niveau de tension de 175 V, la commande de rotation des pales est moins efficace (délai plus long), alors qu'à 150 V, la mise en repli n'est plus opérationnelle.

L'exploitant prend les dispositions suivantes sur l'ensemble des 21 autres éoliennes de même modèle en France. Selon lui, il serait le seul à exploiter ce type d'éolienne en France :

- vérification annuelle de la tension à l'aide d'un vérificateur en charge, suivi d'un arrêt d'urgence ;
- remplacement des batteries afin qu'un jeu ne soit pas en activité plus de 4 ans ;
- remontée du seuil d'alarme tension basse à 200 V ;
- vérification annuelle du déclenchement d'alarme par retrait de 2 des 18 batteries d'un jeu. L'alarme était précédemment vérifiée par débranchement du jeu.

Accident**Incendie sur une éolienne**

N° 52838 - 03/01/2019 - FRANCE - 44 - LA LIMOUZINIÈRE .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52838/>



Vers minuit, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne de 78m de haut. Des riverains donnent l'alerte. L'exploitant arrête les 4 autres éoliennes du parc à 2h05. De nombreux débris enflammés tombent au sol. Un feu se déclare au pied de l'aérogénérateur. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité de 150m. Ils quittent le site à l'arrivée de la société de maintenance vers 3h35 puis de l'exploitant vers 5h15. L'exploitant met en place un kit anti-pollution pour contenir les coulures d'huile le long du mât. Ces huiles s'enflamment au niveau du sol. L'exploitant éteint le départ de feu à l'aide de l'extincteur située dans son véhicule. La nacelle de l'éolienne est détruite ainsi que la base des 3 pales. Une incertitude majeure plane sur leur tenue mécanique. Des traces d'huile hydraulique sont présentes jusqu'à 100m du pied du mât.

L'exploitant met en place un balisage et un gardiennage. Le périmètre de sécurité est porté à 200 m. L'éolienne est démantelée, les pales et rotor sont envoyées dans des filières de traitement adaptées. Les débris sont ramassés, la terre est décapée sur 10cm sur les 3000m² du déversement des huiles et résidus incinérés. Ces déchets représentent 17 251t. Début février, l'essentiel des déchets de fibre de verre sont ramassés.

Selon les premiers éléments de l'enquête, une avarie sur la génératrice de l'éolienne semble être à l'origine de l'incendie. Celle-ci avait été bridée à 50% de sa puissance depuis une quinzaine de jours à la suite de la détection d'une usure de roulement par le système de surveillance vibratoire. Une intervention de maintenance, effectuée une semaine auparavant, avait mis fin à ces vibrations caractéristiques d'un défaut de roulement. Cependant, des signes de délignage avaient fait leur apparition. Selon l'exploitant, l'analyse du système de surveillance mettrait en évidence un phénomène harmonique à la fréquence de rotation de la génératrice. Selon l'expert judiciaire mandaté,

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

cette avarie serait exceptionnelle et n'aurait donc pas de caractère générique. Le départ de feu est située en nacelle entre la sortie du multiplicateur de vitesse et l'entrée de la génératrice et a été attisé par l'huile du multiplicateur.

Afin de lutter contre ce type d'incendie, l'exploitant s'engage à?:

- installer un détecteur de fumées secouru électriquement avec transmission GSM dans la nacelle à proximité de l'armoire de contrôle et de la génératrice?;
- remplacer le carter en résine de l'accouplement multiplicateur-génératrice par un en métal et étudier la mise en place d'un bouclier thermique afin de protéger les durites d'huile?;
- installer un système d'extinction automatique en nacelle?;
- identifier des nouveaux seuils d'alarmes de température d'arrêt de génératrice.

L'exploitant établit un protocole afin de suivre les troupeaux paissant dans les champs où ont pu être projetés des débris.

Accident**Chute d'une pale d'éolienne**

N° 52638 - 19/11/2018 - FRANCE - 02 - OLLEZY .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52638/>

À 11h30, un agent de surveillance d'un parc éolien constate la rupture d'une pale d'une éolienne. Un morceau de 40 m est au sol dans un champ voisin, à environ 60 m. Un morceau de 18 m de long reste fixé au rotor.

L'exploitant arrête les 9 aérogénérateurs du site. Les communes environnantes sont prévenues. La zone est sécurisée et un balisage du pied de la turbine et de la pale au sol est mis en place. Le site est placé sous surveillance.

Par l'exploitation des données météorologiques (pas de foudre, vent modéré de 9,5 m/s) et l'absence de courant détecté par les cartes d'enregistrement du courant de foudre des pales, la piste de l'agression externe est écartée. Les inspections qualité en phase de fabrication relevaient des défauts d'imprégnation dans la fibre biaxiale moulée du longeron principal du côté aspiration de la pale (côté du bord d'attaque). Au vu de la teneur volumique en fibre et en vides, l'analyse de ces défauts par le fabricant avait été jugés acceptables pour la production de la pale. Des échantillons du longeron principal ont été découpés des deux coques de la pale sinistrée. Une ondulation du longeron principal du côté aspiration et des délaminages à l'intérieur du longeron principal du côté pression ont été constatés. Une imprégnation insuffisante de la fibre biaxiale moulée a pu occasionner une perte d'adhérence entre les couches de carbone. Une autre pale de la même éolienne est pourvue de longerons principaux en carbone lourd. Celle-ci est remplacée. Il s'avère que ces deux pales présentant des défauts de fabrication étaient les deux seules pales fabriquées par le constructeur et non par le sous-traitant habituel dont le design et les matériaux utilisés sont validés.

Après inspections internes et externes des pales des 8 autres éoliennes du parc, celles-ci ne présentant pas de défaut, elles sont redémarrées un mois et demi plus tard.

Accident**Effondrement d'une éolienne**

N° 52558 - 06/11/2018 - FRANCE - 45 - GUIGNEVILLE .

D35.11 - Production d'électricité

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 12/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52558/>

Vers 6 h, une éolienne, de 140 m de haut en bout de pale, s'effondre dans un parc éolien composé de 2 aérogénérateurs (3 MW). Des riverains donnent l'alerte. L'exploitant arrête l'autre éolienne ainsi que les éoliennes de même type dans 4 autres parcs. Un balisage et une surveillance sont mis en place. L'inspection des installations classées constate sur site que le mat s'est arraché de sa base en béton. Les filetages des boulons de fixation du mât sont arasés et les écrous sont arrachés. Des fissures circulaires sont présentes au niveau de la base en béton. Un arrêt de mesures d'urgence est signé par le préfet.

Le rapport d'analyse par l'exploitant est tierce expertisé. Il est conclu qu'une survitesse de rotation des pales de l'éolienne a conduit à une surcharge de contraintes sur la structure, provoquant son effondrement. Cet emballement est consécutif au déclenchement d'un arrêt d'urgence alors que l'alimentation de secours (par batterie) des 3 pales était en défaut, sachant que le passage d'une seule pale en position d'arrêt aurait permis d'arrêter l'éolienne. Les causes de la défaillance simultanée des alimentations électriques des 3 pales de l'éolienne relèvent de :

- la conception de l'éolienne :
 - chaque pale est alimentée par 24 batteries montées en série : la défaillance d'une seule met en défaut l'alimentation électrique de l'arrêt d'urgence de la pale. Des batteries étaient déconnectées (circuit ouvert) sur chacune des pales ;
 - le déclenchement de l'arrêt d'urgence désactive la boucle de régulation du système d'orientation des pales, rendant indisponible le contrôle de la vitesse de l'éolienne ;
- la fiabilité des batteries : leur durée de vie est inférieure à celle annoncée par le fournisseur et donc la plupart des batteries étaient en défaut au moment du déclenchement de l'arrêt d'urgence ;
- le paramétrage et la gestion des alarmes : tentatives de redémarrage automatique toutes les 5 minutes après un arrêt sur alarme. La détection des tensions basses n'a été effective que sur une pale sur trois ;
- la gestion de la maintenance et de l'usure des batteries : les procédures n'ont pas été appliquées de manière correcte et les multiples alarmes sur l'aérogénérateur impliqué n'ont pas donné lieu à une analyse particulière des batteries.

L'exploitant s'engage à prendre les mesures suivantes avant redémarrage de ses installations :

- remplacement des batteries par des batteries neuves et étude du fonctionnement et de la durée de vie des batteries avant une période d'utilisation d'un an;
- installation de diodes de by-pass sur les batteries afin de palier un ou plusieurs défauts sur un rack ;
- modification de la procédure de redémarrage automatique après une alarme sur le système d'orientation des pales. Cette modification impose le passage d'un technicien sur site afin de vérifier si l'éolienne peut être remise en service ;
- vérification mensuelle de l'arrêt d'urgence par test sur site des arrêts normaux et d'urgence des 3 pales.

Accident**Chute d'un élément d'une pale d'éolienne**

N° 49374 - 27/02/2017 - FRANCE - 79 - TRAYES .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49374/>

Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'une des

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 13/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

éoliennes : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 4 autres éoliennes du parc en position de sécurité et initie des expertises. Il collecte les débris et sécurise le site.

L'exploitant envisage qu'un défaut au niveau du bord d'attaque de la pale puisse être la cause du bris de pale. Il écarte les possibilités d'un impact de foudre, ou de fortes rafales de vent. La pale accidentée est remplacée. L'éolienne redémarre 8 mois plus tard.

L'expertise du fabricant conclut à un défaut de fabrication. Par erreur, les couches de tissu du bord d'attaque ont été coupées, manuellement, au niveau de la ligne de jonction des 2 coques lors des opérations de ponçage des excès de colle après démoulage de la pale. Dans cette zone, les coques n'étaient maintenues entre elles que par le mastic et la peinture de finition.

À l'issue des contrôles sur les 4 autres éoliennes du parc, 2 d'entre elles sont remises en service. Des défauts sont découverts sur les 2 autres :

- les plans de collages entre la poutre structurelle interne (le spar) et les demi-coques aérodynamiques (blade shells) présentent par endroits d'importantes zones de décohésion ;
- des fissurations, portant atteinte aux structures des coques aérodynamiques et des plans de collages des bords d'attaque et bords de fuite des pales, sont présentes ;
- des collecteurs de foudre (diverter strip) sont manquants ou endommagés à la pointe de certaines pales.

L'exploitant s'engage à réaliser les réparations nécessaires avant la remise en service de ces 2 éoliennes.

Accident
Arrêt automatique d'éolienne et chute de pale
N° 44870 - 20/01/2014 - FRANCE - 11 - SIGEAN .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/44870/>

Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut "vibration". Sur place à 9h30, les techniciens de maintenance (assurée par le fabricant des éoliennes) retrouvent une pale de 20 m au pied du mât. Les 2 autres pales sont toujours en place. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour de l'éolienne. Une société de gardiennage surveille ce périmètre pour éviter l'intrusion de tiers. L'ensemble des machines du parc est mis à l'arrêt pour inspection puis redémarré, à l'exception de l'éolienne endommagée dont la pale doit être remplacée. L'exploitant déclare le sinistre auprès de ses assureurs dans l'après-midi. Le morceau de pale détaché est évacué du site en vue d'une expertise. Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s.

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. Cette pièce sert de jonction entre la pale en fibre de verre et le moyeu métallique. Toutes les éoliennes du parc, sauf une, sont équipées de cette pièce. Avant remise en service du parc (qui avait été mis à l'arrêt suite à l'incident), des contrôles ultrasonores sont réalisées sur l'ensemble des pièces "alu ring". Deux pales sont maintenues à l'arrêt suite à la découverte d'une fissuration avancée de cette pièce.

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

L'exploitant remplace, courant 2014, les pales des éoliennes à l'arrêt par des pièces faisant l'objet d'un nouveau design. Les autres font l'objet d'un contrôle périodique afin de suivre l'évolution des fissures et de pouvoir programmer, le cas échéant, le remplacement ou la réparation des pales défectueuses.

Accident
Incident sur un accumulateur dans une éolienne
N° 44150 - 01/07/2013 - FRANCE - 34 - CAMBON-ET-SALVERGUES .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/44150/>


Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Cet accumulateur est un cylindre de 10 l comportant deux compartiments : l'un contient de l'huile reliée au circuit hydraulique des pâles de l'éolienne et l'autre de l'azote sous 100 bar de pression. Alors qu'il a terminé l'opération de remplissage du compartiment azote, pour laquelle il a positionné un outillage spécifique sur un raccord de l'accumulateur, le technicien de maintenance dévisse la vanne d'isolement de l'accumulateur, au lieu de l'embout de l'outillage. Une dépressurisation brutale de l'azote se produit, projetant une partie de la vanne au visage de l'opérateur ce qui lui brise le nez et plusieurs dents. L'inhalation du gaz provoque également un décollement de l'oesophage. L'opérateur est aidé par un collègue pour descendre de la nacelle puis hospitalisé. La gendarmerie place l'accumulateur de gaz sous scellé pour expertise.

Le risque que représente le dévissage de cette vanne d'isolement alors que l'accumulateur contient du gaz sous pression a été identifié par le fabricant. La parade de conception mise en oeuvre consiste à réaliser sur la visserie de la vanne une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à l'échappement du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total de la vanne et son éventuelle projection.

L'analyse de l'exploitant lui permet de réaliser les constats suivants : le dispositif d'alerte (perforation de la visserie) de l'accumulateur sur lequel s'est produit l'accident était opérationnel cependant la procédure d'intervention ne mentionnait ni l'existence, ni la signification de ce signal d'alerte. L'expertise réalisée sur l'équipement ne fait ressortir aucun constat de dégradation du matériel. Les causes de cet accident semblent donc directement liées des défaillances organisationnelles : la conscience des risques associés aux interventions sur des équipements sous pression, la formation de l'intervenant à sa tâche pression et les procédures opérationnelles n'étaient pas suffisamment robustes.

Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hub d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.

Accident
Chute d'une pale d'éolienne
N° 43576 - 06/03/2013 - FRANCE - 11 - ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43576/>

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone. L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard.

L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. 18 boulons de fixation de la pale avaient été retrouvés brisés. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut. Le programme d'inspection prévoyait que les vis remplacées en avril 2012 soient inspectées tous les 6 mois.

La chute de la pale résulte de la rupture des vis de la bague extérieure du roulement de pale sachant que plusieurs d'entre elles s'étaient desserrées et ont été retrouvées au sol. Il s'avère que l'inspection tous les 6 mois des vis remplacées en avril 2012 n'avait pas été réalisée durant l'année écoulée avant la chute de la pale en mars 2013. Le constructeur de l'éolienne prend les dispositions suivantes :

- inspection spécifique de la jonction roulement de pale/moyeu des 3 autres éoliennes de même technologie du parc (constat de 5 boulons cassés sur 1 éolienne et 21 sur une autre);
- reprise du serrage de l'ensemble des vis sur toutes les éoliennes du parc;
- vérification du serrage 1 mois après : constat d'un défaut de couple sur plusieurs vis.

Accident
Bris d'une pale d'éolienne par une tempête
N° 41578 - 04/01/2012 - FRANCE - 62 - WIDEHEM .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/41578/>


Vers 20h50, alors que le vent souffle en rafales à plus de 100 km/h, les 6 éoliennes d'un parc se mettent en arrêt de sécurité. Sur l'une d'elles, une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m sur 4,3 ha. Des usagers de l'A16 voisine signalent l'accident à l'aube. Sur place à 8h30, la force publique met en place un périmètre de sécurité. La vitesse sur l'autoroute est localement réduite à 90 km/h. La dépose des pales endommagées débute le 09/01. Les 5,4 t de déchets industriels banals, soit 35 m³, sont éliminées par la filière adaptée. Un arrêté préfectoral impose le maintien à l'arrêt des installations dans l'attente d'une réparation et d'essais confirmant leur sécurité. Les pertes matérielles sont estimées à 800 kEuros. Le manque à gagner se chiffre à 20 kEuros par semaine d'arrêt.

Juste avant l'accident, une perte d'alimentation sur le réseau 20 kV pendant 300 ms a provoqué l'indisponibilité prolongée du poste source alimentant le site. Cette coupure électrique a déclenché la mise en sécurité passive des éoliennes (ouverture des électrovannes commandant le circuit hydraulique de freinage). Selon l'exploitant, les violentes rafales instantanées (150 km/h) enregistrées le 3/01 ont pu endommager la pale en générant des efforts excédant les valeurs admissibles. Les fortes contraintes mécaniques lors de l'arrêt brutal de la rotation auraient alors déclenché sa dislocation.

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

L'intrados de la pale se serait séparé de l'extrados avant de percuter le mât puis l'autre pale.

L'éolienne détruite était également la seule du parc dépourvue de dispositif de ralentissement aérodynamique en bout de pale actionné par la force centrifuge. Elle en sera désormais équipée. Ce système protège mécaniquement les pales en réduisant la vitesse de rotation avant l'activation du frein hydraulique. Suite à l'accident, la vitesse de bridage des éoliennes est par ailleurs temporairement abaissée de 25 à 19 m/s.

Ce modèle d'éolienne installé au début des années 2000 est impliqué dans au moins 2 autres accidents (ARIA 29385 et 38999).

Accident
Chute d'une pale d'éolienne
N° 53139 - 30/01/2019 - FRANCE - 11 - ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53139/>


Vers 13 h, une pale d'une éolienne se rompt et chute au sol. Plusieurs vis provenant du moyeu à roulement de la pale sont retrouvées au sol. Un périmètre de sécurité est mis en place autour de l'éolienne. L'exploitant arrête les 6 autres éoliennes de même technologie du parc. A la demande de l'inspection des installations classées, les 22 autres éoliennes du parc sont arrêtées 5 jours plus tard. Un arrêté préfectoral d'urgence soumet leur redémarrage à l'accord de l'inspection.

L'exploitant ne constate pas de dommage structurel sur le reste de l'éolienne. Le mat est intact, ainsi que les fondations. Certaines des vis retrouvées au sol présentent des ruptures franches, des éléments distinctifs de fatigue et des traces de corrosion. Cette corrosion pourrait avoir été engendrée par une précharge insuffisante lors du serrage.

Le parc éolien a connu une série d'événements similaires affectant 4 éoliennes de technologies différentes de celle objet du résumé?:

- 2011 : des vis de fixation?entre la bague extérieure du roulement et le moyeu sont retrouvées?au sol. L'éolienne est mise à l'arrêt durant 4 mois pour procéder au remplacement du roulement de pale et des vis?;
- 2013 (ARIA?43576) : chute d'une pale et constat de la rupture des vis de la bague extérieure du roulement de pale et desserrage de plusieurs vis ;
- 2015 (ARIA?53862)??:?chute d'une pale d'une éolienne. A la suite de l'accident de 2013, toutes les vis incriminées avaient été changées. Cependant, lors d'un contrôle de serrage après un mois de fonctionnement avec ces mêmes vis, il avait été?noté une faible tension de serrage des vis. Une?fatigue a pu être initiée et conduire à la rupture 2 ans plus tard. Toutes les vis des éoliennes du parc de même technologie sont alors remplacées par des vis monitorées permettant?un suivi trimestriel du serrage par ultrason.

Au regard de cet historique l'exploitant met en oeuvre le plan d'action suivant :

- réalisation?d'une campagne de contrôle visuel des marquages de l'ensemble des vis de chaque pale des 6 éoliennes de même modèle que celle dont la pale a chuté en 2019, afin d'identifier rapidement d'éventuel défaut de serrage sur les autres pâles?;
- réalisation d'une expertise métallurgique des vis de l'éolienne sinistrée?;
- remplacement total et à neuf de l'ensemble des vis de chaque pale des 6 éoliennes?;
- modification de la périodicité du contrôle de serrage à 3 mois, 6 mois et 12 mois.

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

Accident**Feu dans la nacelle d'une éolienne****N° 49746 - 06/06/2017 - FRANCE - 28 - ALLONNES .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49746/>

Vers 18 h, un feu se déclare dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant met en sécurité les 17 machines du parc éolien. Les secours coupent la circulation sur la N154. L'incendie s'éteint seul, à la fin de la combustion de la nacelle, vers 19h30. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés. Une partie des pales ainsi que le haut du mât ont été touchés par l'incendie. Des éléments sont tombés au sol. L'exploitant met en place un gardiennage.

Le lendemain, l'inspection des installations classées se rend sur les lieux. Des coulures d'hydrocarbures sont constatées sur le mât. Les dégâts sont de nature à compromettre la stabilité mécanique du mât, de la nacelle, des pales et du rotor de l'éolienne. En première hypothèse, l'exploitant indique qu'un défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle, pourrait être à l'origine du sinistre. Il exclut la piste d'un impact de foudre. Un arrêté préfectoral d'urgence demande à l'exploitant :

- la mise en sécurité de l'éolienne avec démontage des éléments risquant de chuter et matérialisation d'un périmètre de sécurité de 300 m ;
- une surveillance de l'environnement avec analyse de la pollution des sols et évacuations des déchets.

L'éolienne est démantelée le 17/06.

Accident**Incendie d'une éolienne au sol pour démantèlement****N° 55456 - 20/04/2020 - FRANCE - 972 - LE VAUCLIN .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55456/>

Peu avant 14 h, un feu se déclare sur le générateur d'une éolienne déposée au sol en vue de son démantèlement, programmé au 2ème trimestre 2020, 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 manico (famille des marsupiaux) serait à l'origine de l'incendie. Un animal est retrouvé mort dans le tableau électrique du transformateur d'une autre éolienne.

Accident**Chute d'un bout de pale d'une éolienne****N° 53894 - 27/06/2019 - FRANCE - 02 - CHARLY-SUR-MARNE .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53894/>

Vers 9 h, lors d'une maintenance, 2 techniciens constatent qu'une pale d'une autre éolienne

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 18/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

présente un angle anormal. Ils demandent au centre de maintenance l'arrêt à distance de cette éolienne. Vers 9h30, lors de la mise à l'arrêt, le bout de la pale abîmée est projeté en 2 morceaux, l'un à 15 m, l'autre à 100 m dans l'enceinte du parc éolien. Chaque morceau correspond à une face de la pale. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place autour de l'éolienne. L'exploitant arrête l'ensemble des éoliennes du parc. Un arrêté municipal interdit, dès le lendemain, l'accès à l'ensemble du parc éolien pour une durée indéterminée. La vitesse du vent au moment du détachement était comprise entre 6 et 7 m/s. La température extérieure était de 22 °C sachant que de très fortes chaleurs sévissaient pendant la période.

En septembre 2016, les pales de l'éolienne avaient été inspectées. Des reprises de peinture et la réparation d'une fissure avaient été réalisées. Ces défauts avaient été classés comme mineurs. En octobre 2018, une inspection visuelle n'avait révélé aucun défaut.

Après expertise de la pale, il est constaté un contact inadéquat de la coque côté extrados et des bords avec l'adhésif du longeron. L'exploitant inspecte l'ensemble des pales du parc éolien en tapant sur chaque pale avec un objet métallique afin de détecter d'éventuelles différences de vibration sur la coque côté extrados sur toute la longueur de pale. Une inspection visuelle ainsi qu'un contrôle du chemin d'évacuation de la foudre de chaque pale sont également réalisées. Aucune autre pale ne présente de défaillance.

Accident**Chute d'un aérofrein d'une éolienne****N° 50291 - 17/07/2017 - FRANCE - 76 - FECAMP .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50291/>

Vers 23h30, un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne dans un parc éolien. Le lendemain matin, un agent de maintenance découvre l'équipement au pied du mât de 49 m. La clôture du site est endommagée. L'éolienne est arrêtée. Un arrêt pour maintenance étant programmé 6 jours après, les autres aérogénérateurs du site sont maintenus en fonctionnement. Durant cet arrêt, les mécanismes d'aérofreins et les pales de toutes les machines sont inspectées. L'aérofrein défectueux est remplacé. L'installation redémarre le 16/08/17.

L'exploitant conclut que le desserrage d'une vis anti-rotation a provoqué la chute de l'aérofrein. Un problème de montage, ou des vibrations en fonctionnement, en serait à l'origine. Il étudie l'opportunité d'augmenter la fréquence d'inspection des mécanismes de fixation des aérofreins ou leur modification, notamment pour fiabiliser l'action de la vis anti-rotation.

Accident**Chute des pales et du rotor d'une éolienne****N° 47377 - 10/11/2015 - FRANCE - 55 - MENIL-LA-HORGNE .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47377/>

Vers 22h30, les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Le centre de supervision à distance du parc constate la perte de communication avec l'éolienne. Il la découple du réseau. Le lendemain, les agents de maintenance constatent sur place la rupture du rotor. Ils sécurisent la zone. Les 6 autres éoliennes du parc sont mises à l'arrêt. Les débris, disséminés sur 4 000 m²,

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 19/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

sont ramassés.

Selon l'exploitant, les premières constatations indiqueraient une défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice. Elle trouverait son origine dans un défaut de fabrication de la pièce. Une non-conformité dans le processus de moulage de cette pièce de fonderie en acier est suspectée. Un défaut métallurgique, de type inclusion de laitier, aurait fragilisé la pièce et conduit à sa rupture par fatigue. Les contrôles réalisés sur les autres éoliennes du parc ont mis en évidence que ce type de défaut était présent sur un des autres arbres lents, au même niveau que celui accidenté.

Au total 54 éoliennes du même modèle sont installées en France. Les services du ministère du développement durable demandent au fabricant d'établir un programme de contrôle adapté. A la suite des contrôles effectués sur les autres arbres lents du même parc d'éolienne, 2 d'entre eux sont remplacés.

Accident**Feu d'éolienne**

N° 43228 - 05/11/2012 - FRANCE - 11 - SIGEAN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43228/>



Un feu se déclare vers 17 h sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien ; un voisin donne l'alerte à 17h30. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante. Les pompiers éteignent l'incendie vers 21h30. L'exploitant met en place un balisage de sécurité à l'aube le lendemain. A la suite de la chute d'une pale à 15h20, un gardiennage 24 h / 24 est mis en place. Le 08/11, la municipalité interdit par arrêté l'accès au chemin menant à l'éolienne.

Le feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante.

Cet accident met en question la fiabilité des dispositifs de protection électrique, les possibilités de suraccident (propagation de l'incendie à la végétation environnante, chute de pale) et des pistes d'amélioration dans la détection et la localisation des incendies d'éoliennes, ainsi que dans la réduction des délais d'intervention.

Accident**Rupture d'une pale d'éolienne lors du passage d'une tempête**

N° 55055 - 09/02/2020 - FRANCE - 02 - BEAUREVOIR .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55055/>

Dans la nuit, une pale d'une éolienne située dans un parc composée de 5 machines, se brise lors du passage de la tempête Ciara. L'exploitant se rend sur place pour sécuriser la zone. L'éolienne était à l'arrêt, pour une opération de maintenance, au moment de la tempête. L'exploitant place la pale endommagée en position basse, ôte les débris qui peuvent se détacher et met à l'arrêt les autres machines du parc. Il informe la mairie et les propriétaires fonciers de l'incident. Une inspection externe de l'ensemble des pâles du parc par téléobjectifs est réalisée.?

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

Quelques jours plus tard, l'inspection des installations classées constate la mise en place de barrières pour interdire l'accès aux différentes éoliennes du parc. Elle demande à l'exploitant de maintenir les éoliennes à l'arrêt et d'établir un périmètre de sécurité dans l'aire de survol des éoliennes jusqu'à l'identification de l'origine de la rupture. Elle préconise le démantèlement complet de la pale afin d'éviter toute chute d'éléments et la réalisation d'investigations internes des autres pâles du site.

Des débris de pâles en fibre de verre sont projetés dans les champs jusqu'à plusieurs centaines de mètres en raison des vents importants au moment de la rupture. Certains débris traversent une route départementale. L'exploitant mandate une société spécialisée pour collecter les différents fragments, estimés à environ 800 kg, et les envoyer dans la filière de traitement dédiée. Un traitement des sols est aussi envisagé pour s'assurer de l'absence totale de résidus.

D'après l'exploitant, les conditions météorologiques durant le week-end sont à l'origine de la rupture de la pale.?

Accident**Chute d'un bout de pale d'éolienne**

N° 52967 - 17/01/2019 - FRANCE - 57 - BAMBIDERSTROFF .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52967/>

Vers 15h, dans un parc éolien, 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. L'exploitant arrête les 5 autres aérogénérateurs du parc à 15h17. Il met en place un périmètre de sécurité et ramasse la totalité des débris.

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.

Selon le constructeur, cette désolidarisation d'un bout de pale serait survenue pour la première fois en 12 ans d'exploitation. Le constructeur identifie sur les parcs éoliens en France, 84 pâles fabriquées selon les mêmes spécifications que celle qui s'est désolidarisée. Il informe les exploitants de ces parcs éoliens afin que soient menées des inspections supplémentaires permettant de contrôler la suffisance de la quantité et de la distribution de colle entre la coquille inférieure et le reste de la structure des pâles.

Accident**Défaillance mécanique d'une éolienne**

N° 53153 - 08/03/2018 - FRANCE - 25 - VILLERS-GRELOT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53153/>

Dans un parc de 14 éoliennes, l'alarme de suivi des vibrations de composants mobiles de l'une d'elle s'active. La machine s'arrête automatiquement. Une équipe de l'exploitant se rend sur place. Elle constate qu'une dent de l'arbre rapide, situé entre le multiplicateur et la génératrice, est cassée. Aucune conséquence n'est relevée sur d'autres composants ou l'environnement.

L'exploitant contacte le fabricant de l'éolienne. Ce dernier détecte un défaut de fabrication au niveau de la couronne dentée de l'arbre rapide : une inclusion de bulle d'air est découverte dans l'acier. L'exploitant demande à son fournisseur des améliorations organisationnelles dans ses processus de fabrication ainsi que dans la disponibilité des

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

pièces et des intervenants.

La pièce défectueuse est remplacée. La production de l'aérogénérateur reprend après 39 jours d'arrêt.

Accident

Fuite d'huile sur une éolienne

N° 50898 - 24/07/2017 - FRANCE - 56 - MAURON .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50898/>

Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. La rupture d'un flexible du circuit hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol. L'éolienne est arrêtée et des absorbants sont disposés au sol. Le flexible est remplacé. L'éolienne redémarre le lendemain.

Une société spécialisée réalise un diagnostic de l'état des milieux sur 3 500 m² en réalisant 7 sondages du sol. Seule une zone de pollution de 2 m² sur 10 cm de profondeur est identifiée au pied du mât. Une société de traitement évacue ces graviers impactés. La vétusté du flexible serait à l'origine de la fuite.

Accident

Rupture des pales d'une éolienne

N° 49104 - 12/01/2017 - FRANCE - 11 - TUCHAN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49104/>

Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. Il met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès.

L'éolienne, de 600 kW mise en service en 2002, était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent quelques jours auparavant. Cette rupture a eu pour conséquence le désaccouplement du rotor avec le multiplicateur, donc de rendre inopérant le frein mécanique. Bien que mise en position de sécurité (parallèle au vent et aérofrein des pales activé), les vents à 25 m/s ont provoqué la rupture des pales à cause d'une vitesse de rotation excessive.

Après expertise, l'exploitant conclut que la cause la plus probable de la casse de l'arbre lent est un endommagement du roulement avant sur lequel l'arbre est posé. Cette défaillance aurait induite une contrainte importante en flexion sur la partie arrière, à l'entrée dans le multiplicateur, provoquant sa rupture. Aucune faiblesse n'est identifiée dans la structure de la matière de l'arbre. Les contrôles réalisés sur les autres installations de son parc ne détectent pas d'anomalie.

Afin d'éviter le renouvellement de cet incident, l'exploitant prévoit d'équiper tous ses aérogénérateurs d'un capteur inductif de présence. Couplé au système de contrôle/commande de l'éolienne, ceci permettrait de mettre l'éolienne en sécurité dès que le roulement avant viendrait à s'affaïsser de plus de 1 mm. Dans pareil cas, un contrôle visuel et fonctionnel de l'ensemble roulement/arbre lent serait engagé. De plus, un contrôle vibratoire de la chaîne d'entraînement est planifié à intervalles réguliers afin de détecter un éventuel défaut d'alignement ou une contrainte particulière.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 22/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

L'éolienne accidentée est remise en service après réparation de son mât et remplacement des pièces endommagées (pales, multiplicateur, arbre lent).

Accident

Fuite d'huile dans une éolienne

N° 48264 - 28/05/2016 - FRANCE - 28 - JANVILLE-EN-BEAUCE .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48264/>

À 15h15, un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. Il arrête celle-ci et contacte l'équipe de maintenance. Arrivés à 17 h, les agents mettent en place des absorbants. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol. La défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne est à l'origine de la fuite. L'installation est réparée 2 jours plus tard. L'exploitant effectue une campagne de remplacement des raccords identiques du parc.

Accident

Chute d'une pale d'une éolienne

N° 53862 - 05/04/2015 - FRANCE - 11 - ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53862/>

Vers 1h24, une alarme due à un défaut vibratoire est remontée. L'éolienne s'arrête automatiquement. Lors du déplacement des techniciens sur site vers 12h17, ils constatent la présence d'une pale au sol en pied de tour, les 2 autres pales étant toujours solidaires du moyeu.

L'éolienne est mise en sécurité (impossibilité de redémarrage à distance et mise en drapeau des pales afin qu'il n'y ait pas de prise au vent). Un périmètre de sécurité d'environ 100 m autour de l'éolienne est mis en place et la municipalité interdit l'accès à la zone. Au vu de l'historique accidentel sur ce parc éolien (ARIA 43576), l'inspection des installations classées demande l'arrêt immédiat des 4 éoliennes de même technologies du parc. Les 2 autres pales sont inspectées sans qu'il ne soit relevé de défaut. La pale est évacuée 2 jours plus tard.

L'exploitant contrôle le couple de serrage de l'ensemble des vis de fixation des pales au moyen des 4 éoliennes de même technologie. La grande majorité des vis sont en mauvais état (déformation, rouille, usure,...).

Le mauvais état des vis a été probablement engendré par le fonctionnement en mode dégradé des éoliennes durant 1 mois en 2013 (ARIA 43576). En effet, alors que les 4 éoliennes étaient en service depuis 1 mois après le remplacement des vis de l'ensemble des pales, il avait été détecté un défaut de serrage. Le couple de serrage avait été repris sans remplacement des vis qui ont pu être soumises à des contraintes pendant ce mois de fonctionnement, durant lequel avaient été enregistrées de fortes turbulences de vent selon la direction 80°-110°.

Après la chute de pale en avril 2015, l'exploitant procède :

- au remplacement de toutes les vis et rondelles assurant la fixation des pales au moyen

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 23/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

- ;
- à des contrôles périodiques des couples de serrage ;
- au bridage la puissance des 4 éoliennes à 700kW (le bridage sectoriel selon la direction n'est pas techniquement possible) ;
- au changement de sa procédure de redémarrage automatique : lors de la remontée d'une alarme vibratoire, un technicien doit se déplacer sur site pour réaliser une inspection avant éventuel démarrage.

Les 4 éoliennes sont remises en service en septembre 2015. Entre septembre 2017 et avril 2018, le constructeur remplace toutes les vis par des vis monitorées afin de réaliser un suivi trimestriel du couple de serrage par ultrason.

Accident
Incendie d'une nacelle d'une éolienne
N° 55294 - 24/03/2020 - FRANCE - 12 - FLAVIN .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55294/>

A 9h40, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne. Un riverain alerte les pompiers qui préviennent l'exploitant. A 9h42, l'exploitant perd la communication avec l'éolienne. La caméra du site confirme l'incendie. Le disjoncteur est ouvert à distance. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité. A 12 h, l'incendie est terminée. Les 4 autres éoliennes sont arrêtées. Dès le lendemain, l'exploitant met en place un gardiennage par une société extérieure et une surveillance permanente à distance via une caméra. Il analyse les systèmes de surveillance du fonctionnement de l'éolienne pour identifier l'origine de l'incendie et définir les mesures à mettre en oeuvre. L'éolienne était en fonctionnement normal et les conditions météorologiques peu contraignantes au moment de l'incident.

Des coulures d'huiles sont visibles sur la partie supérieure du mât mais aucune pollution du sol n'est constatée. L'incendie est limité à la nacelle et au rotor. Une route départementale est interdite à la circulation pour 2 semaines. Des pertes d'exploitation sont à prévoir.

A la suite de la visite sur site de l'inspection des installations classées 3 jours après l'incendie, l'exploitant doit, pour la mise en sécurité du site :

- élargir le périmètre de sécurité et mettre en place des panneaux d'information, car le risque de chute d'éléments n'est pas écarté ;
- démonter les éléments susceptibles de chuter ;
- collecter les débris générés par l'incendie et les éliminer en filière de traitement ;
- réaliser une analyse des sols afin de caractériser un éventuel impact.

Accident
Rupture d'une pale sur une éolienne
N° 55311 - 26/02/2020 - FRANCE - 16 - THEIL-RABIER .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55311/>

Une pale d'éolienne se rompt sur un parc comportant 12 éoliennes. L'éolienne s'arrête en sécurité et le reste des machines du parc sont mises à l'arrêt à distance par l'exploitant. Un périmètre de sécurité est mis en place. Le morceau principal reste accroché à la base de la pale. Des fragments de fibre sont retrouvés au sol au pied de la machine.

L'exploitant fait intervenir le constructeur pour réaliser une expertise. Le lot de fabrication

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

de la pale sinistrée est identifié par le constructeur. L'hypothèse de rupture est liée à un défaut interne de la pale.

Une pale d'une autre éolienne s'est brisée sur le même site 2 mois auparavant, provoquant l'arrêt du parc pendant près d'un mois (ARIA 54810). Le contrôle visuel réalisé à la suite de cet événement sur l'ensemble du parc n'avait rien révélé sur la pale impliquée.

Accident
Chute d'une partie de la pale d'une éolienne
N° 54810 - 09/12/2019 - FRANCE - 16 - LA FORET-DE-TE SSE .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54810/>

Vers 18 h, un riverain constate la chute d'un bout de pale de 7 m d'une des 12 éoliennes du parc. L'éolienne concernée s'arrête. L'exploitant met en sécurité les 11 autres éoliennes. Un périmètre de sécurité de 150 m et une surveillance sont mis en place pour interdire l'accès au public.

La pale s'est brisée en 3 morceaux principaux (2 points de rupture à 16,5 m et 47 m de la racine de la pale). Des débris solides (fibres de verre, fibres de carbone, PVC) sont projetés sur 2 parcelles agricoles aux alentours. Un morceau de 30 m initialement resté accroché à la racine de la pale tombe 48 h plus tard suite aux forts vents. Le ramassage des débris ainsi que le bâchage des 2 plus gros morceaux de pale au sol afin d'éviter l'éparpillement de nouveaux débris sont réalisés.

L'exploitant recherche les causes de cette rupture sachant qu'aucun emballement du rotor n'a été détecté dans les secondes qui ont précédé l'incident. Le lot de fabrication de la pale sinistrée est identifié par le constructeur. Les contrôles réalisés le lendemain du sinistre sur l'ensemble des 11 autres éoliennes n'identifient pas de dommage, d'imperfection ou de trace de foudre.

La dernière inspection du constructeur réalisée par drone 8 mois plus tôt n'avait révélé aucun défaut.

Accident
Eolienne touchée par la foudre
N° 53429 - 02/04/2019 - FRANCE - 80 - EQUANCOURT .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53429/>

Dans l'après-midi, lors d'un épisode orageux, la foudre touche une des 12 éoliennes d'un parc éolien. Un élu constate une trace noire sur une des pales de la machine. Il alerte le gestionnaire du site. Après constat sur place, l'éolienne est arrêtée à distance à 18h30. Une équipe technique, arrivée sur place à 20h37, place les pales en drapeau et positionne la pale impactée vers le bas, le long du mât, pour éviter tout risque complémentaire. La zone au pied de l'éolienne est balisée pour prévenir tout risque d'accident.

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. Une autre inspection les jours suivants permet de confirmer

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

qu'aucune autre des éoliennes n'a été touchée par la foudre. La pale est déposée pour la réparer.

Accident

Incendie d'éolienne propagé à la végétation

N° 52641 - 28/09/2018 - FRANCE - 81 - SAUVETERRE .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52641/>

Vers 2h, un feu se déclare au niveau de la nacelle d'une éolienne dans un parc éolien. Un riverain donne l'alerte. L'exploitant arrête les 4 aérogénérateurs du site. Les pompiers rencontrent des difficultés d'accès à la zone sinistrée. Des éléments enflammés chutent au sol. L'incendie se propage à la végétation voisine. Les pompiers maîtrisent le sinistre à 6h30. Ils maintiennent une surveillance en raison des risques de reprise de feu. L'exploitant met en place un balisage et un gardiennage de la zone.

La nacelle, les pales et des armoires de commande en pied de mât sont détruits. La machine est démantelée début novembre. L'incendie impacte également 2,5 ha de végétation, essentiellement une plantation de résineux, qui ont brûlé.

La présence de 2 foyers et de traces d'effraction sur la porte d'accès amènent les secours à conclure à un acte de malveillance.

Accident

Incendies criminels dans un parc éolien

N° 51675 - 01/06/2018 - FRANCE - 26 - MARSANNE .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51675/>



Vers 2h30, un feu se déclare au pied d'une éolienne dans un parc composé de 8 aérogénérateurs. L'incendie se propage jusqu'à sa nacelle. Les pompiers placent des lances en prévention de l'extension du sinistre à la végétation car des morceaux incandescents chutent au sol. Ils maîtrisent l'incendie. La nacelle est entièrement brûlée ainsi que la base des pales mais celles-ci restent en place. Une deuxième éolienne fait également l'objet d'un départ de feu, mais celui-ci est resté confiné à sa base. Des barrières sont posées sur les accès et un gardiennage est effectué.

La gendarmerie conclut que l'origine de l'événement est criminelle : les portes d'accès aux éoliennes impliquées ont été fracturées et du combustible est découvert. L'exploitant estime les dégâts à 2 MEUR.

Accident

Bris d'une pale d'éolienne

N° 50148 - 04/08/2017 - FRANCE - 02 - PRIEZ .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50148/>

Vers 3 h une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol. L'aérogénérateur se situe dans un parc composé de 7 machines. Un agriculteur voisin, réveillé par la chute de la pale, donne l'alerte. Une alarme se déclenche auprès du fabricant. Les débris sont retrouvés par l'exploitant au pied du mât le matin. Il en sécurise l'accès et fait surveiller la

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 26/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

zone. L'inspection des installations classées demande la mise à l'arrêt de tous les aérogénérateurs du parc dans l'attente de la compréhension de l'événement. L'exploitant met en place une cellule de crise pour déterminer les causes de l'incident avec des experts. Le fabricant réalise une inspection visuelle à la jumelle sur les autres éoliennes du parc.

Le parc vient d'être construit et entre dans sa phase de mise en service. Les premiers essais sur le mât ont commencé deux semaines avant l'incident.

Le fabricant précise que la pale s'est brisée lors de sa descente et était en position basse lors de sa rupture.

Accident

Rupture d'une pale d'éolienne

N° 49359 - 27/02/2017 - FRANCE - 55 - LAVALLEE .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49359/>

Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise.

Un orage violent s'est abattu sur la zone de 18 h à 18h30. À 18h07, l'alarme "vent fort" de l'éolienne voisine s'est déclenchée. L'alarme "capteur de vibration" de l'éolienne endommagée s'est déclenchée à la même heure. À 18h10, le réseau électrique a été coupé, provoquant la perte de liaison avec le parc éolien. L'exploitant a découvert la casse le lendemain en se rendant sur place pour remettre le parc en service. Le parc avait été mis en service en février 2011.

Le fabricant de l'éolienne réalise l'expertise de la pale. Ses vérifications lui permettent d'exclure un défaut de fabrication et de confirmer le respect des spécifications. L'hypothèse d'un impact de foudre est également écartée : aucune trace d'impact n'est retrouvé. Une rafale de vent extrême ayant été mesurée dans les secondes précédant la rupture, cette origine est privilégiée pour expliquer la casse de la pale. Le contrôle de 2 autres éoliennes du parc ne révèlent pas de défaut.

Accident

Fissure sur une pale d'éolienne

N° 49413 - 11/01/2017 - FRANCE - 59 - LE QUESNOY .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49413/>

Une fissure de 6,5 m de long est constatée sur une pale d'une éolienne. L'exploitant arrête l'installation. Le constructeur de l'éolienne expertise la pale. Le dommage est situé sur l'habillage de la pale et n'affecte pas la partie structurelle. Selon le constructeur, ce défaut est réparable et ne nécessite pas le remplacement de l'intégralité de la pale. Si les conditions climatiques le permettent, une intervention sans dépose de la pale sera privilégiée. Selon le constructeur, le défaut est un cas isolé et ne présente pas de caractère générique.

Accident

Le vent endommage une éolienne

N° 47680 - 08/02/2016 - FRANCE - 29 - DINEAULT .

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 27/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47680/>

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. Dans les 2 cas, les manchons des pales sont restés arrimés au moyeu. L'exploitant met en sécurité les 4 éoliennes du parc. Les secours établissent un périmètre de sécurité de 350 m.

L'éolienne, de 29 m de hauteur, datait de 1999 (puissance unitaire de 300 kW).

Accident
Feu d'éolienne**N° 43630 - 17/03/2013 - FRANCE - 51 - EUVY .**

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43630/>


Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne. L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieux périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Les maires des communes voisines se sont rendus sur place.

Au moment du départ de feu, le vent soufflait à 11 m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique après avoir écarté la malveillance. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse. Les 18 machines sont inspectées. A la suite de l'accident, l'exploitant et la société chargée de la maintenance étudient la possibilité d'installer des détecteurs de fumées dans les éoliennes.

Accident
Incendie sur une éolienne**N° 55133 - 29/02/2020 - FRANCE - 80 - BOISBERGUES .**

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55133/>

Vers 13h25, un feu se déclare au niveau du moteur d'une éolienne. L'électricité est coupée et l'éolienne est mise à l'arrêt. Un technicien et le groupe d'intervention en milieu périlleux des pompiers sont sur place. Le feu est resté sur le mât sans atteindre les pâles. L'éolienne est hors-service.

L'incendie est probablement dû à une fuite d'huile.

Accident
Fumée blanche au niveau d'une éolienne**N° 54985 - 16/12/2019 - FRANCE - 28 - POINVILLE .**

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54985/>

Vers 12h30, un feu sans flamme se déclare sur une éolienne d'un parc éolien. A 13h10, de

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 28/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

la fumée blanche est constatée. Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité et surveillent l'équipement. Vers 16 h, il n'y a plus de fumée, les pompiers inspectent la machine en pied et quittent le site vers 17 h.

Seules les gaines protectrices des câbles de puissance ont brûlé sur 10 m de long. L'expert en assurance suppose une combustion sans flamme et estime la température atteinte en nacelle en dessous de 100 °C.

L'exploitant inspecte toutes les autres éoliennes du même type. Il transmet l'information au fabricant et à la filiale.

Accident
Chute de 3 aérofreins dans un parc éolien**N° 52653 - 18/11/2018 - FRANCE - 11 - CONILHAC-CORBIERES .**

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52653/>

Les 3 aérofreins en extrémité des pales d'une éolienne chutent au sol, au pied du mât. L'équipe technique constate l'incident en se rendant sur site le lendemain en raison de l'arrêt de l'aérogénérateur. 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 en filaire agréée.

L'éolienne s'est arrêtée à la suite de l'ouverture de la chaîne de sécurité. La rupture des parties en fibre de verre ainsi que de l'axe en carbone de fixation de l'aérofrein est constatée.

Un accident similaire est survenu sur ce parc au début 2018 (ARIA 51122).

Accident
Chute des extrémités de 2 pales d'une éolienne**N° 51853 - 04/07/2018 - FRANCE - 11 - PORT-LA-NOUVELLE .**

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51853/>

Vers 18 h, une avarie est constatée sur 2 des pales d'une éolienne : leurs extrémités se sont disloquées. Des éléments sont 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. Un gardiennage permanent est mis en oeuvre, pendant 4 jours, le temps d'évacuer tous les débris.

L'inspection des installations classées se rend sur place 2 jours après et demande à l'exploitant de :

- nettoyer la zone pour évacuer l'ensemble des débris et les remettre à une filiale agréée ;
- maintenir un gardiennage jusqu'à la mise en place d'un balisage renforcé autour de l'éolienne ;
- maintenir le parc éolien à l'arrêt jusqu'aux résultats des investigations menées pour connaître l'origine de l'incident et la mise en oeuvre d'actions préventives / correctives préconisées sur les 4 autres éoliennes du parc.

Accident

 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 29/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

Chute de l'aérovein d'une pale d'éolienne
N° 51122 - 06/02/2018 - FRANCE - 11 - CONILHAC-CORBIERES .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51122/>

Vers 11h30, l'aérovein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.

À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérovein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.

Un accident similaire est survenu sur ce parc 2 ans auparavant (ARIA 47675).

Accident
Chute de pale d'éolienne due à la foudre
N° 49768 - 08/06/2017 - FRANCE - 16 - AUSSAC-VADALLE .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49768/>

Durant la nuit lors d'un orage, une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Le lendemain matin, l'exploitant arrête les 4 éoliennes de son parc. Il collecte les débris tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât et met en place un balisage. Il avertit l'exploitant agricole propriétaire du champ où est installée l'éolienne.

L'expertise réalisée par le fabricant de la pale conclut qu'un impact de foudre est à l'origine de sa rupture. Survenu à 35 cm de l'extrémité, il a entraîné la rupture du bord de fuit, puis une déchirure du fragment. Le dispositif de protection contre la foudre ne montre pas de défaut.

Accident
Chute d'une pale d'une éolienne
N° 49151 - 18/01/2017 - FRANCE - 80 - NURLU .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49151/>

Un particulier constate qu'une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Il informe l'exploitant qui arrête toutes les machines du parc en activité. Arrivés sur site à 11h30, des agents demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité autour de la zone.

Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute.

Sur place le lendemain, l'inspection des installations classées constate que les 2/3 de la pale sont brisés, mais que son armature est toujours en place. L'essentiel des débris se situe à moins de 90 m du mât. Les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.

Accident
Rupture de l'aérovein d'une pale d'éolienne
N° 47675 - 07/02/2016 - FRANCE - 11 - CONILHAC-CORBIERES .

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

 Page 30/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47675/>


Vers 11h30, l'aérovein d'une des 3 pales d'une éolienne se rompt et chute au sol. L'exploitant procède à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien à distance. Les secours sécurisent les lieux. Les premières investigations indiqueraient qu'un point d'attache du système mécanique de commande de l'aérovein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aérovein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aérovein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu. Une campagne de contrôle des pales, aéroveins et de la chaîne de sécurité de chaque éolienne est réalisée.

L'exploitant évalue les dommages matériels à 130kEUR et une perte d'exploitation de 70kEUR.

Accident
Feu d'éolienne.
N° 46304 - 29/01/2015 - FRANCE - 02 - REMIGNY .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46304/>


À 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place à 7h30, des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Ils alertent les pompiers. À cause des fumées, ces derniers ne parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation. À 9h20 ils réussissent à progresser dans l'éolienne et éteignent le feu.

Les dommages matériels sont estimés à 150 kEUR. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés.

Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.

L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test. L'exploitant prévoit de tester la qualité de l'isolation de tous les câbles de puissance avant la mise en service. Il prévoit également de réaliser des mesures thermiques sur tous les câbles de puissance à 80 % de leur charge nominale.

Accident
Chute d'une pale d'éolienne
N° 46030 - 05/12/2014 - FRANCE - 11 - FITOU .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46030/>

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'aérovein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérovein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments-là sont encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité la pale

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

 Page 31/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

endommagée vers le bas.

L'exploitant effectue une inspection visuelle des pales des 8 autres éoliennes du parc. En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise.

Accident

Feu d'éolienne

N° 44831 - 09/01/2014 - FRANCE - 08 - ANTHENY .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/44831/>

Un feu se déclare vers 18 h au niveau de la partie moteur d'une éolienne de 2,5 MW. Le parc éolien est isolé électriquement. Un périmètre de sécurité de 300 m est mis en place. Le feu s'éteint de lui-même vers 20 h.

La nacelle est détruite, le rotor est intact. Le balisage aéronautique de la machine étant hors-service, les services de l'aviation civile sont alertés. La presse évoque un incident électrique pour expliquer le départ de feu.

L'éolienne sinistrée est démantelée le 17/06 par basculement à l'explosif. Cette opération nécessite la mise en place d'un périmètre de sécurité de 1 km.

Accident

Eolienne touchée par la foudre

N° 45016 - 20/06/2013 - FRANCE - 07 - LABASTIDE-SUR-BESORGUES .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/45016/>

Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées. L'éolienne est mise en sécurité et un périmètre de sécurité est établi. La municipalité, l'aviation civile (défaut de balisage), les services de l'électricité et du téléphone, la société en charge de la maintenance et l'inspection des installations classées sont informés.

L'impact enregistré le plus proche de l'éolienne au moment de l'orage est donné avec une intensité de 94 kA. L'exploitant change les 3 pâles et redémarre l'éolienne le 02/08/13. Le fabricant de l'éolienne indique que ce type d'incident est exceptionnel (incursion d'un arc électrique dans la pale conduisant à une montée en pression de l'air intérieur), aucune dérive fonctionnelle du système parafoudre n'ont été trouvées.

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N° 43841 - 11/04/2012 - FRANCE - 11 - SIGEAN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43841/>

Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 32/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

plus tard. Sur place, 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. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et l'éolienne est mise en sécurité (pales en drapeau). Au moment de l'accident, la vitesse du vent était de 10 à 12 m/s. L'inspection des installations classées a été informée.

L'expertise d'assurance attribue l'accident à un impact de foudre sur l'éolienne. Un an plus tard, celle-ci est toujours arrêtée.

Accident

Impact de foudre sur une pale d'éolienne

N° 53955 - 03/07/2019 - FRANCE - 11 - SIGEAN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53955/>

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.

Accident

Incendie d'éolienne

N° 51681 - 05/06/2018 - FRANCE - 34 - AUMELAS .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51681/>

Un feu se déclare vers 18h45 dans la nacelle d'une éolienne de 70 m de haut. 10 minutes plus tard, l'exploitant découple à distance le parc éolien du réseau électrique. Des éléments de l'éolienne en feu chutent au sol. Les flammes se propagent en partie basse de l'aérogénérateur. Les pompiers laissent l'incendie se terminer sous surveillance, mais placent des lances en prévention d'une propagation du sinistre à la végétation. La nacelle de l'aérogénérateur est presque totalement détruite. La végétation est brûlée sur 50m². L'accès à la zone est interdit et surveillé. Les débris sont ramassés.

Selon la presse, un dysfonctionnement électrique serait à l'origine de l'incendie.

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N° 50905 - 04/01/2018 - FRANCE - 55 - NIXEVILLE-BLERCOURT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50905/>

Dans un parc éolien, l'extrémité d'une pale d'une éolienne de 2 MW se rompt lors d'un épisode venteux. Un morceau de 20 m chute au sol. L'exploitant sécurise la zone. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m. Un gardiennage est mis en place 24 h/24.

Accident

Feu d'éolienne

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 33/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

N° 47062 - 24/08/2015 - FRANCE - 28 - SANTILLY .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47062/>

Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance. Les chemins menant à l'éolienne sont interdits à la circulation.

Accident
Éolienne endommagée par un incendie.
N° 42906 - 21/10/2009 - FRANCE - 85 - FROIDFOND .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42906/>

Un feu se déclare vers 20 h sur l'une des 9 éoliennes de 2 MW d'un parc mis en service 3 ans plus tôt. Les aérogénérateurs sont mis à l'arrêt par le système de contrôle automatique. Les pompiers éteignent l'incendie à 23 h. L'exploitant précise dans un communiqué de presse qu'à l'exception de l'éolienne détruite, aucun autre dommage n'a été observé. Un court-circuit dans le transformateur sec embarqué en nacelle serait à l'origine du sinistre.

Accident
chute de pales d'une éolienne
N° 30359 - 15/11/2003 - FRANCE - 11 - SALLELES-CABARDES .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/30359/>

Une pale d'une éolienne, mesurant 21,7 m et pesant 2 t, se détache et se fend en 2 dans la sens de la longueur sur un site de production d'électricité. Les morceaux s'écrasent au sol sur une grande surface. La société propriétaire des éoliennes prévoit le remplacement des 2 premières pales tombées 10 jours auparavant.

Accident
Endommagement d'une nacelle d'éolienne lors d'une tempête
N° 55227 - 09/02/2020 - FRANCE - 62 - WANCOURT .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55227/>

Le lendemain du passage de la tempête Ciara, des dommages sont visibles au niveau de l'aileron de la nacelle d'une éolienne. L'exploitant sécurise l'accès au site par la mise en place d'un périmètre de sécurité. L'aileron est sanglé par les pompiers puis le lendemain par le maintenancier. L'éolienne ne redémarrera pas avant que les causes profondes de l'incident ne soient déterminées.

Accident
Incendie sur une éolienne
N° 54820 - 17/12/2019 - FRANCE - 52 - AMBONVILLE .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54820/>

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 34/ 39

 Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

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.

Accident
Chute du capot de la nacelle d'une éolienne
N° 54761 - 28/11/2019 - FRANCE - 80 - HANGEST-EN-SANTERRE .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54761/>

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.

Accident
Chute d'aérofreins en bout de pale d'une éolienne
N° 54407 - 04/09/2019 - FRANCE - 11 - ESCALES .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54407/>

Vers 19h30, l'arrêt d'urgence d'une éolienne se déclenche sans cause identifiée. Cet arrêt est anormalement brutal si bien que 2 aérofreins se détachent d'une des pales de l'éolienne. L'un est retrouvé à 5 m du pied de l'éolienne, l'autre à 65 m. L'exploitant arrête l'ensemble des éoliennes du parc. Le rotor de l'éolienne incriminée est bloqué mécaniquement. Un périmètre de sécurité de 20 m est mis en place. Les débris ramassés sont envoyés vers une filière de recyclage agréée.

Accident
Incendie sur une éolienne
N° 53857 - 18/06/2019 - FRANCE - 80 - QUESNOY-SUR-AIRAINES .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53857/>

Vers 17 h, un feu se déclare sur une éolienne située dans un parc éolien qui en compte 5. Les équipes de maintenance du site maîtrisent l'incendie. Les pompiers alertés par le parc éolien réalisent des contrôles thermiques pour confirmer l'extinction. Le lendemain, des pièces déposées au pied de l'éolienne à la suite de l'incendie sont dérobées.

D'après la presse, un court-circuit sur un condensateur est à l'origine du sinistre.

Accident
Électrisation lors de la maintenance d'une éolienne
N° 53479 - 15/04/2019 - FRANCE - 21 - CHAILLY-SUR-ARMANCON .
D35.11 - Production d'électricité
<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53479/>


Vers 12h15, un sous-traitant est électrisé par un courant de 20 000 V dans une éolienne.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE - DGPR / SRT / BARPI -

Page 35/ 39

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

Un technicien effectue des reconnaissances au sommet de l'éolienne afin de vérifier si celle-ci est endommagée. Le personnel de maintenance sécurise l'équipement. La victime, légèrement blessée, est transportée à l'hôpital.

Accident**Incendies criminels dans un parc éolien****N° 52993 - 20/01/2019 - FRANCE - 26 - ROUSSAS .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52993/>

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 (ARIA 51675).

Accident**Chute d'une pale d'éolienne****N° 49902 - 24/06/2017 - FRANCE - 62 - CONCHY-SUR-CANCHE .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49902/>

Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mat. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. L'exploitant arrête l'installation ainsi que les 4 autres aérogénérateurs du site, du même modèle. Il met en place un périmètre de sécurité et condamne l'accès au site.

Le vent était faible au moment de l'événement.

Accident**Électrisation d'un employé dans une éolienne****N° 48588 - 14/09/2016 - FRANCE - 10 - LES GRANDES-CHAPELLES .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48588/>

Vers 15 h, un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne. Les pompiers spécialisés dans les interventions en hauteur évacuent la victime consciente.

Accident**Feu dans une éolienne****N° 48471 - 18/08/2016 - FRANCE - 60 - DARGIES .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48471/>

Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'aérogénérateur, à 80 m de haut. Des pompiers spécialisés dans les interventions en milieux périlleux effectuent une reconnaissance en partie haute de la machine. Ils ouvrent une trappe de ventilation. Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie. L'armoire électrique ou le pupitre de

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

commande en serait le point de départ.

Accident**Chute d'éolienne****N° 43110 - 30/05/2012 - FRANCE - 11 - PORT-LA-NOUVELLE .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43110/>

Un promeneur signale à 7h30 la chute d'une éolienne. Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé.

Accident**Feu d'éolienne.****N° 43109 - 21/08/2008 - FRANCE - 80 - VAUVILLERS .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43109/>

Un incendie se déclare dans la matinée sur des éléments électroniques dans la nacelle d'une éolienne. Par manque de combustible, les flammes s'éteignent avant l'arrivée des secours. L'éolienne dont le mât mesure 100 m de haut est détruite mais la vingtaine d'autres générateurs du parc continue à fonctionner sans incidence sur le réseau de distribution d'électricité.

Accident**Pâle brisée par la foudre sur une éolienne.****N° 42904 - 19/07/2008 - FRANCE - 55 - ERIZE-LA-BRULEE .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42904/>

En fin d'après-midi, une trentaine de débris en fibre de verre est retrouvée au sol à 150 m d'une éolienne. Le maire prévient la préfecture de la Meuse et la Protection civile vers 19h15 et l'équipe de permanence de la société exploitant le parc arrête l'éolienne à 19h45. Les projectiles, dont le plus gros mesure 5 m de long et pèse 50 kg, proviennent de l'extrémité d'une pale touchée par la foudre.

Accident**Eolienne heurtée par un bimoteur de tourisme****N° 42884 - 04/04/2008 - FRANCE - 29 - PLOUGUIN .***D35.11 - Production d'électricité*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42884/>

Dans l'après-midi, l'aile d'un bimoteur de tourisme léger heurte une pale d'éolienne. Aucun blessé n'est à déplorer. Le pilote, unique passager de l'appareil, réussit à atterrir sur l'aéroport de Brest-Guivapas et déclare l'incident aux autorités de l'aviation civile. Les gendarmes localisent l'éolienne et l'entreprise chargée de sa maintenance est contactée pour l'arrêter et pratiquer une expertise.

Les mauvaises conditions météo (selon la préfecture, des "entrées maritimes" rendaient

Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020

les conditions de vol difficile) ont conduit le pilote à voler au-dessous de l'altitude autorisée.

Accident**Pale d'éolienne brisée.**

N° 43107 - 02/03/2007 - FRANCE - 50 - CLITOURPS .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43107/>

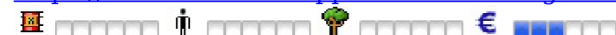
Une pale d'aérogénérateur se brise. Un débris long de 5 m est projeté dans un champ à 200 m du mât. Averti en fin de matinée par un riverain, le maire contacte l'exploitant du parc éolien dont les bureaux sont situés à Montpellier. Celui-ci dépêche sur site son agent de maintenance local afin d'arrêter l'éolienne endommagée qui a continué à fonctionner.

Accident**Malveillance sur éolienne**

N° 42909 - 18/11/2006 - FRANCE - 11 - ROQUETAILLADE-ET-CONILHAC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42909/>



Vers minuit, un incendie sur deux aérogénérateurs provoque la mise à l'arrêt de l'ensemble du parc éolien (par le système de contrôle automatique). Des chasseurs passant sur place le lendemain donnent l'alerte. Le feu est d'origine criminelle : des saboteurs sont entrés par effraction dans les mâts pour y placer des bouteilles de gaz de 13 kg, des pneus et des hydrocarbures. L'une des nacelles est totalement détruite. Sur l'autre, l'explosion de bouteille de gaz a propulsé une tôle de protection de la nacelle à 50 m et aurait soufflé les flammes. Les dégâts sont estimés à 2 millions d'EUR. Suite à l'accident, de nombreux détecteurs de présence sont installés sur le site. Les deux éoliennes sont reconstruites 2 ans plus tard dans le cadre de travaux d'extension du parc.

Accident**Effondrement d'une éolienne**

N° 42882 - 28/12/2002 - FRANCE - 11 - NEVIAN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42882/>

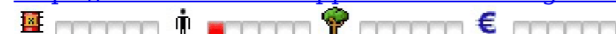
Dans un parc de 18 aérogénérateurs en construction, l'une des pales d'une éolienne se détache et entraîne l'effondrement du mât de 40 m. Aucun blessé n'est à déplorer, le technicien supervisant le fonctionnement du parc ne se trouvait pas à proximité. Selon l'exploitant qui n'avait pas encore pris possession de l'installation, une défaillance du système de freinage du rotor serait à l'origine du sinistre. Le vent soufflant à plus de 100 km/h ce jour-là, celui-ci aurait dû bloquer l'hélice.

Accident**Feu dans une éolienne**

N° 48426 - 10/08/2016 - FRANCE - 80 - HESCAMPS .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48426/>

**Nombre de résultats répertoriés : 89 - 03/12/2020**

Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau du rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il redescend seul les 70 m de l'échelle intérieure de l'éolienne. Il est légèrement intoxiqué par les fumées. Les pompiers contrôlent l'extinction complète et procèdent à la ventilation.

Une défaillance électrique serait à l'origine du départ de feu.

Accident**Chute de 70 m de trappe d'éolienne.**

N° 42896 - 11/10/2007 - FRANCE - 29 - PLOUVIEN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42896/>

Dans la matinée, un chasseur traversant un parc d'aérogénérateurs découvre une pièce métallique de 50 cm de diamètre. Il alerte un voisin puis la gendarmerie en fin de journée. Il s'agit d'une trappe de visite de 50 cm de diamètre tombée de la nacelle d'une éolienne située 70 m plus haut. Celle-ci est mise à l'arrêt. L'exploitant identifie une défaillance de la charnière de la trappe et modifie l'ensemble des charnières du parc.

Accident**Chute d'un employé dans la nacelle d'une éolienne**

N° 39464 - 15/12/2010 - FRANCE - 44 - POUILLE-LES-COTEAUX .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/39464/>



A 10 h, un employé chargé de la maintenance d'une éolienne fait une chute de 3 m à l'intérieur de la nacelle, située à 98 m du sol. Le technicien est gravement blessé au dos mais ne présente ni fracture ni atteinte de la moelle épinière. Une équipe du GRIMP l'évacue par l'extérieur de l'éolienne et le transfère dans un hôpital à Nantes.

Accident**Feu d'éolienne.**

N° 46237 - 06/02/2015 - FRANCE - 79 - LUSSERAY .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46237/>

Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.

Annexe 7 - Le recensement ARIA des accidents liés aux parc éoliens survenus en région Bretagne

Nombre de résultats répertoriés : 7 - 03/12/2020

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER / DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES / SERVICE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES / BARPI

Résultats de la recherche "Eolienne Bretagne" sur la base de données ARIA - État au 03/12/2020

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

Les informations (résumés d'accidents et données associées, extraits de publications) contenues dans le présent export sont la propriété du BARPI. Aucune modification ou incorporation dans d'autres supports ne peut être réalisée sans accord préalable du BARPI. Toute utilisation commerciale est interdite.

Malgré tout le soin apporté à la réalisation de nos publications, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : barpi@developpement-durable.gouv.fr

Nombre de résultats répertoriés : 7 - 03/12/2020

Liste de(s) critère(s) pour la recherche "Eolienne Bretagne":

Accident

Écoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne
 N° 55360 - 10/04/2020 - FRANCE - 56 - RUFFIAC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55360/>

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 une société spécialisée pour réaliser le nettoyage des zones affectées : la dalle béton et les sols à proximité.

La dalle est nettoyée par un lavage haute pression. Pour le traitement des terres, la société envoie un prélèvement en laboratoire pour analyses. Les terres contiennent principalement des hydrocarbures. 11.6 t de terres sont évacuées pour traitement biologique. La zone excavée est remblayée avec des graviers.

L'origine de la fuite est un défaut au niveau de l'accumulateur de l'éolienne. Une enquête est en cours par la société en charge de la maintenance, afin d'adapter les points de contrôle.

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N° 47763 - 07/03/2016 - FRANCE - 22 - CALANHEL .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47763/>

Vers 18 h, une des pales d'une éolienne se rompt et chute à 5 m du pied du mât. La turbine s'arrête automatiquement. L'exploitant est alerté par un agriculteur. Un intervenant se rend sur place et constate les dégâts. Le mât est endommagé dans sa partie haute, causé par un choc avec la pale, sans présenter de risque de chute. Il balise la zone pour prévenir des chutes possibles d'éléments du rotor. Huit autres turbines du parc sont mises à l'arrêt. Les 2 dernières, ayant fait l'objet d'une révision intégrale récente, sont maintenues en fonctionnement.

Le lendemain, le site est sécurisé. La pale est déplacée, en dehors de la zone de culture. Les gros débris composés de matériaux composites et d'éléments mécaniques métalliques, projetés sur 50 m, sont regroupés pour expertise. La totalité des 54 billes de roulement est récupérée. Les débris de petite taille ne pouvant être retirés intégralement, les exploitants des parcelles agricoles concernées sont informés. La zone d'entreposage est balisée.

A l'origine, une rupture du système d'orientation

L'inspection des éléments mécaniques au sol et du rotor permet d'envisager une défaillance du système d'orientation de la pale. Celle-ci aurait entraîné la rupture de la couronne extérieure du roulement à bille puis la libération de la couronne intérieure solidaire de la pale. L'éolienne avait fait l'objet d'une maintenance complète en septembre 2015. Son roulement ne présentait pas d'usure anormale. Cependant, une série d'alarmes était survenue le matin de l'événement. Une panne sur un groupe hydraulique avait nécessité l'intervention des équipes de maintenance. Après réparation, l'éolienne avait été redémarrée vers 14 h.

L'exploitant prend les mesures immédiates suivantes :

Nombre de résultats répertoriés : 7 - 03/12/2020

- démantèlement de l'éolienne impactée ;
- réalisation d'un protocole de contrôle, par le fabricant, du roulement et de la boulonnerie de toutes les pales avant redémarrage des unités arrêtées ;
- inhibition du réarmement automatique de la turbine sur apparition d'une alarme de dysfonctionnement du système d'orientation des pales ;
- limitation de la puissance produite à 650 kW (au lieu de 800 kW) pour une période d'observation de 7 jours.

Accident**Feu de moteur d'éolienne**

N° 53860 - 25/06/2019 - FRANCE - 56 - AMBON .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53860/>

Vers 15h45, lors d'une opération de maintenance au niveau du système d'orientation des pales d'une éolienne, un feu se déclare au niveau de la nacelle de cette éolienne? dans un parc mis en service en 2008 comportant 6 machines de 120 m pour une puissance totale de 10,02 MW. Voyant des étincelles, les techniciens alertent les secours. Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place. Le parc est mis à l'arrêt. Des éléments structurels de l'éolienne chutent au sol. L'incendie est maîtrisé vers 18h50. Les macroéléments de plastique et de fibre de verre issus de la coque de la nacelle sont collectés. Les terres ayant reçues des débris calcinés sont évacuées.

L'opération de maintenance intervient à la suite d'une remontée d'alarme concernant le blocage des freins d'orientation de la nacelle. Ce système permet de maintenir l'éolienne dans une position fixe face au vent lors de son fonctionnement en mode automatique. Les techniciens tentent d'utiliser le mode manuel pour débloquer les freins, sans y parvenir. Ils suspectent la panne d'une carte d'acquisition des signaux de commande manuelle du système d'orientation. Ils remplacent cette carte et constatent que le système de freinage est activé mais seulement en mouvement intermittent (ouverture/fermeture). Ils suspectent alors un relais de l'armoire hydraulique et le remplace par un relais identique de l'armoire de commande. Cette action de remplacement et vérification n'est spécifiée dans aucune procédure. Ce relais de l'armoire de commande est un organe de commande du contacteur principal de couplage du stator de la génératrice. Lorsque le rotor de l'éolienne est à l'arrêt, ce contacteur ne doit en aucun cas être fermé car la tension de la génératrice est nulle et non synchronisée au réseau d'alimentation 690 V. Lorsque les techniciens remettent sous tension le système, le signal de fermeture du contacteur dans l'armoire de puissance est donné par le relais défectueux. Des arcs électriques avec un bruit élevé sur le convertisseur et de fortes vibrations au niveau du rotor apparaissent. Les techniciens évacuent l'éolienne par les issues de secours de la tour.

L'exploitant et la société de maintenance diffuse une procédure de sécurité pour rappeler à ses intervenants les mesures de précaution à prendre lors du dépannage de l'armoire de commande, pour détecter les relais défectueux et empêcher la fermeture du contacteur principal du couplage du stator de la génératrice lorsque l'éolienne est arrêtée.

Accident**Fuite d'huile sur une éolienne**

N° 50898 - 24/07/2017 - FRANCE - 56 - MAURON .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50898/>

Une fuite d'huile est détectée vers 17 h sur une éolienne. La rupture d'un flexible du circuit

Nombre de résultats répertoriés : 7 - 03/12/2020

hydraulique de l'aérogénérateur en est à l'origine. Le rejet, estimé à 5 l, s'est écoulé le long du mât et quelques gouttes sont tombées au sol. L'éolienne est arrêtée et des absorbants sont disposés au sol. Le flexible est remplacé. L'éolienne redémarre le lendemain.

Une société spécialisée réalise un diagnostic de l'état des milieux sur 3 500 m² en réalisant 7 sondages du sol. Seule une zone de pollution de 2 m² sur 10 cm de profondeur est identifiée au pied du mât. Une société de traitement évacue ces graviers impactés. La vétusté du flexible serait à l'origine de la fuite.

Accident**Le vent endommage une éolienne**

N° 47680 - 08/02/2016 - FRANCE - 29 - DINEAULT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47680/>

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. Dans les 2 cas, les manchons des pales sont restés arrimés au moyeu. L'exploitant met en sécurité les 4 éoliennes du parc. Les secours établissent un périmètre de sécurité de 350 m.

L'éolienne, de 29 m de hauteur, datait de 1999 (puissance unitaire de 300 kW).

Accident**Eolienne heurtée par un bimoteur de tourisme**

N° 42884 - 04/04/2008 - FRANCE - 29 - PLOUGUIN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42884/>

Dans l'après-midi, l'aile d'un bimoteur de tourisme léger heurte une pale d'éolienne. Aucun blessé n'est à déplorer. Le pilote, unique passager de l'appareil, réussit à atterrir sur l'aéroport de Brest-Guivapas et déclare l'incident aux autorités de l'aviation civile. Les gendarmes localisent l'éolienne et l'entreprise chargée de sa maintenance est contactée pour l'arrêter et pratiquer une expertise.

Les mauvaises conditions météo (selon la préfecture, des "entrées maritimes" rendaient les conditions de vol difficile) ont conduit le pilote à voler au-dessous de l'altitude autorisée.

Accident**Chute de 70 m de trappe d'éolienne.**

N° 42896 - 11/10/2007 - FRANCE - 29 - PLOUVIEN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42896/>

Dans la matinée, un chasseur traversant un parc d'aérogénérateurs découvre une pièce métallique de 50 cm de diamètre. Il alerte un voisin puis la gendarmerie en fin de journée. Il s'agit d'une trappe de visite de 50 cm de diamètre tombée de la nacelle d'une éolienne située 70 m plus haut. Celle-ci est mise à l'arrêt. L'exploitant identifie une défaillance de la charnière de la trappe et modifie l'ensemble des charnières du parc.