



DOSSIER DE DEMANDE D'ENREGISTREMENT

INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Volume 4 ETUDE DES DANGERS – PRESENCE D'UNE EOLIENNE A PROXIMITE DU PROJET ID LOGISTICS



Parc d'Activités de Bel-Air

22 600 Saint-Caradec

Affaire 22-018/V6/AF/22-04

INGEA - SARL au capital de 40 000 € - Siret 789 146 388

276, Av.de l'Europe, 44 240 Sucé sur Erdre

Dossier d'autorisation – Volume 3

SOMMAIRE

I. PREAMBULE ET CONTEXTE DE L'ETUDE.....	6
II. COMPOSITION DE L'AIRE D'ETUDE	7
II.1. CARACTERISTIQUES DE L'EOLIENNE E2 ETUDIEE.....	8
II.2. TYPOLOGIE DES TERRAINS PRESENTS AU SEIN DE L'AIRE D'ETUDE DE DANGERS.....	10
II.3. ENVIRONNEMENT HUMAIN ET MATERIEL	11
II.3.1 Réseau routier	11
II.3.2 Autres moyens de transport	12
II.3.3 Activités et bâtiments	13
II.4. RISQUES NATURELS	14
III. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DANGERS DE L'INSTALLATION.....	15
III.1. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS.....	15
III.2. LES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	16
III.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE	17
III.3.1 Principales actions préventives	17
III.3.2 Réduction des dangers liés aux produits.....	17
III.3.3 L'utilisation des meilleures techniques disponibles	18
IV. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE (GUIDE EDD).....	18
IV.1.1 L'inventaire des accidents et incidents en France.....	19
IV.1.2 L'inventaire des accidents et incidents à l'international	20
IV.2. SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES : RETOUR D'EXPERIENCE	23
IV.2.1 L'analyse de l'évolution des accidents en France	23
IV.2.2 L'analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....	24
IV.2.3 Les accidents/incidents survenus en région Bretagne.....	24
IV.2.4 Limites de l'accidentologie	24
V. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)	25
V.1. OBJECTIFS DE L'APR	25
V.2. LE RECENSEMENT DES EVENEMENTS EXCLUS DE L'APR.....	25
V.3. AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES.....	26
V.4. AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES.....	26
V.4.1 Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....	30
V.5. ANALYSE GNERIQUE DES RISQUES : SCENARIOS	30
V.6. EFFETS DOMINOS.....	36
V.7. MESURES DE SECURITE GNERIQUES (GUIDE EDD).....	36
V.8. CONCLUSION DE L'ETAPE : APR	47
VI. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES : EOLIENNE E2	48
VI.1. DEFINITIONS	48
VI.1.1 Cinétique	48
VI.1.2 Intensité	48
VI.1.3 Gravité	49
VI.1.4 Probabilité.....	51
VI.2. LES 5 SCENARIOS RETENUS : CARACTERISATION.....	53
VI.2.1 Scénario 1 : Effondrement de l'éolienne	53
VI.2.2 Scénario 2 : Chute de glace	58
VI.2.3 Scénario 3 : Chute d'éléments d'une éolienne.....	64
VI.2.4 Scénario 4 : la projection de pales ou de fragments de pales	69

VI.2.5	Scenario 5 : Projection de glace	76
VI.2.6	Synthèse de l'étude détaillée des risques.....	83
VI.2.7	Cartographie de synthèse des risques.....	86
VI.3.	MESURES DE MAITRISE DES RISQUES.....	87
VI.4.	MOYENS DE SECOURS ET D'INTERVENTION	87
VI.4.1	Moyens internes	87
VI.4.2	Moyens externes.....	88
VII.	CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS EOLIENNE VIS-A-VIS DU PROJET D'ENTREPOT LOGISTIQUE ID LOGISTICS	89

Tables des tableaux :

Tableau 1 : Risques constatés au niveau du projet (Source : Géorisques)	15
Tableau 2 : les potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	16
Tableau 3 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels	30
Tableau 4 : Les scénarios génériques d'accidents possibles	32
Tableau 5 : les fonctions de sécurité de l'installation.....	46
Tableau 6 : les catégories de scénarios exclus	47
Tableau 7 : les niveaux de gravité.....	50
Tableau 8 : les niveaux de probabilité	51
Tableau 9 : l'évaluation de l'intensité pour le risque d'effondrement des éoliennes.....	54
Tableau 10 : Eléments matériels considérés dans la zone d'effet du risque Effondrement :	55
Tableau 11 : l'évaluation de la gravité du risque d'effondrement d'une éolienne	56
Tableau 12 : l'évaluation de l'intensité du risque de chute de glace	61
Tableau 13 : l'évaluation de la gravité du risque de chute de glace	63
Tableau 14 : l'évaluation de l'intensité du risque de chute d'éléments de l'éolienne	66
Tableau 15 : Evaluation de la gravité du risque de chute d'éléments d'une éolienne.....	67
Tableau 16 : l'évaluation de l'intensité du risque de projection de pale ou de fragment de pale	71
Tableau 17 : Eléments matériels considérés dans la zone d'effet du risque de projection de pale ou fragments :	72
Tableau 18 : Evaluation de la gravité du risque de projection de pale ou de fragment de pale	74
Tableau 19 : l'évaluation de l'intensité du risque de projection de morceaux de glace pour les éoliennes	78
Tableau 20 : Gravité nulle pour les industries ne recevant pas de public : détails.....	79
Tableau 21 : Eléments matériels considérés dans la zone d'effet du risque projection de glace	80
Tableau 22 : l'évaluation de la gravité du risque de projection de glace	81
Tableau 23 : la synthèse de l'évaluation des risques étudiés.....	83

Tables des figures :

Figure 1 : Localisation du projet et du périmètre de l'étude de dangers (sur fonds IGN SCAN 25).....	7
Figure 2 : Périmètre de l'étude de dangers : 500 m autour de l'éolienne (sur fonds Ortho IGN)	8
Figure 3 : le schéma simplifié d'un aérogénérateur (Nordex).....	9
Figure 4 : Cartographie de l'environnement matériel de la zone d'étude	10
Figure 5 : typologie des terrains au sein de l'aire d'étude de dangers.....	11
Figure 6 : Présentation des activités et bâtiments présents dans l'aire d'étude de dangers.....	13

Figure 7 : les causes premières des accidents d'aérogénérateurs en France (source FEE).....	20
Figure 8 : les causes des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (source FEE)	21
Figure 9 : les causes premières des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (source : FEE)	22
Figure 10 : Plan masse de l'éolienne	28
Figure 11 : Analyse des flux thermiques à 20 m de hauteur de cible en cas d'incendie de l'entrepôt	29
Figure 12 : Extrait du plan de masse du projet de la société ID LOGISTICS	88

Tables des cartes

Carte 1 : Zone d'effet du risque d'effondrement de l'éolienne	53
Carte 2 : la zone d'effet du risque de chute de glace	60
Carte 3 : ZOOM sur la zone d'effet du risque de chute de glace.....	61
Carte 4 : la zone d'effet du risque de chute d'éléments.....	65
Carte 5 : la zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500 m).....	70
Carte 6 : la zone d'effet des risques de projection de glace.....	77
Carte 7 : les niveaux de risques évalués pour le parc éolien	86

I. Préambule et contexte de l'étude

Le projet ID LOGISTICS à Saint-Caradec (22), est une plateforme logistique implantée dans la ZA de Bel Air.

Dans l'environnement proche de la parcelle du projet, un parc éolien est relevé, dont l'une des éoliennes est située à environ 70 m du bâtiment projeté.

Faisant suite à une réunion de présentation du projet ID LOGISTICS aux services de la DREAL Bretagne à Saint-Brieuc en mars 2022, il a été demandé d'évaluer les dangers présentés par l'éolienne vis-à-vis du projet d'entrepôt de stockage porté par la société ID LOGISTICS, et inversement.

Il est à rappeler que la réalisation d'une étude de dangers éolienne s'effectue habituellement dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploiter requise pour les ICPE soumises à autorisation, dont font partie les parcs éoliens depuis l'entrée en application de la loi Grenelle II.

L'exercice de l'étude de dangers a pour fonction d'accompagner les différents acteurs (porteurs de projets, exploitants, services de l'Etat, associations, etc.) dans la démarche d'évaluation des risques potentiels liés à un parc éolien.

Il est à noter que dans le cas présent le parc éolien de Saint-Caradec est déjà existant, il s'agit alors de réaliser l'exercice de l'étude de dangers en tenant compte de l'implantation future du projet de plateforme logistique ID LOGISTICS.

La réalisation d'une telle étude de dangers sort du cadre réglementaire, en effet le projet ID LOGISTICS est un projet de demande d'Enregistrement ICPE et n'est pas soumis à la réalisation d'une telle étude.

Néanmoins, afin de s'assurer de l'acceptabilité de la cohabitation entre le projet ID LOGISTICS et l'éolienne E2 du parc éolien de Saint-Caradec, en service à proximité : la société ID LOGISTICS a mandaté le bureau d'étude INGEA pour réaliser une étude analogue aux études de dangers usuellement produites dans le cadre des dépôts de demande d'autorisation environnementale pour les projets éoliens soumis au régime de l'autorisation pour la rubrique ICPE 2980.

L'étude s'appuie donc sur la méthodologie du guide technique « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » de mai 2012.

II. Composition de l'aire d'étude

L'aire d'étude choisie correspond à un rayon de 500 m autour de l'éolienne existante. Cette distance équivaut à la zone d'effet la plus étendue associée au risque de projection de pale ou de fragment de pale.



Sources : Fonds cartographiques Google, IGN SCAN25, Data.gouv.fr - Réalisation : INGEA 2022

Légende :

- ⊙ Eolienne
- Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)
- Périmètre de l'étude de danger

Figure 1 : Localisation du projet et du périmètre de l'étude de dangers (sur fonds IGN SCAN 25)



Légende :

- ⊙ Eolienne
- Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)

Zones d'effet des risques :

- Périmètre de l'étude de danger

Figure 2 : Périmètre de l'étude de dangers : 500 m autour de l'éolienne (sur fonds Ortho IGN)

II.1. Caractéristiques de l'éolienne E2 étudiée

L'éolienne étudiée est l'éolienne « E2 » qui fait partie du parc éolien de Saint-Caradec (22), composé de 3 éoliennes NORDEX N80-N80/2500 kW, pour une puissance totale de 7,5 MW. L'éolienne E2 est étudiée dans le présent document.

Eolienne	Modèle	Mât	Dimension pales	Hauteur totale
E2	N80 -2,5 MW	70	40	110

D'après les données collectées, le parc a été autorisé par arrêté du 28/04/2010.

Le parc éolien est exploité par la SARL PARC EOLIEN DE ST CARADEC.

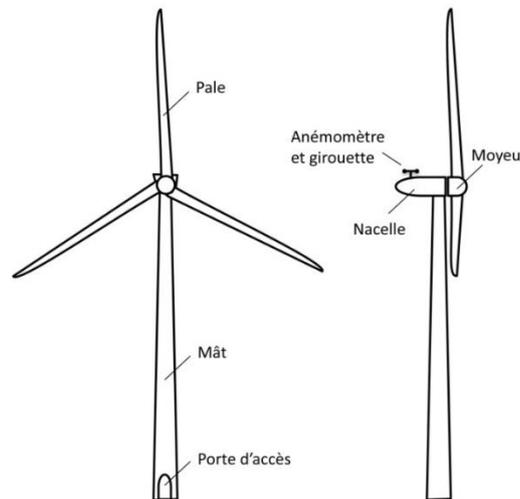


Figure 3 : le schéma simplifié d'un aérogénérateur (Nordex)

Les dimensions de l'éolienne E2 proche du projet ID LOGISTICS (Nordex N80) sont les suivantes :

Élément	Dimensions (en m)
Hauteur totale (HT)	110
Hauteur moyeu (HM)	72
Hauteur Mât (H)	70
Rotor diamètre (D)	80
Pale (1/2 rotor) (R)	40
Largeur base pale (LB)	2,4
Largeur base du mât (L)	4,3

Les éoliennes NORDEX sont conçues, fabriquées, installées et certifiées selon les exigences de la norme IEC 61400. Elles répondent aux exigences de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation.

II.2. Typologie des terrains présents au sein de l'aire d'étude de dangers



Sources : Fonds cartographiques Google maps, IGN SCAN25, Data.gouv.fr - Réalisation : INGEA 2022

Légende :

- ⊙ Eolienne
- ▭ Limites cadastrales
- ▭ Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)
- ▭ Terrains aménagés mais peu fréquentés (plateformes de stockage)
- Route à 5000 véh/jour : RN 164
- Routes : liaisons locales / chemins d'accès

Zones d'effet des risques :

- ▭ Périmètre de l'étude de danger

Figure 4 : Cartographie de l'environnement matériel de la zone d'étude

Avec l'appui de l'annexe 1 du guide de l'étude de dangers « 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 est préalable à l'étape consistant à identifier et de quantifier les personnes et les biens à protéger sur la zone d'étude.

	Type	Eléments concernés	Non concerné
Non bâtis	Terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairie, forêt, friches, marais)	Champs / parcelles agricoles	
	Terrains non bâtis : aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agris, plateformes stockage, vignes ...)	RD < 2000 véh/j + Voies communales + routes + Plateformes de stockage	
	Terrains aménagés potentiellement fréquentés (parkings , parc jardins publics, baignade, terrains sport sans gradins...)	Parkings privés Comptés dans une logique conservatrice	
Voies circulation	Voies automobiles fréquentation > 2000 vh/j	RN 164	
	Voies ferroviaires		x
	Chemins et voies piétonnes uniquement randonnée		x
	Voies navigables		x
Logements	Logements	2 habitations	
ERP	ERP classiques		x
	ERP catégorie 5 et Commerces 1		x
	ERP catégorie 5 et Commerces 2		x
Zone activité	Industries ne recevant pas de public	Plusieurs activités, entreprises : ZA	

Figure 5 : typologie des terrains au sein de l'aire d'étude de dangers

II.3. Environnement humain et matériel

II.3.1 Réseau routier

Conformément à l'annexe 1 du guide de l'étude de dangers (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 > 2000 véh/j

Un axe structurant traverse le périmètre d'étude de dangers en partie nord-est : il s'agit de la RN 164, qui accueille un trafic de l'ordre de 4800 véh/j.

Les axes non structurants < 2000 véh/j

Le périmètre de l'étude de dangers comprend un réseau routier composé des voies non structurantes suivantes :

- Route départementale RD 7
- et voies communales, servant à desservir les activités de la ZA bel air
- d'autres liaisons locales et chemins agricoles servant à desservir les hameaux et fermes qui entourent le projet,
- des chemins d'exploitation utilisés pour l'accès aux parcelles agricoles.

II.3.2 Autres moyens de transport

Aucune voie de transport fluvial, ferroviaire ou liée au transport aérien ne sont recensées au droit du périmètre d'étude de dangers.

II.3.3 Activités et bâtiments



Sources : Fonds cartographiques Google maps, IGN SCAN25, Data.gouv.fr - Réalisation : INGEA 2022

Légende :

- ⊙ Eolienne
- Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)

Zones d'effet des risques :

- ⊖ Périmètre de l'étude de danger

Figure 6 : Présentation des activités et bâtiments présents dans l'aire d'étude de dangers

Habitations

Des habitations associées aux 3 exploitations agricoles sont recensées au sud du périmètre d'étude.

Bâtiments agricoles

Les trois exploitations agricoles recensées au sud du périmètre d'étude sont classées ICPE et sont présentées ci-après.

Bâtiments d'activités et Bâtiments industriels

Le périmètre d'étude couvre la ZA de Bel-Air, et comporte des activités commerciales et industrielles.

Le projet ID LOGISTICS se situe à proximité de 4 sites classés au titre des Installations Classées.

- GAEC du Bronze classée en Enregistrement : à 75 m de la limite Sud du projet : activité d'élevage porcin
- Exploitation Ollitraul Laurent, classée en Autorisation pour son parc d'emplacements réservés aux porcs de production.
- la Ferme de Goizel située à 320 m au Sud-Est du projet ID LOGISTICS classée en Enregistrement : activité d'élevage porcin.
- Le parc éolien de Saint-Caradec classé en Autorisation et dont l'éolienne E2 est située sur la parcelle en limite Est du projet.

SEVESO , IED

Aucune activité SEVESO ou IED n'est recensée dans le secteur autour du projet ID LOGISTICS.

L'installation Ollitraul Laurent était classée en tant qu'IED par le rapport d'inspection de 2016 mais n'apparaît plus classée comme IED sur la base de données des ICPE du site Géorisques.

II.4. Risques naturels

Un inventaire des risques naturels et technologiques a été réalisé à l'aide du site Georisques. Le tableau suivant résume l'ensemble des risques auxquels le site est exposé. Les risques effectifs sont développés par la suite.

Risque	Etat du risque
Territoire à Risque important d'Inondation - TRI	NON
Commune concernée par un Atlas de Zone Inondable - AZI	OUI mais projet non concerné par un zonage d'inondation
Retraits-gonflement des sols argileux	Aléa faible
PPRN Retrait-gonflements des sols argileux	NON
Commune soumise à un PPRN Mouvements de terrain	NON
Commune soumise à un PPRN Cavités souterraines	NON
Risque sismique	Faible
Commune soumise à un PPRN Séismes	NON
Localisation exposée à des sites pollués ou potentiellement pollués dans un rayon de 500 m (BASOL)	NON
Présence d'anciens sites industriels et activités de service	NON

Risque	Etat du risque
dans un rayon de 500 m (BASIAS)	
Présence de Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) dans un rayon de 1000 m	NON
Commune soumise à un PPRT Installations industrielles	NON
Localisation exposée à des canalisations de matières dangereuses dans un rayon de 1 000 m	NON
Localisation exposée à des installations nucléaires recensées dans un rayon de 10 km	NON
Localisation exposée à des installations nucléaires recensées dans un rayon de 20 km	NON
Potentiel radon de la commune	Catégorie 1

Tableau 1 : Risques constatés au niveau du projet (Source : Géorisques)

III. Identification des potentiels dangers de l'installation

Cette partie 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.

III.1. Les potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de ST-CARADDEC 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 le poste 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.

Les risques associés aux différents produits concernant le parc éolien sont :

- L'incendie : des produits combustibles sont présents sur 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.

III.2. Les potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement de l'éolienne 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 2 : 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

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
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
		Chute de nacelle	Énergie cinétique de chute
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Énergie cinétique des objets

III.3. Réduction des potentiels de dangers à la source

III.3.1 Principales actions préventives

Afin de réduire à la source les potentiels de dangers, plusieurs mesures ont été prises lors de la conception du projet (conformément à l'étude d'impact de novembre 2007) tant du point de vue de l'emplacement des installations et que des caractéristiques des éoliennes au regard des enjeux potentiels identifiés :

- Eloignement à plus de 300 m des zones d'habitations : l'étude d'impact de 2007 indique que la distance de sécurité permet avant tout d'assurer une moindre nuisance des émissions sonores.
- Eloignement à au moins 450 m de l'éolienne des ERP (hors activités industrielles ou artisanales)
- Les éoliennes sont éloignées des routes à forte circulation (à plus de 150 m),
- Les éoliennes retenues respectent les recommandations de l'aviation civile, et sont en dehors des zones d'aéroports, aérodromes.
- Les éoliennes retenues sont en dehors des servitudes de l'armée de l'air, et sont en dehors des zones militaires

L'étude d'impact de 2007 conclut que l'éloignement des éoliennes par rapport aux activités humaines citées permet de considérer les risques d'accidents corporels comme très faibles.

III.3.2 Réduction des dangers liés aux produits

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.

III.3.3 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.

IV. Analyse des retours d'expérience (Guide EDD)

Plusieurs bases de données et sources d'information permettent de compiler l'accidentologie dans la filière éolienne.

Les informations collectées en France et dans le monde ont été compilées par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisées, etc.). Ces bases de données sont 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.

IV.1.1 L'inventaire des accidents et incidents en France

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. Un total de 32 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2010. Ce chiffre est à mettre en rapport avec les 3 275 éoliennes installées en France fin 2010.

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 2015. Cette synthèse exclut les accidents du travail et les événements qui n'ont pas conduits à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. L'identification des causes est nécessairement réductrice. Dans ce graphique sont présentés :

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

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2015

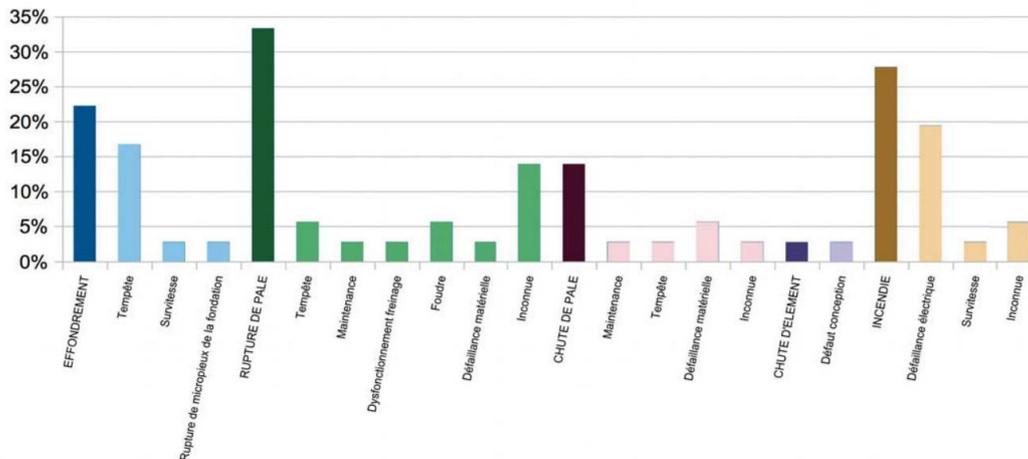


Figure 7 : les causes premières des accidents d'aérogénérateurs en France (source FEE)

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

IV.1.2 L'inventaire des accidents et incidents à l'international

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de 236 accidents dans le monde issus des descriptions de 994 accidents proposés par le CWIF. Sur les 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.

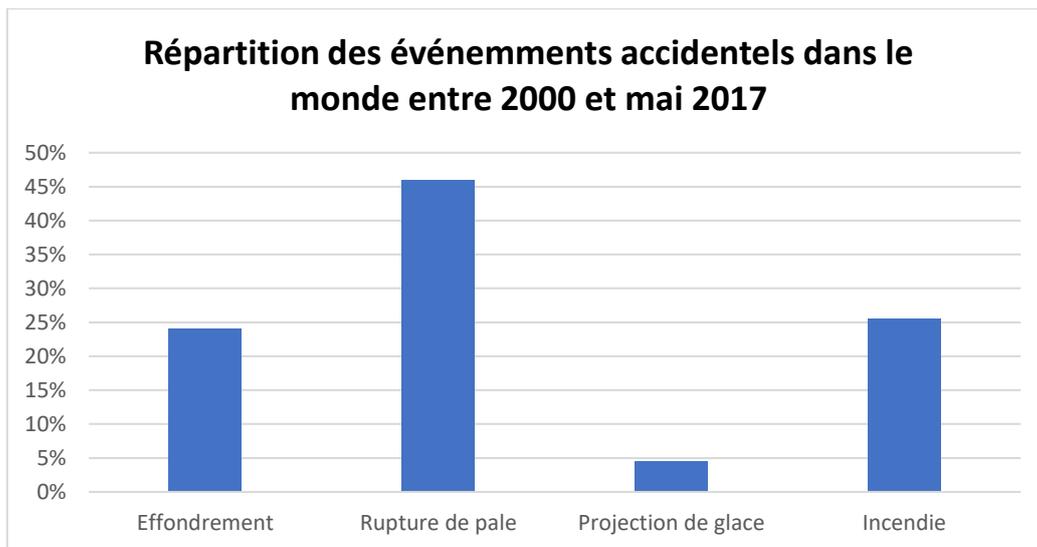
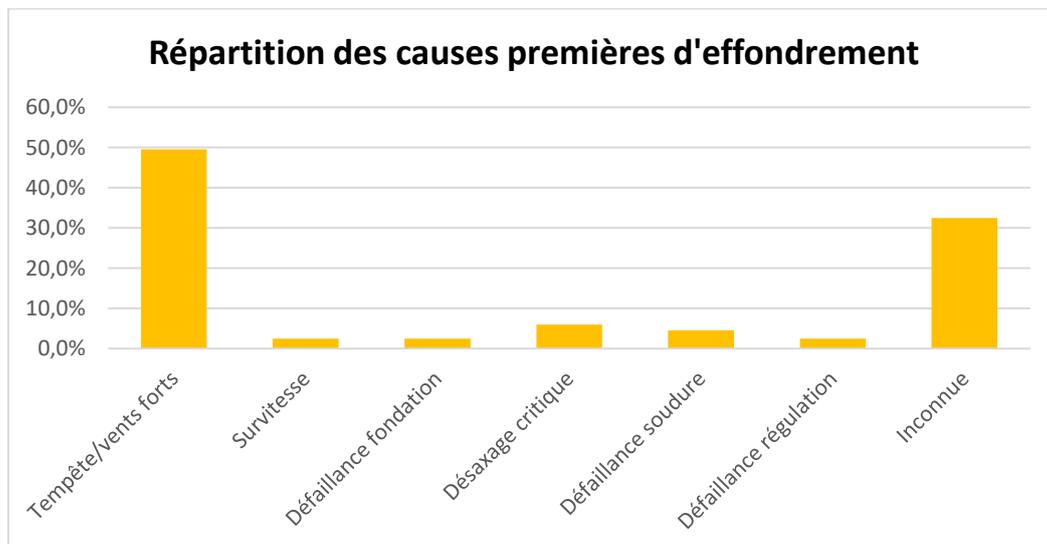


Figure 8 : les causes des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (source FEE)

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).



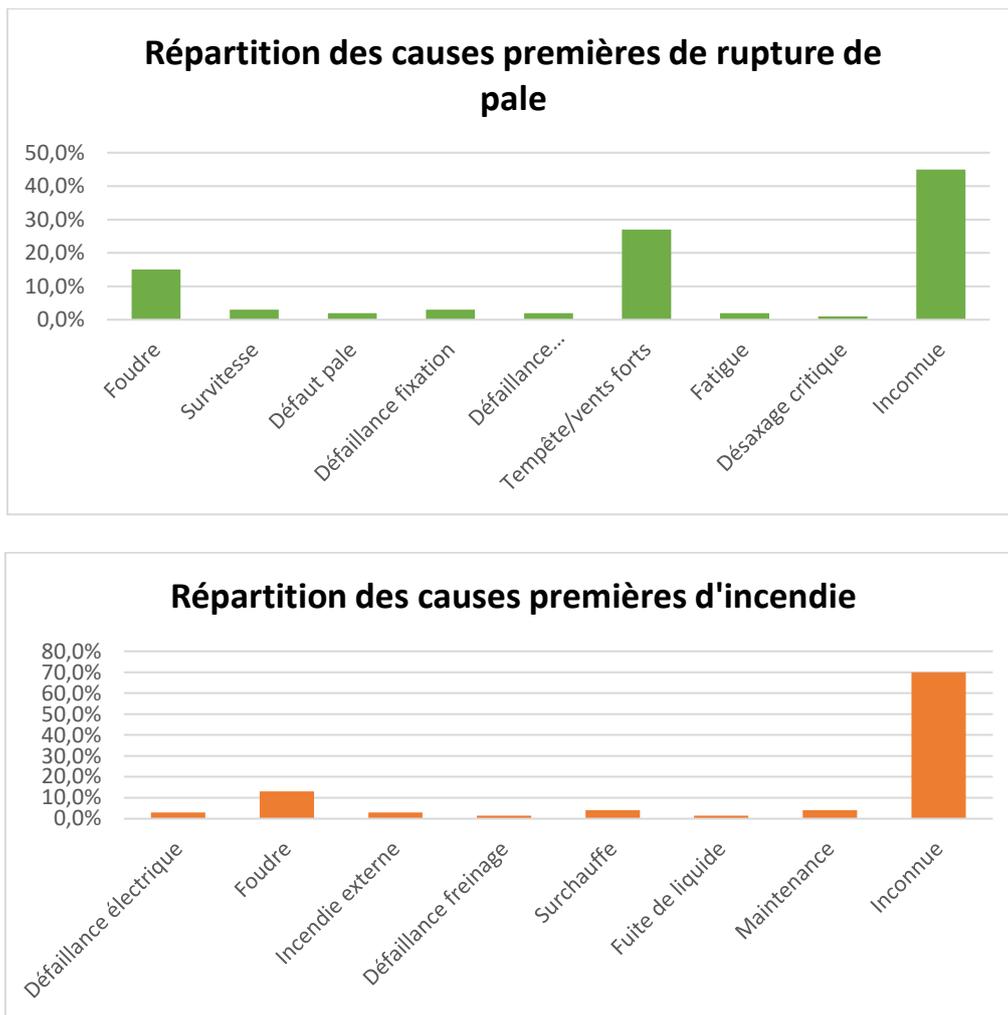


Figure 9 : les causes premières des accidents d'aérogénérateurs dans le monde (source : FEE)

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

IV.2. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés : retour d'expérience

IV.2.1 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, 39 incidents ou accidents sont survenus en France entre 2002 et 2019 (moyenne sur cette période de 4/ an).

L'extrait de la base de données accidents ARIA entre 2016 et 2022 est présenté en Annexe 1.

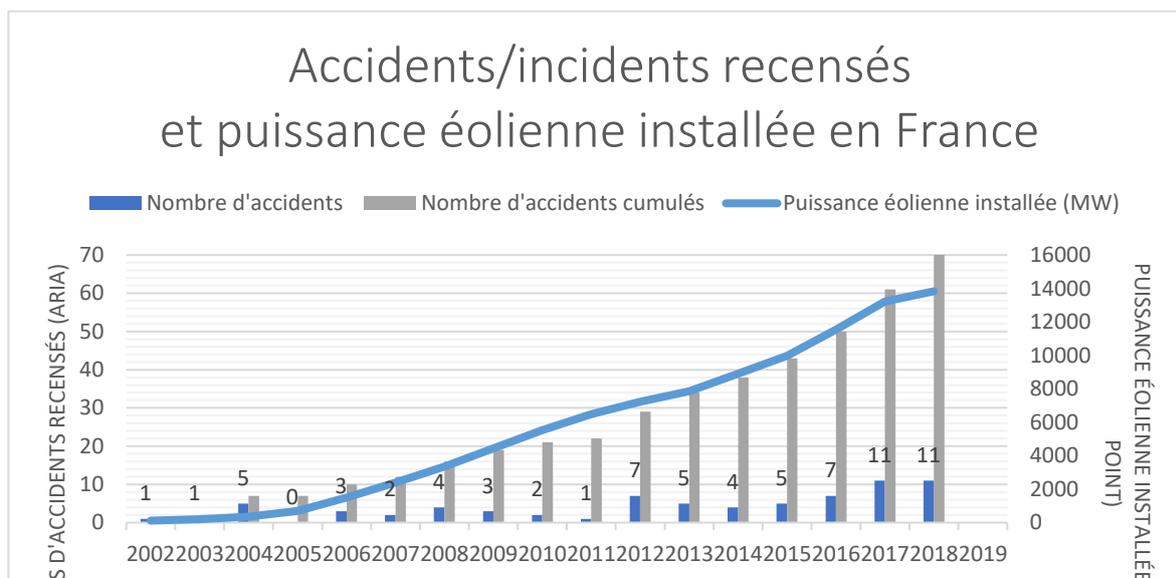


Figure 12 : le nombre d'accidents éoliens recensés par la base ARIA entre 2002 et 2019 en France (ARIA)

IV.2.2 L'analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

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

IV.2.3 Les accidents/incidents survenus en région Bretagne

D'après la base de données Aria, 17 incidents ou accidents se sont déroulés sur les parcs éoliens en Bretagne de 2004 à 2022 (Cf. Annexe 2).

Un seul accident concerne le département des Côtes d'Armor : A l'origine, une rupture du système d'orientation.

- Calanhel (22) : Chute d'une pale d'éolienne. N° 47763 - 07/03/2016 -

Un accident éolien marin :

- Rejet accidentel d'huile hydraulique en mer à St-Brieuc : N° 57673 - 28/07/2021

IV.2.4 Limites 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.

V. Analyse préliminaire des risques (APR)

Les outils d'analyse des risques sont nombreux (ex : AMDEC, APR, HAZOP, etc.).

La présente étude est basée 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.

V.1. Objectifs de l'APR

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

V.2. le recensement des évènements exclus de l'APR

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 par la bibliographie 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.

V.3. 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.

V.4. Agressions externes liées aux activités 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 17 : les agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Observations
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	RN 164 de voies de circulation régionale ou nationale
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Énergie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 km	Absence d'aérodrome dans un rayon de 2 km

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Observations
Ligne THT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	Ligne THT
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	500 m	Absence d'aérogénérateurs d'autres parcs
Autre site ICPE	Plateforme logistique : projet ID LOGISTICS	Incendie	Génération de flux thermiques et fragilisation du mât	70 m	Entrepôt projet ID LOGISTICS muni d'écrans thermiques

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 événements 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.

Au vu de la proximité du projet d'entrepôt ID LOGISTICS et de l'éolienne la plus proche, les flux thermiques en cas d'incendie d'une cellule de l'entrepôt ont été étudiés au sol et à hauteur de cible de 10 m à 30 m. Les flux les plus importants sont relevés sur une hauteur de cible à 20 m.

La distance d'effet des flux thermiques de l'entrepôt montre que l'éolienne est située hors d'atteinte desdits flux que ce soit à hauteur de cible de 1,80 m à 30m. Les résultats sont présentés en figure 11 ci-après.

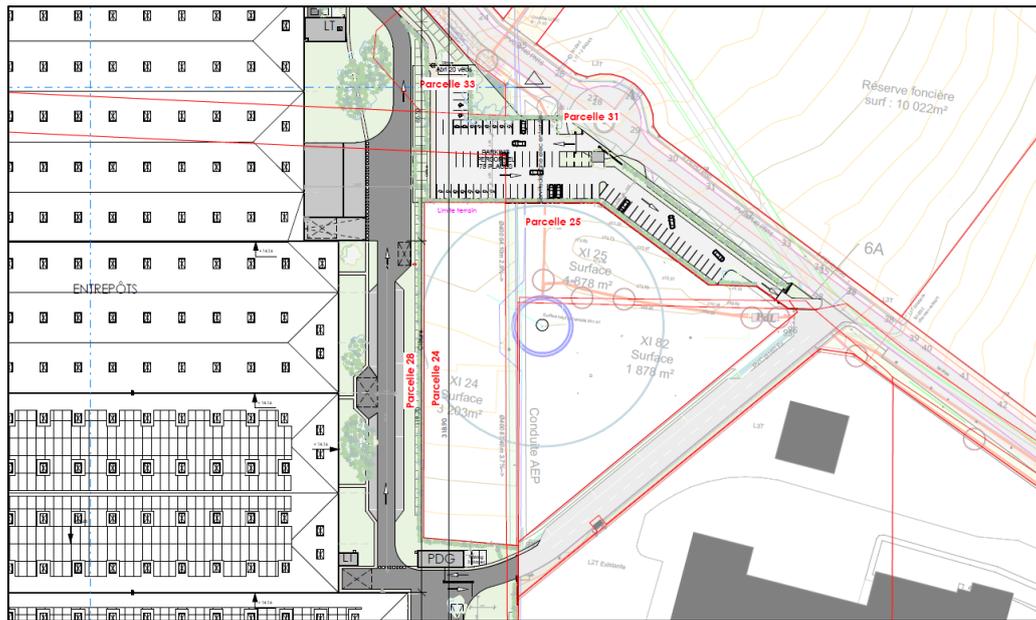


Figure 10 : Plan masse de l'éolienne



Figure 11 : Analyse des flux thermiques à 20 m de hauteur de cible en cas d'incendie de l'entrepôt

Ces résultats sont donc suffisants pour considérer le risque d'agression comme nul.

L'implantation de l'activité logistique ID LOGISTICS, n'induit donc pas d'évènement redouté, et de danger potentiel, au regard d'une installation éolienne.

Aucune agression externe liée aux activités humaines à proximité n'est donc recensée.

V.4.1 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Tableau 3 : Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
Séisme	Zone de sismicité 2, soit un risque faible.
Vents et tempête	Sur le secteur d'étude, d'après la bibliographie, la vitesse moyenne des vents est de l'ordre de 5 à 6 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 0,3. 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

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.

V.5. Analyse générique des risques : scénarios

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
- 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 4 : 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
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5)	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	
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	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

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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 cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

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.

V.6. 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.

Le projet de plateforme logistique ID LOGISTICS, est un projet relevant du régime de l'Enregistrement ICPE.

Situé à moins de 100 m de l'éolienne, cette installation future est considérée dans la possibilité d'occurrence d'effets dominos. Ce pourquoi il a été étudié la propagation des flux thermiques depuis l'entrepôt vers l'éolienne.

Comme présenté en début de rapport, aucun flux n'atteindra l'éolienne en cas d'incendie de l'entrepôt.

V.7. Mesures de sécurité génériques (Guide EDD)

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.

Données brutes génériques fournies par le guide de l'étude de dangers.

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	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	<p>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</p> <p>Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle</p> <p>Intervention des services de secours</p>		
Description	<p>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.</p> <p>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)</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	<p>< 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.</p>		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	<p>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.</p> <p>Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.</p> <p>Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.</p>		

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	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne 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		

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	/		

Tableau 5 : les fonctions de sécurité de l'installation

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes est à la charge de l'exploitant SARL PARC EOLIEN DE ST CARADEC , conformément à l'arrêté du 26 août 2011.

V.8. Conclusion de l'étape : APR

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.

Tableau 6 : 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.

VI. Etude détaillée des risques : Eolienne E2

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.

VI.1. Définitions

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

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

VI.1.1 Cinétique

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

VI.1.2 Intensité

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et

d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

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

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

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

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

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

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

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

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

VI.1.3 Gravité

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

Tableau 7 : 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 en suivant les tranches de présences indiquées par le guide.

Le tableau suivant indique quelles activités ont été considérées au sein de la zone d'étude autour de l'éolienne E2, et le principe d'évaluation du nombre de personnes correspondante, conformément au guide de l'étude de dangers. La typologie retenue est la suivante :

	Type	Eléments considérés dans le périmètre d'étude	Principe d'évaluation / comptage
Non bâtis	Terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairie, forêt, friches, marais)	Champs / toutes les surfaces de parcelles agricoles	1 personne par tranche de 100 ha
	Terrains non bâtis : aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agris, plateformes stockage, vignes ...)	Tronçon de routes traversant le périmètre d'étude dont la fréquentation est inférieure à < 2000 véh/j = +RD 7 + Voies communales + routes / chemins + Plateformes de stockage : terrains d'emprise des activités et industries recensées	1 personne par tranche de 10 ha

		traversant la zone d'effet du risque étudié	
	<i>Terrains aménagés potentiellement fréquentés (parkings, parc jardins publics, baignade, terrains sport sans gradins...)</i>	Parkings privés des entreprises et industries recensées. <i>Comptés dans une logique conservatrice</i>	10 personnes par tranche de 1 ha
Voies circulation	<i>Voies automobiles fréquentation > 2000 vh/j</i>	Portion de RN 164 traversant la zone d'effet du risque étudié	0,4 personnes par km par 100 véh./j
Logements	<i>Logements</i>	2 habitations recensées au sein des corps de fermes	2,5 par logement
Zone activité	Industries ne recevant pas de public	Sont comptées : les entreprises, industries + les exploitations agricoles dans la zone d'effet	Nombre maxi de salariés présents dans la zone d'effet

Sur la base de ce tableau, la fréquentation est évaluée pour chaque zone d'effet des risques étudiées.

VI.1.4 Probabilité

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

Tableau 8 : 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.

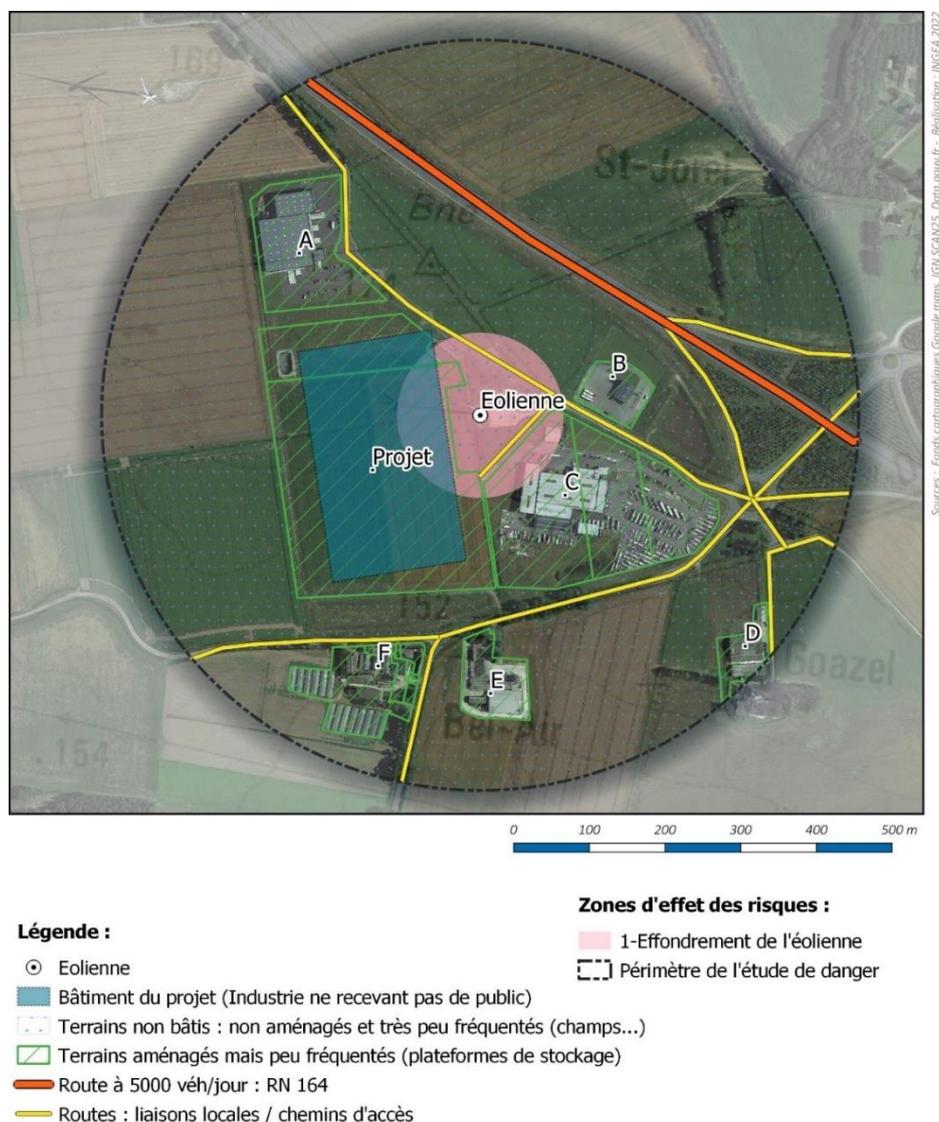
VI.2. Les 5 Scenarios retenus : caractérisation

VI.2.1 Scénario 1 : Effondrement de l'éolienne

a) Zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne

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 110 m dans le cas de l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie (réf.[5] et [6] du guide de l'étude de dangers). 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 1 : Zone d'effet du risque d'effondrement de l'éolienne

b) L'intensité de l'effondrement d'une éolienne

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 E2 du parc de Saint-Caradec. R est la longueur de pale (R= 40 m), H la hauteur du mât (H= 70 m), la largeur de la base du mât (L = 4,3 m), la largeur de la base de la pale (LB = 2,4 m).

Tableau 9 : l'évaluation de l'intensité pour le risque d'effondrement des éoliennes

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 110 m)			
A = Zone d'impact en m ²	B = Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	A/B = Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = H \times L + 3 \times R \times (LB / 2)$ Soit 445m ²	$Z_E = \pi \times (H + R)^2$ soit 38 013	$D = Z_I / Z_E$ Soit 1,2%	Exposition Forte

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

c) La gravité de l'effondrement d'une éolienne / Evaluation fréquentation dans la zone d'effet du risque

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.

La logique est la suivante :

En premier lieu sont évaluées les surfaces concernées et le nombre de personnes équivalentes par type de terrain caractérisé, dans un seconde temps le ratio du nombre de personnes à considérer, donné par le guide de l'étude de dangers, est ensuite appliqué, et détaillé dans le tableau ci-après.

A titre d'exemple l'analyse effectuée est la suivante :

- Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (parcelles agricoles), la zone d'effet est d'environ 10 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 0,18 personnes.
- Pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de communication et chemins d'exploitation , plateforme de stockage), la superficie concernée par le risque d'effondrement est la suivante : 1,93 ha m² pour l'éolienne E2
 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 (entre 0,193 personne estimée) et peut être évaluée à « au plus 1 personne exposée » par éolienne.

- Notons par ailleurs que le projet n'induit aucun survol des routes à forte fréquentation > 2000vh.j : la RN 164 est en dehors de la zone d'effet du risque.

Le tableau ci-après récapitule le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque d'effondrement de l'éolienne pour chaque type d'occupation / élément matériel considérés.

Tableau 10 : Eléments matériels considérés dans la zone d'effet du risque Effondrement :

Type de terrains considérés	1- Risque Effondrement nombre équivalent de personnes	Détail : Surfaces considérées en ha	Commentaire
Rappel valeurs rayon pris en compte :	110 m	/	/
Terrain non bâti : non aménagé très peu fréquenté (champ, prairie...) 1p pour 100 ha	0,018	1,86	Aire totale : à laquelle les surfaces ci-dessous sont soustraites
Terrains non bâtis : aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agris, plateformes stockage, vignes) 1p pour 10 ha	0,19	1,93	2 portions de routes comptées de 165 m et 167 m de longueur sur 5 m de largeur. + 1,78 ha de terrains assimilés à des plateformes stockage
Terrains non bâtis : Terrains aménagés potentiellement fréquentés (parkings, parcs, jardins publics, baignade...) ha = 10 personnes pour 1 ha	2,59	0,25	Le parking du projet est compté dans cette catégorie bien qu'il soit un terrain privé= logique maximisante (en ha)
Voies automobiles fréquentation > 2000 vh/j : RN 164 – considération maximisante à 5000 véh/jour ==> nombre personnes évalué pour un flux de 5000 personnes/j sur la RN 164	0	0	la RN est en dehors de la zone d'effet
Voies ferroviaires	0	0	Aucun
Chemins et voies piétonnes uniquement randonnée	0	0	Aucun
Voies navigables		0	Aucun
Logements	0	0	Aucun
ERP classiques = capacité	0	0	Aucun
ERP catégorie 5 et Commerces 1 10 magasin proximité	0	0	Aucun
ERP catégorie 5 et Commerces 2 15 tabac superette	0	0	Aucun
Industries ne recevant pas de public nombre maxi salariés	31	0	compté ¼ des salariés de l'entreprise JORIS = 20 + Présence de 10 personnes

			maximisant dans 3 cellules du projet ID LOGISTICS + 1 gardien.
TOTAL E2 Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	33,8	/	/

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est de « Entre 10 et 100 personnes exposées » autour de l'éolienne E2.

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

Plus de 100	Désastreux
Entre 10 et 100	Catastrophique
Entre 1 et 10	Important
Au plus 1	Sérieux
Rien	Modéré

Tableau 11 : l'évaluation de la gravité du risque d'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 110 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E2	34	Catastrophique

d) La probabilité de l'effondrement d'une éolienne

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

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

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

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'expérience¹, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

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

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

Il est à souligner que les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui 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.

Retours d'expérience : On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, 2 seuls effondrements ont eu lieu sur les éoliennes,

- de Guigneville (45) en 2018. Eolienne mise en service entre 2013 et 2015.
- De Bouin (85) Mise en service en 2003.

et un seul sur une éolienne mise en service après 2005.

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

Il est 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* ».

¹ 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.

e) acceptabilité de l'effondrement d'une éolienne

Le tableau suivant reprend la gravité associée et le conclut avec le niveau de risque évalué à l'acceptabilité de ce dernier (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
E2	Catastrophique	Faible = Acceptable

		Classe de Probabilité Faible ↔ Forte				
		E	D	C	B	A
Classe de gravité Faible ↔ Forte	Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
	Catastrophique	Yellow	Yellow with X	Red	Red	Red
	Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
	Sérieux	Blue	Blue	Yellow	Yellow	Red
	Modéré	Blue	Blue	Blue	Blue	Yellow

Couleur	Niveau de risque	Acceptabilité
Blue	Risque très faible	Acceptable
Yellow	Risque faible	Acceptable
Red	Risque important	NON Acceptable

Ainsi, le phénomène d'effondrement de l'éolienne E2 constitue, au regard de ces éléments, un risque faible et donc acceptable pour les personnes.

VI.2.2 Scénario 2 : Chute de glace

a) considérations générales

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

Selon l'étude WECO [15], une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est 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.

b) 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. LE survol des pales des N80 est de 80 m de diamètre, la zone d'effet a donc un rayon de 40 m.

Il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, et selon les vents dominants les pales n'occupent en réalité qu'une faible partie de cette zone.



Zones d'effet des risques :

Légende :

⊙ Eolienne

■ Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)

□ Terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés (champs...)

▨ Terrains aménagés mais peu fréquentés (plateformes de stockage)

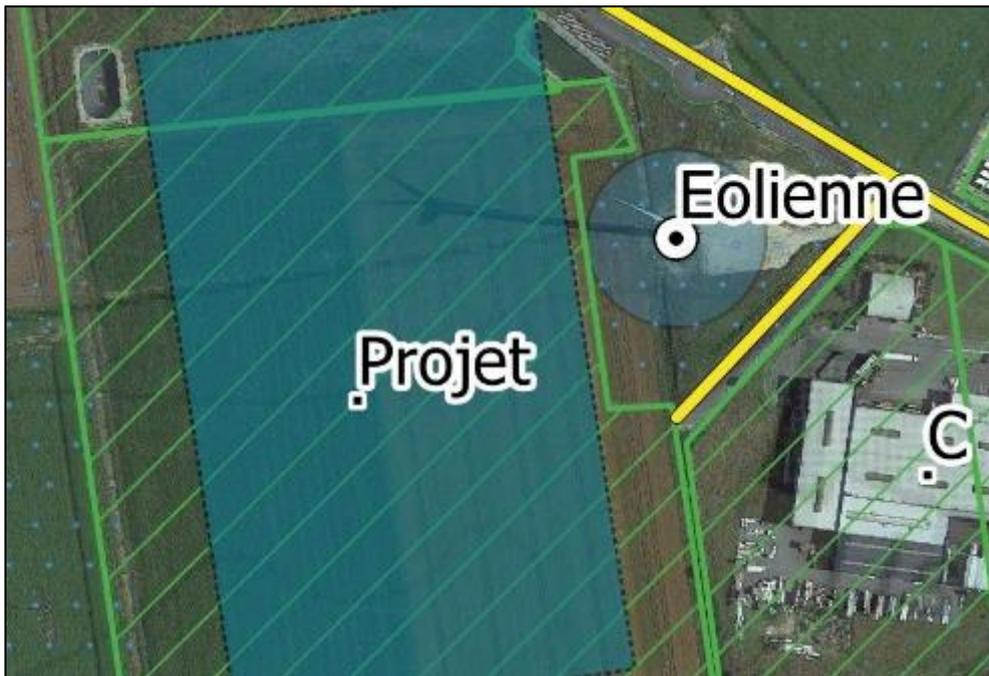
— Route à 5000 véh/jour : RN 164

— Routes : liaisons locales / chemins d'accès

■ 2-3-Chute de glace / Chute d'élément de l'éolienne

□ Périmètre de l'étude de danger

Carte 2 : la zone d'effet du risque de chute de glace



Carte 3 : ZOOM sur la zone d'effet du risque de chute de glace

c) intensité 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 pour l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec. Z_i est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R est la longueur de pale (R= 40 m), SG est la surface du morceau de glace majorant (SG= 1 m²).

Tableau 12 : l'évaluation de l'intensité du risque de chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 40 m)			
Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = SG$ Soit 1 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ Soit 5 024 m ²	$D = Z_i / Z_E$ Soit 0,02 % (< 1 %)	Exposition modérée

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

d) gravité 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 uniquement :

- des terrains non aménagés et très peu fréquentés. Elle est de l'ordre de 0,5 ha par éolienne.

Aucun autre terrain aménagé mais peu fréquentés (voies de communication et chemins d'exploitation, plateforme de stockage...), ERP, habitation, Activité n'est recensé sous l'emprise du rotor de l'éolienne.

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 de l'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
E2	0,005	0	0	0	0	0,005

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est de « Inférieure à 1 personne exposée » sous l'éolienne.

Plus de 1000	Desastreux
Entre 100 et 1000	catastrophique
Entre 10 et 100	Important
Au plus 10	Sérieux
Inférieur à 1	Modéré

Le tableau suivant indique, pour l'éolienne étudiée, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute de glace et la gravité associée.

Tableau 13 : l'évaluation de la gravité du risque de chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à 40 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E2	0,005	Modérée

e) probabilité 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} .

f) Acceptabilité de la chute de glace

Le tableau suivant rappelle, pour l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E2	Modéré	Faible : Acceptable

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

Ainsi, 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.

VI.2.3 Scenario 3 : Chute d'éléments d'une éolienne

a) Zone d'effet de la chute d'éléments 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 (40 m).



Zones d'effet des risques :

Légende :

- ⊙ Eolienne
- Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)
- Terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés (champs...)
- ▨ Terrains aménagés mais peu fréquentés (plateformes de stockage)
- Route à 5000 véh/jour : RN 164
- Routes : liaisons locales / chemins d'accès

- 2-3-Chute de glace / Chute d'élément de l'éolienne
- Périmètre de l'étude de danger

Carte 4 : la zone d'effet du risque de chute d'éléments

b) intensité de la chute d'éléments d'une éolienne

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 E2 du parc de Saint-Caradec. D est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 40m) et LB la largeur de la base de la pale (LB= 2,4 m).

Tableau 14 : 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 40 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 40 m ²	$Z_E = \pi \times R^2$ Soit 5 024 m ²	$D = Z_i / Z_E$ Soit $x = 0,96\%$ $x < 1\%$	Exposition modérée

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

c) Gravité de la chute d'éléments de l'éolienne

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.

Comme pour le risque chute de glace, la zone d'effet du risque de chute d'éléments concerne uniquement :

- des terrains non aménagés et très peu fréquentés. Elle est de l'ordre de 0,5 ha par éolienne.

La zone d'effet est nettement inférieure à 100 ha par éolienne, il est donc possible d'estimer que la présence humaine est « au plus 1 personne exposée » (0,005 personnes).

Le tableau ci-après recense le nombre de personnes permanentes concerné dans la zone d'effet du risque de chute d'éléments de l'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
E2	0,005	0	0	0	0	0,005

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine est de « Inférieur à 1 personne exposée ».

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

Tableau 15 : Evaluation de la gravité du risque de chute d'éléments d'une éolienne

Chute d'éléments d'une éolienne (dans un rayon de 40 m)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E2	0,005	Modérée

d) Probabilité de la chute d'éléments d'une éolienne

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

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

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

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

e) Acceptabilité de la chute d'éléments d'une éolienne

Le tableau suivant rappelle, pour l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

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

Couleur	Niveau de risque	Acceptabilité
	Risque très faible	Acceptable
	Risque faible	Acceptable
	Risque important	NON Acceptable

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E2	Modéré	Très faible : Acceptable

Ainsi, le phénomène de chute d'éléments sous l'éolienne constitue un risque très faible, et donc acceptable pour les personnes.

VI.2.4 Scénario 4 : la projection de pales ou de fragments de pales

a) 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. guide de l'étude de dangers). 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.



Sources : Fonds cartographiques, Google maps, IGN SCAN25, Data.gouv.fr - Réalisation : INGEA 2022

Légende :

- ⊙ Eolienne
- Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)
- Terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés (champs...)
- ▨ Terrains aménagés mais peu fréquentés (plateformes de stockage)
- Route à 5000 véh/jour : RN 164
- Routes : liaisons locales / chemins d'accès

Zones d'effet des risques :

- 4-Projection de pale (ou fragments)
- Périmètre de l'étude de danger

Carte 5 : la zone d'effet du risque de projection de pale ou de fragment de pale (500 m)

b) Intensité 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 E2 du parc de Saint-Caradec. D est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R la longueur de pale ($R = 40$ m), LB la largeur de la base de la pale ($LB = 2,4$ m) et r le rayon de projection maximale ($r = 500$ m).

Tableau 16 : 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 48 m ²	$Z_E = \pi \times r^2$ Soit 785 000 m ²	$D = Z_i / Z_E$ Soit 0,01 % (< 1 %)	Exposition modérée

c) Gravité de la projection de pales ou de fragments de pales / Evaluation fréquentation dans la zone d'effet du risque

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.

Etant donné l'implantation de l'éolienne au sein d'un de la ZA de Bel-Air comptant de nombreuses activités, le tableau qui suit s'attache à préciser les occupations du sol et la fréquentation des activités considérées dans la zone d'effet.

Note d'interprétation : D'une manière générale la fréquentation des lieux a été appréhendée dans une logique majorante conservatrice, en termes de présence de personnes, et donc d'évaluation du risque. A titre d'exemple, il a été considéré une circulation sur la RN 164 supérieure aux données mesurées, une largeur des voies de circulation supérieure, prise en compte des parkings privés (comptés dans une catégorie comme étant ouverts au public, alors que ce n'est pas le cas) et considération des sites industriels en doublon : à l'image de la catégorie des plateformes de stockage, qui ne seraient théoriquement pas à additionner au calcul étant donné que la fréquentation maximale des entreprises est déjà prise en compte.

La fréquentation considérée des entreprises alentours est la suivante :

	Salariés potentiellement présents total en moyenne
PROJET ID LOGISTICS	40 + 15 camions (au maximum 100)
A - Centre Auto-Bodemer	120
B- Le hannier	5
C- JORIS Bretagne	80
D - Ferme Goizel	2
E - Elevage Porc	2
F - Maréchage bio Gilles Lemarchand	2
TOTAL	266

Ainsi la fréquentation actuelle (sans le projet ID LOGISTICS) dans le périmètre de l'éolienne -500 m- est estimée à 211 personnes.

Le projet prévoit d'ajouter une présence moyenne permanente de 40 employés + 15 employés/ chauffeurs sur le projet ID LOGISTICS. Au maximum, il est à noter qu'il pourra y avoir 100 équivalents-temps plein sur la plateforme. Ainsi le total de personnes « permanentes » à considérer dans la catégorie « Industries ne recevant pas de public» est de 266 personnes au sein du périmètre de 500 m en moyenne autour des éoliennes et pourra être de 311 personnes au maximum possible.

A ce chiffre s'ajoute l'évaluation du nombre de personne sur les terrains, les voies de communication, les fermes, habitations recensées.

Tableau 17 : Eléments matériels considérés dans la zone d'effet du risque de projection de pale ou fragments :

Type de terrains considérés	4-Projection pale : nombre équivalent de personnes	Détail : Surfaces considérées en ha	Commentaire
Rappel valeurs rayon pris en compte :	500	/	/
Terrain non bâti : non aménagé très peu fréquenté (champ, prairie...)1p pour 100 ha	0,534	53,44	Aire totale : à laquelle les surfaces ci-dessous sont soustraites

Terrains non bâtis : aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agris, plateformes stockage, vignes) 1p pour 10 ha	2,506	25,0602	Routes comptées + espaces de plateformes de stockage : l' emprise totale de chaque activité est considérée
Terrains non bâtis : Terrains aménagés potentiellement fréquentés (parkings, parcs, jardins publics, baignade...) ha = 10 personnes pour 1 ha	9,44	0,9444	Tous les parkings sont ajoutés au comptage (logique conservatrice) car ne sont théoriquement pas à compter car non ouverts au public (dont 0,259 ID LOGISTICS)
Voies automobiles fréquentation > 2000 vh/j : RN 164 – considération maximisante à 5000 véh/jour ==> nombre personnes évalué pour un flux de 5000 personnes/j sur la RN 164	20,10	0,882	RN 164 sur 882 m de long et 5000 véh/j
Voies ferroviaires	0	0	
Chemins et voies piétonnes uniquement randonnée	0	0	
Voies navigables		0	
Logements	5	2	Habitations associées aux exploitations agricoles
ERP classiques = capacité	0	0	Aucun
ERP catégorie 5 et Commerces 1 10 magasin proximité	0	0	Aucun
ERP catégorie 5 et Commerces 2 15 tabac superette	0	0	Aucun
Industries ne recevant pas de public nombre maxi salariés	266 (311 au maximum)	269	Cf. tableau précédent. Salariés potentiellement présents total
TOTAL E2 Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	303 (348 au maximum)	/	/

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine sera comprise entre 303 et 348 personnes au maximum soit, « Entre 100 et 1000 personnes exposées » autour de l'éolienne E2.

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

Plus de 1000	Désastreux
Entre 100 et 1000	catastrophique
Entre 10 et 100	Important
Au plus 10	Sérieux
Inférieur à 1	Modéré

Tableau 18 : Evaluation 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
E2	303 à 348	Catastrophique

d) Probabilité 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 par l'exploitant du parc éolien, 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 ».

e) Acceptabilité de la projection de pales ou de fragments de pales

Le tableau suivant rappelle, pour l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec, 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
E2	Catastrophique	Faible = Acceptable

		Classe de Probabilité Faible ↔ Forte				
		E	D	C	B	A
Classe de gravité Faible ↔ Forte	Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
	Catastrophique	Yellow	Yellow with X	Red	Red	Red
	Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
	Sérieux	Blue	Blue	Yellow	Yellow	Red
	Modéré	Blue	Blue	Blue	Blue	Yellow

Couleur	Niveau de risque	Acceptabilité
	Risque très faible	Acceptable
	Risque faible	Acceptable
	Risque important	NON Acceptable

Ainsi, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque faible et donc acceptable pour les personnes.

VI.2.5 Scénario 5 : Projection de glace

a) Zone d'effet de la projection de glace

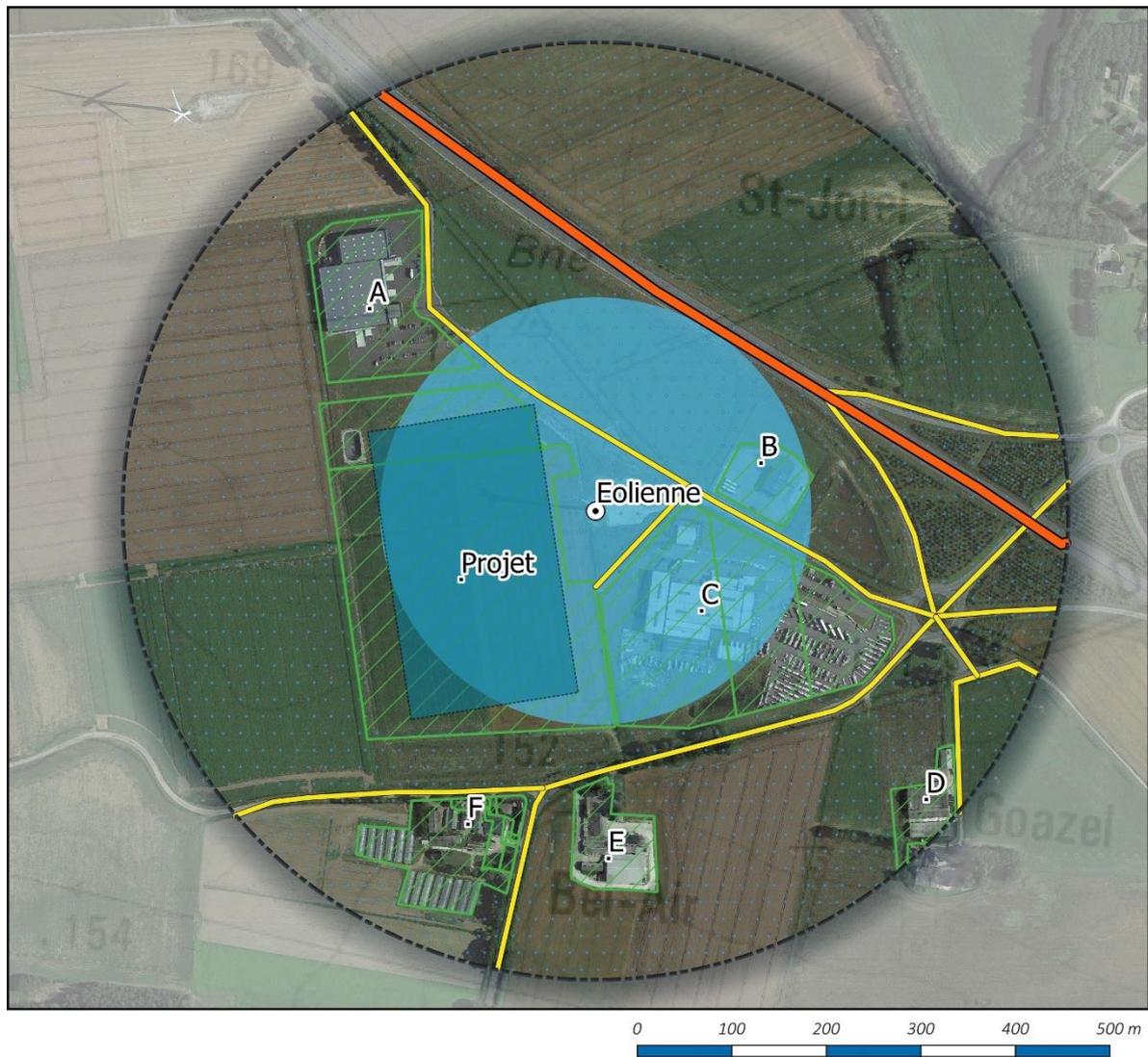
L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais n'a jamais occasionné de dommage sur les personnes ou les biens.

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 l'éolienne étudiée, la distance d'effet est donc évaluée à un rayon de 228 m autour des éoliennes. Cf. carte suivante.



Zones d'effet des risques :

Légende :

- ⊙ Eolienne
 - Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)
 - Terrains non bâtis : non aménagés et très peu fréquentés (champs...)
 - ▨ Terrains aménagés mais peu fréquentés (plateformes de stockage)
 - Route à 5000 véh/jour : RN 164
 - Routes : liaisons locales / chemins d'accès
- 5-Projection de glace
- Périmètre de l'étude de danger

Carte 6 : la zone d'effet des risques de projection de glace

b) Intensité 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 pour l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec. D est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R la longueur de pale (R= 40 m), H la hauteur au moyeu (H= 72 m), et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Tableau 19 : 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 228 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	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H_{\text{moyeu}} + 2 \times R))^2$ Soit 163 230 m ²	$D = Z_I / Z_E$ Soit 0,0006 % (< 1 %)	Exposition modérée

c) Gravité de la projection de glace / Evaluation fréquentation dans la zone d'effet du risque

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.

La fréquentation considérée dans la zone d'effet du risque est la suivante :

Aucune personne dans les activités recensées du fait de :

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.

Tableau 20 : Gravité nulle pour les industries ne recevant pas de public : détails

	Salariés potentiellement présents dans la zone d'effet		Nombre de personnes à considérer
PROJET ID LOGISTICS	3 cellules = 15 salariés présents à l'intérieur des cellules (maximisant)	A noter que les salariés présents seront sur la partie avant du bâtiment. Le risque concerne quant à lui une partie de la zone arrière des bâtiments.	Aucune personne : salariés abrités dans véhicule ou bâtiment.
A - Centre Auto-Bodemer	Non concerné par le rayon de la zone d'effet		
B- Le hannier	5		
C- JORIS Bretagne	80		
D - Ferme Goizel	Non concerné par le rayon de la zone d'effet		
E - Elevage Porc	Non concerné par le rayon de la zone d'effet		
F - Maréchage bio Gilles Lemarchand	Non concerné par le rayon de la zone d'effet		
TOTAL	100		Nombre de personne à considérer : Nul. * Cf. Justification ci-dessous

Ainsi la gravité liée à la fréquentation dans les bâtiments ou véhicules dans le périmètre de projection de glace est à considérer comme nulle dans la catégorie « Industries ne recevant pas de public ».

L'analyse tient compte en revanche de l'évaluation du nombre de personne sur les terrains extérieurs, plateformes de stockage, parkings, voies d'accès. Le détail est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 21 : Eléments matériels considérés dans la zone d'effet du risque projection de glace

Type de terrains considérés	5-Projection Glace – Nb personnes	Détail surfaces (ha) / nb	Commentaires
Rappel valeurs rayon pris en compte :	228		
Terrain non bâti : non aménagé très peu fréquenté (champ, prairie...)1p pour 100 ha	0,046	4,65	Aire totale : à laquelle les surfaces ci-dessous sont soustraites
Terrains non bâtis : aménagés mais peu fréquentés (voies non structurantes, chemins agris, plateformes stockage, vignes) 1p pour 10 ha	1,17	11,67	Routes jaunes comptées+ activités peu fréquenté (surface des zones d'activités comprises dans la zone d'effet)
Terrains non bâtis : Terrains aménagés potentiellement fréquentés (parkings, parcs, jardins publics, baignade...) ha = 10 personnes pour 1 ha	2,94	0,29	Compté parking ID LOGISTICS et petit parking " activité C"JORIS de manière conservatrice
Voies automobiles fréquentation > 2000 vh/j : RN 164 – considération maximisante à 5000 véh/jour ==> nombre personnes évalué pour un flux de 5000 personnes/j sur la RN 164	0	0	la RN est en dehors de la zone d'effet
Voies ferroviaires	0	0	Aucun
Chemins et voies piétonnes uniquement randonnée	0	0	Aucun
Voies navigables	0	0	Aucun
Logements	0	0	Aucun
ERP classiques = capacité	0	0	Aucun
ERP catégorie 5 et Commerces 1 10 magasin proximité	0	0	Aucun
ERP catégorie 5 et Commerces 2 15 tabac superette	0	0	Aucun
Industries ne recevant pas de public nombre maxi salariés	0*	0*	*Aucune personne à décompter cf. paragraphe précédent.
TOTAL Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	4,2		/

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine équivalente est de l'ordre de 5 personnes, soit, « inférieure à 10 personnes » autour de l'éolienne E2.

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

Il est donc possible d'estimer que la présence humaine (personnes équivalent permanentes) est de « Moins de 10 personnes exposées » autour de l'éolienne E2.

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

Plus de 1000	Désastreux
Entre 100 et 1000	catastrophique
Entre 10 et 100	Important
Au plus 10	Sérieux
Inférieur à 1	Modéré

Tableau 22 : l'évaluation de la gravité du risque de projection de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 228 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E2	5	Sérieux

d) Probabilité 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.

e) Acceptabilité de la projection de glace

Le risque de projection pour l'éolienne étudiée 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 l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de $R_{PG} = 228$ m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E2	Sérieux	Faible = Acceptable

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

Ainsi, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes. De plus, le secteur d'implantation du projet soumis au climat océanique de l'ouest de la France, est peu propice à la formation de glace.

VI.2.6 Synthèse de l'étude détaillée des risques

a) Tableau de synthèse des 5 scénarios étudiés

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

Il concerne l'éolienne E2 du parc de Saint-Caradec à proximité de laquelle le projet ID LOGISTICS projette de s'implanter.

L'analyse de l'acceptabilité est basée sur la matrice de criticité présentée à la suite du tableau.

Tableau 23 : la synthèse de l'évaluation des risques étudiés

Scénario	Zone d'effet	Éolienne	Cinétique	Intensité	Gravité	Probabilité	Risque	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 110 m	E2	Rapide	Exposition Forte	Catastrophique	D	Faible	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol soit un rayon de 40 m	E2	Rapide	Exposition modérée	Modéré	A	Faible	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol soit un rayon de 40 m	E2	Rapide	Exposition modérée	Modéré	C	Très faible	Acceptable
Projection de pales ou de fragments de pales	Rayon de 500 m autour des éoliennes	E2	Rapide	Exposition modérée	Catastrophique	D	Faible	Acceptable
Projection de glace	Rayon de 228 m autour des éoliennes	E2	Rapide	Exposition modérée	Sérieux	B	Faible	Acceptable

b) Acceptabilité des risques / matrice de criticité

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.

Les numéros 1 à 5 correspondent aux scénarios de risques étudiés.

		Classe de Probabilité Faible ↔ Forte				
		E	D	C	B	A
Classe de gravité Faible ↔ Forte	Désastreux					
	Catastrophique		1-4			
	Important					
	Sérieux				5	
	Modéré				3	2

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.

- 1 scénario d'accident est concerné par un risques très faibles (cases bleues) : il s'agit du scénario de chute d'éléments de l'éolienne,
- Les 4 autres scénarios d'accident induisent un risque faible (case jaune).

Le niveau de risque liés à ces 4 scénarios est maîtrisé par la mise en œuvre des mesures de maîtrise des risques déjà en place sur le parc éolien de Saint-Caradec.

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 d'un suivi et entretien régulier permettant de réduire ces risques.

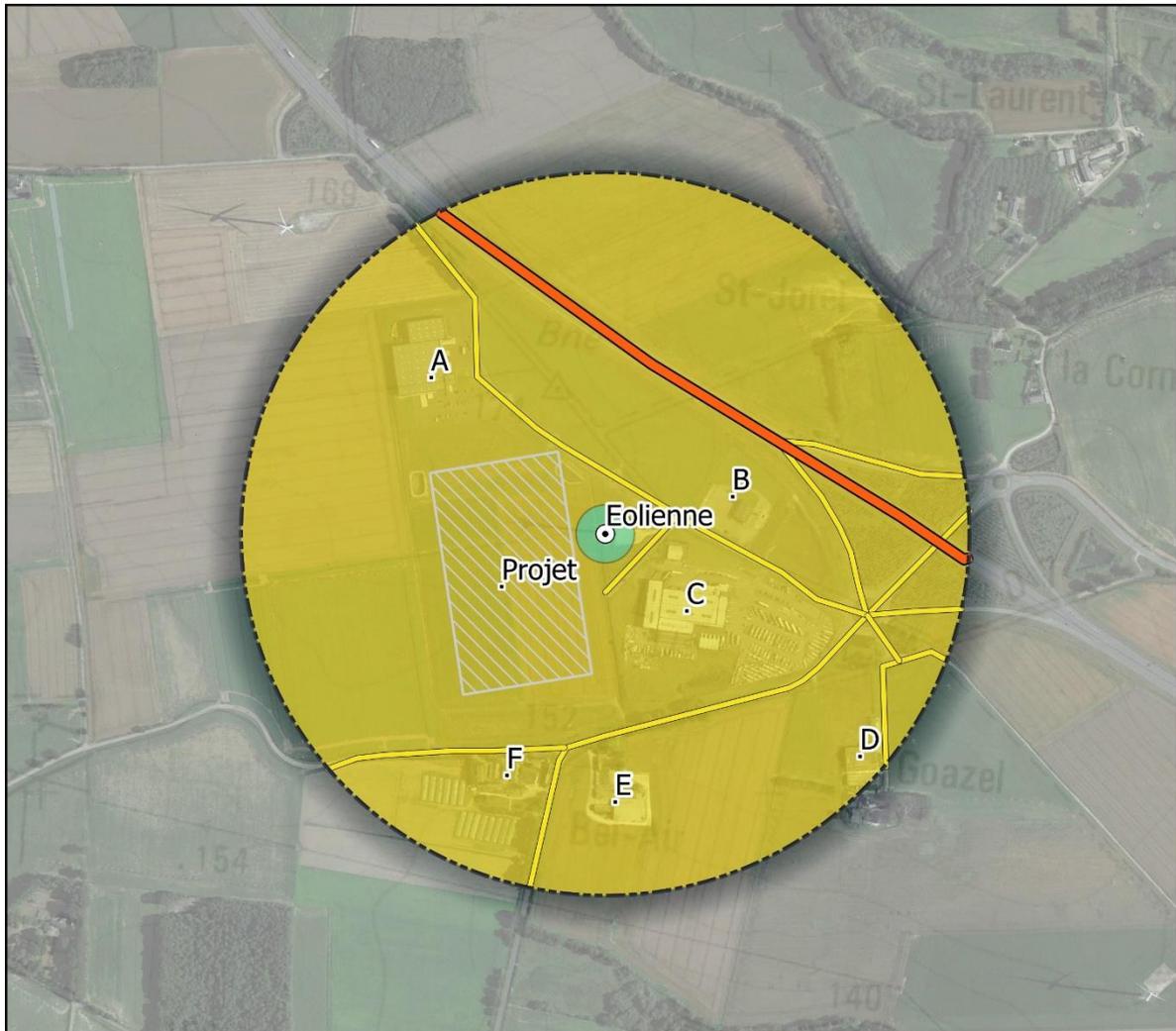
L'ajout du projet ID LOGISTICS et le nombre de personnes -équivalentes dans les zones d'effets associées au risques étudiés, n'est pas de nature à modifier le niveau de gravité existante sur la ZA sans le projet.

Ainsi l'ajout de l'activité logistique prévue par ID LOGISTICS ne modifie ni le niveau de risque existant, et ne remet pas en cause l'acceptabilité du risque.

Tous les scénarios d'accident liés à l'éolienne E2 du parc de St-Caradec engendrent un risque jugé acceptable. La maîtrise du risque pour les risques « faibles » sont mises en place par le gestionnaire du parc éolien.

VI.2.7 Cartographie de synthèse des risques

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



Sources : Fonds cartographiques Google maps, IGN SCAN25, Data.gouv.fr - Réalisation : INGEA 2022

Légende :

- ⊙ Eolienne
- Risque très faible = Acceptable (Chute d'élément de l'éolienne)
- Risque Faible = Acceptable (4 autres risques)
- ▨ Bâtiment du projet (Industrie ne recevant pas de public)
- Route à 5000 véh/jour : RN 164
- Routes : liaisons locales / chemins d'accès

Carte 7 : les niveaux de risques évalués pour le parc éolien

VI.3. Mesures de maîtrise des risques

Pour les scénarios d'accidents, dont le niveau de risque a été jugé comme faible, il convient de souligner que le niveau de risque liés à ces scénarios est maîtrisé par la mise en œuvre des mesures de maîtrise des risques déjà en place sur le parc éolien de Saint-Caradec.

Rappelons que l'ensemble des risques est jugé acceptable au regard de l'étude détaillée menée pour l'éolienne E2 du parc éolien Saint-Caradec à proximité du projet ID LOGISTICS.

VI.4. Moyens de secours et d'intervention

VI.4.1 Moyens internes

L'éolienne dispose d'un accès pompier.

Le site du projet ID LOGISTICS est desservi par un accès pompiers et une voie-engins permettant l'intervention du SDIS.

Le projet est équipé de moyens de défense et de lutte contre l'incendie conformément à l'Arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510, (modifié par le décret Décret n° 2020-1169 du 24/09/20 modifiant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement et la nomenclature annexée à l'article R. 122-2 du code de l'environnement ;

Notamment,

- 10 poteaux incendie sur site sur cuve surpressée d'un volume de 1 200 m³ ;
- 1 aire de pompage (4*8 m) destinée aux services de secours pour chaque poteau incendie,
- 1 aire de mise en station des moyens aériens au droit et de chaque côté de tous les murs coupe-feu séparatifs,

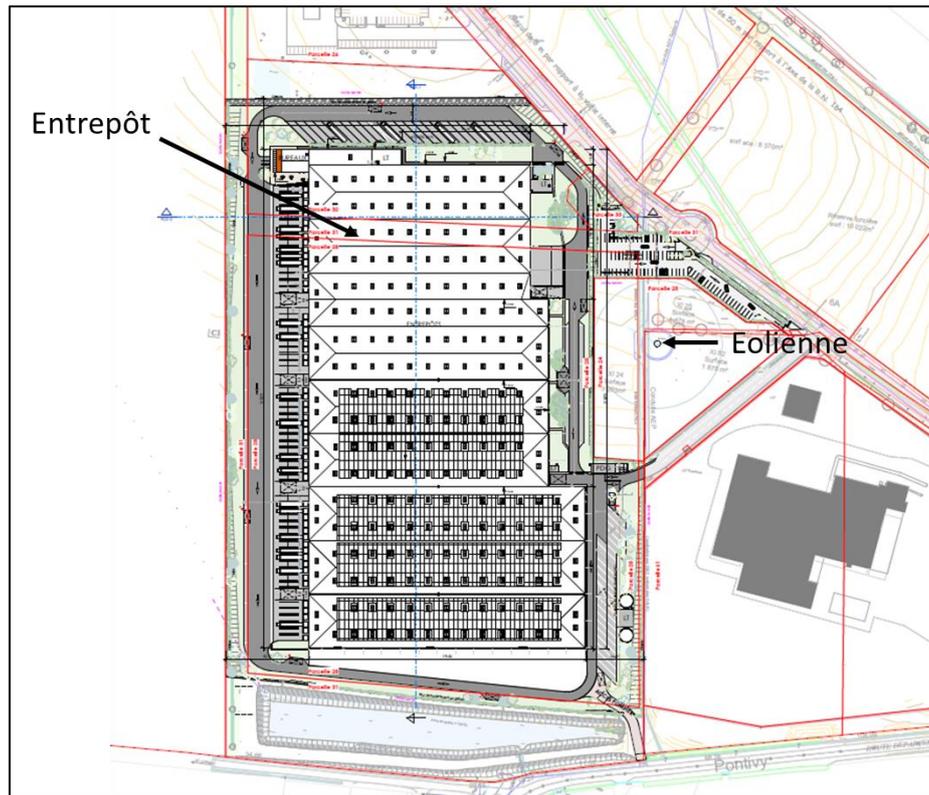


Figure 12 : Extrait du plan de masse du projet de la société ID LOGISTICS

VI.4.2 Moyens externes

La caserne de pompiers la plus proche est le centre d'incendie et de secours de Loudéac, située à 9,9 km du projet et de l'éolienne E2, accessible en 10 minutes de route depuis le CIS de LOUDEAC.

Adresse :

25 rue Pavillon ,
22600 LOUDEAC

Chef de centre : Capitaine Fabien Seigneul

Contact : 02.96.28.11.60

VII. Conclusion de l'étude de dangers éolienne vis-à-vis du projet d'entrepôt logistique ID LOGISTICS

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 », mais également plusieurs activités et entreprises, des voies de circulation, zones de parkings...

Afin d'évaluer les risques induits par l'éolienne étudiée, les cinq scénarios d'accidents ont été envisagés. Sur ces cinq scénarios, 4 présentent un risque faible (acceptable) :

- L'effondrement de l'éolienne,
- La projection d'une pale ou d'un fragment de pale,
- La projection de glace,
- La chute de glace.

Un scénario présente un risque très faible (acceptable):

- La chute d'éléments de l'éolienne.

En conclusion :

Le projet ID LOGISTICS est projeté au sein de la ZA de Bel Air à Saint-Caradec, qui compte déjà plusieurs activités existantes, et dont certaines préexistaient avant l'implantation du parc éolien.

La présente étude de dangers a permis de démontrer que en tenant compte des activités et de la fréquentation par les personnes que va apporter le projet ID LOGISTICS : tous les scénarios d'accidents liés à l'éolienne existante sont au final jugés acceptables.

Le projet ID LOGISTICS n'aura pas non plus d'effet sur l'éolienne existante.

ANNEXES

ANNEXE 1

Étude de Dangers

ACCIDENTS EOLIEN France

**MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE / DIRECTION GÉNÉRALE DE LA
PRÉVENTION DES RISQUES / SERVICE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES / BARPI**

**Résultats de la recherche "ACCIDENTS EOLIEN
FRANCE 2016-2022" sur la base de données ARIA - État
au
06/04/2022**

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de la transition écologique, 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

Liste de(s) critère(s) pour la recherche "ACCIDENTS EOLIEN BRETAGNE":

- Contient : éolien

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 :

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

Accident

Chute d'une pale d'éolienne

N° 56753 - 13/02/2021 - FRANCE - 45 - PATAY .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56753/>

Un samedi matin, vers 8 h, une pale se détache d'une éolienne dans un parc éolien. L'exploitant reçoit une alerte de panne d'orientation de la nacelle mettant à l'arrêt la machine vers 11 h. Vers 12 h, une équipe d'intervention constate l'arrachement de fibres de verre sur le bord de fuite de l'une des 3 pales de la machine. Des techniciens mettent les pales en drapeau et placent la pale défectueuse vers le bas. Le rotor est bloqué

mécaniquement. L'exploitant sécurise la zone, notamment par un balisage et la suppression du risque de chute d'éléments. Il arrête les autres éoliennes du parc.

Des lames de fibres de verre sont retrouvées à 30 m de la machine et des fragments jusqu'à 150 m. L'exploitant regroupe l'ensemble des débris dans un conteneur dédié avant passage de l'expert et la prise en charge par une société capable de recycler les composants et non de les incinérer.

A la suite d'une analyse de l'état de la pale, un tiers-expert constate un défaut de collage, soit au niveau de la répartition de la colle, soit au niveau de la qualité de la colle. Les indices précurseurs de fragilisation n'ont pas été détectés lors de la maintenance de contrôle. Il s'agirait d'une cinétique lente de rupture. L'exploitant constate une insuffisance des détecteurs, notamment de balourds et d'inclinaison, équipant la machine. En effet, aucun système de supervision à distance de l'éolienne n'a pu confirmer la chute de la pale. L'événement a été constaté sur place après plusieurs heures.

L'exploitant lance des opérations de réparations des défauts visibles en surface des autres pales et une thermographie de l'ensemble des pales. L'inspection des installations classées conditionne le redémarrage de l'éolienne impliquée à la détermination des causes de l'incident et celui des autres éoliennes à un contrôle renforcé de l'état des pales. L'éolienne est remise en service 4 mois plus tard à la suite du remplacement de la pale et de la réalisation des tests de sécurité. L'exploitant s'engage à mettre en place des détecteurs complémentaires permettant d'identifier ce type de casse sous 6 mois et effectue des contrôles de proximité par drone renforcé dans l'attente.

Accident

Rupture d'une pale d'éolienne

N° 56597 - 12/01/2021 - FRANCE - 36 - SAINT-GEORGES-SUR-ARNON .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56597/>

Vers 7 h, une pale d'une éolienne se disloque partiellement. A 6h50, le centre de supervision du parc éolien, situé en Allemagne, reçoit une alarme de mise en drapeau des pales à 90 °. Il transmet l'information au centre de maintenance à quelques km du parc. Le personnel se rend sur place vers 8 h. Vers 9 h, l'exploitant prévient les pompiers et met en place un périmètre de sécurité de 150 m autour du mât. L'exploitant condamne les 2 accès du chemin à proximité de la machine. Il informe les exploitants des terres agricoles proches qu'ils ne peuvent plus venir sur leurs terrains. Il arrête les 5 machines du parc. Les pompiers ramassent les débris. Un gardiennage est mis en place. Une inspection par drone est réalisée pour visualiser le risque de chute de morceaux, repérer les débris au sol et décider comment intervenir pour déposer la pale.

La pale est en position verticale, déchirée depuis la base. Des lanières de matériau pendent le long du mat. La nacelle et les 2 autres pales de l'éolienne sont endommagées. Des débris sont retrouvés au sol dans un rayon de 100 m, l'exploitant met en place une zone d'exclusion. Plusieurs composants sont soumis aux intempéries. 10 jours après l'incident, un épisode de fort vent fait à nouveau chuter des éléments au sol, l'exploitant étend la zone d'exclusion à 200 m. Deux mois après l'incident, à la suite de l'évaluation de la stabilité de l'éolienne, l'exploitant accède à l'éolienne pour retirer les éléments instables. Début avril, l'ensemble des débris sont mis en conteneurs sur le site. Début juillet, les deux pales restantes et le moyeu de l'éolienne sont démontés.

L'exploitant signale que, lors du contrôle des pales par drone en août et novembre 2020, des défauts superficiels de revêtement ont été relevés, selon lui, ces défauts sont classiques pour des pales de 11 ans.

Lors de l'incident, l'éolienne était soumise à des vitesses de vent (entre 10 et 15 m/s) qui nécessitent une régulation de la puissance produite par le système d'orientation des pâles (pitch contrôle). Pour les 3 pales simultanément, ce système est inopérant, l'éolienne entre alors en survitesse. Le système de frein aérodynamique se déclenche mais le pitch contrôle ne réagit pas. L'éolienne continue de tourner à grande vitesse jusqu'à la rupture de la pale, aux alentours de 6 h, entraînant l'arrêt de la machine. Le moteur du pitch control n'a pas reçu l'ordre de l'automate car le convertisseur situé en amont a été "gelé" par protection contre des surintensités. Ce mode est lié à une erreur de programmation du logiciel de commande des convertisseurs. Le moyeu est envoyé en expertise en Allemagne.

Les autres éoliennes du parc redémarrent 1 mois après l'incident avec la mise à jour du logiciel et la mise en place d'un protocole de surveillance.

La mise à jour logiciel est effectuée sur 240 éoliennes en France. Le responsable de la maintenance de l'éolienne informe les exploitants des parcs équipés de turbines pouvant être concernées par le défaut.

Accident

Chute au sol d'une pale complète d'éolienne

N° 55650 - 27/06/2020 - FRANCE - 22 - PLEMET .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55650/>

Un samedi, vers 10 h, une pale de 10 t se détache du rotor d'une éolienne dans un parc éolien composé de 8 machines. L'exploitant reçoit des alarmes sur son système de sécurité. Un passant alerte la gendarmerie qui sécurise la zone et interdit l'accès à l'éolienne. L'ensemble du parc est mis à l'arrêt. Sur place vers 13 h, l'exploitant poursuit la mise en sécurité du site. Un gardiennage est mis en place à partir de 20 h pour au moins une semaine. L'exploitant réalise, 2 jours après la chute, une inspection visuelle par drone de l'ensemble de l'éolienne et des champs alentours.

Des débris de pale (plastique, résine, carbone, fibre de verre, bois, composite...) sont retrouvés au sol dans un rayon de 40 m. Une partie des cultures (maïs) du champ attenant est endommagée. Une société spécialisée collecte et traite les déchets.

La pale a glissé le long des tiges métalliques qui la relie au rotor. Une perte d'adhérence entre les inserts métalliques de liaison du pied de la pale au moyeu du rotor a conduit à la chute de la pale. Cette déviation avait été identifiée par le constructeur en 2018 sur un lot spécifique de pales identifiées par leur numéro de série. Des critères d'acceptation du défaut ont été définis et le constructeur a mis en place des contrôles réguliers par ultrasons afin de vérifier ces critères sur le lot de pales concernés. Le dernier contrôle effectué 2 mois avant l'incident, sur la pale, n'a pas mis en évidence de dégradations. L'analyse des conditions météorologiques sur le secteur du parc le jour de l'incident montre que la rupture d'adhérence est survenue de manière prématurée à la suite de l'accumulation de phénomènes de charge : vents violents, rafales, turbulences, changement de mode de production dû au bridage acoustique.

L'inspection des installations classées prend un arrêté de mesures d'urgence afin de demander à l'exploitant, notamment, de :

- sécuriser l'accès à l'éolienne ;
- protéger la pale pour éviter l'envol de débris ;
- réaliser une cartographie des débris disséminés ;
- caractériser l'impact de la chute de la pale sur la qualité des sols.

L'exploitant remplace le set de pales de l'éolienne par un modèle de dimensions équivalentes mais de technologie différente. La remise en exploitation du parc est conditionnée à la mise en place d'un mode de fonctionnement restrictif afin de réduire les phénomènes de charge :

- arrêt des machines pour des vents supérieurs à 12 m/s ;
- pitch des pales à partir de vents à 5-6 m/s pour réduire la tension ;
- application d'un seul mode de production du bridage acoustique quel que soit la période et la vitesse de vent (mode le plus restrictif pour éviter toute émergence) ;
- inspection mensuelle des pales par ultrason.

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 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.

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 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

Ecoulement 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. Une société spécialisée nettoie les zones affectées : la dalle béton et les sols à proximité.

La dalle est nettoyée par un lavage haute pression. De la terre est prélevée pour analyses en laboratoire. Contenant 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 effectuée par la société en charge de la maintenance pour 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 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'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/>

Au cours d'une patrouille de routine à 11 h, un gendarme trouve un joint de pale au pied d'une éolienne. Il contacte l'exploitant par le numéro d'urgence. L'entreprise de maintenance se rend sur place pour récupérer l'équipement. L'incident est sans conséquence, le joint permet principalement de diminuer les turbulences au niveau du rotor. Ce joint de pale avait glissé sur le premier mètre de la pale 2 semaines plus tôt et une intervention était prévue la semaine de l'évènement.

L'évènement 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 coté 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-serrant 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'évènement 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

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

Fuite d'huile sur une éolienne

N° 56309 - 01/09/2020 - FRANCE - 51 - BOUCHY-SAINT-GENEST .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56309/>

Lors d'une visite de site, un opérateur constate une fuite d'huile sur l'une des éolienne d'un parc éolien. Le produit a atteint le sol au pied du mât. Le sous-traitant met en place un kit anti-pollution autour de la fondation extérieure pour éviter que plus de produit n'atteigne le sol. Il identifie la fuite, change le flexible en cause et fait l'appoint des niveaux d'huile.

L'exploitant effectue un diagnostic de pollution des sols pour établir l'impact du produit et les travaux de dépollution nécessaires.

L'exploitant estime la quantité ayant fui à 20 l.

La fuite proviendrait d'un flexible allant d'un accumulateur à un collecteur de deux pales.

L'exploitant planifie des simulations de cas de fuite et des sensibilisations et formations aux procédés internes afin d'éviter, et de mieux gérer les accidents et incidents environnementaux. Il s'adresse particulièrement aux sous-traitants de maintenance.

Accident

Pliure d'une éolienne

N° 55641 - 30/04/2020 - FRANCE - 29 - PLOUARZEL .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55641/>

Une pale de 20 m de long d'une des 5 éoliennes d'un parc éolien présente une pliure. De forts craquements sont audibles à 300 m de l'éolienne. Une partie de 1,5 m chute au sol. Un technicien sur place pour une intervention constate l'avarie vers 11h20. Le responsable d'exploitation et une équipe arrêtent et mettent en sécurité les 5 éoliennes du parc. Un gardiennage 24h/24 et un périmètre de sécurité de 50 à 60 m sont mis en place. Le périmètre est renforcé par un arrêté municipal qui interdit l'accès au chemin rural. Quatre jours après le constat, l'exploitant bloque mécaniquement le rotor afin de réduire les efforts mécaniques sur les structures mobiles de l'éolienne. Les travaux de réparation de la pale endommagée nécessitent l'installation d'une plateforme pour grue. Elle est mise en place 13 jours après l'incident. L'exploitant organise des vérifications avant de pouvoir remettre en service le parc. Les mesures de sécurité doivent être maintenues tant que la pale n'est pas démontée.

La pale endommagée présente une détérioration à mi-longueur. Des traces de choc sur le mât sont visibles, la pale a probablement heurté plusieurs fois le mât avant de se briser. Des débris de fibres de verre et de colle sont présents dans un rayon de 60 m autour de l'éolienne. L'exploitant collecte ces déchets.

Le système de surveillance de l'éolienne n'a pas détecté les chocs de la pale sur le mât, ni de déséquilibre dans la rotation des pales. L'exploitant confirme que l'éolienne, âgée de 20 ans, n'est pas dotée de dispositif de balourd. D'après les premiers éléments d'analyse de l'exploitant, l'éventualité d'un impact de foudre n'est pas écartée, ou d'une mauvaise orientation des pales, qui a pu entraîner un défaut généralisé. L'inspection des installations classées avance l'hypothèse de coups de vents à répétition dans la zone d'implantation, dont la vitesse serait supérieure à celle à l'origine du dimensionnement de l'éolienne, et qui auraient pu avoir fatigué prématurément les pales.

L'inspection des installations classées estime que l'exploitant doit :

- investiguer les possibilités d'améliorations des systèmes de surveillance et de détections des anomalies, notamment celles qui affectent l'équilibrage de l'éolienne ;
- préciser la compatibilité du dimensionnement initial de l'éolienne avec les conditions aérodynamiques réelles du site d'implantation en prenant en compte le vieillissement des structures mécaniques.

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 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 10 h à 17 h 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 ;
- 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

Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne

N° 56437 - 07/06/2020 - FRANCE - 02 - LEHAUCOURT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56437/>

Vers 10 h, une fuite d'huile hydraulique se produit au niveau de la boîte de vitesse située dans la nacelle d'une éolienne. La turbine s'arrête en sécurité à la suite de la détection de la fuite dans la machine. Le fond de la nacelle n'est pas pourvu de rétention, l'huile s'écoule le long du mât. L'exploitant met en place des absorbants sur le pied de la tour. Une société spécialisée dans le travail en hauteur nettoie complètement la turbine. Une société indépendante analyse les sols. La fuite est réparée.

La quantité d'huile perdue est estimée, lors de la remise à niveau après réparation, à 50 l sur les 300 l contenus dans la boîte de vitesse.

La fuite est due à la rupture d'un flexible de lubrification hydraulique pour refroidissement de la boîte de vitesse. L'exploitant conclut à une fragilité dans la structure même du flexible.

L'exploitant change l'ensemble des flexibles hydrauliques de la machine. L'inspection des installations classées invite l'exploitant à :

- changer les flexibles similaires sur l'ensemble du parc ;
- étudier la mise en place d'un système de rétention des écoulements accidentels en nacelle.

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 son 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 une 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 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 plateforme.

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 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 1251t. 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, 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 secours 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

<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 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

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.

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 manicoû (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 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

Rejet accidentel d'huile hydraulique en mer

N° 57471 - 14/06/2021 - FRANCE - 22 - SAINT-BRIEUC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57471/>



Vers 6h30, un rejet accidentel compris entre 200 et 600 l d'huile hydraulique en provenance d'un navire réalisant des travaux de forage dans le cadre d'un projet de parc éolien crée une irisation de surface dans la Manche. La pollution est visible sur 16 km de long et sur 2,8 km de large avant de disparaître le lendemain en raison de la grande faculté de dispersion de l'huile et d'une très faible épaisseur de la nappe. Plus aucune trace de pollution visuelle n'est relevée après des reconnaissances aériennes et maritimes. Les communes sont mises en alerte pour surveiller la présence de pollutions sur les plages.

L'origine de l'évènement est un problème technique qui a entraîné l'écoulement de fluide hydraulique utilisé dans les systèmes de guidage des foreuses. Ce fluide, spécialement conçu et développé pour les travaux en mer, est biodégradable selon les critères internationaux de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques).

Une vérification technique complète du navire et des outillages est effectuée dans un port hollandais.

Accident

Fuite d'huile sur une éolienne

N° 56492 - 11/12/2020 - FRANCE - 45 - CHARMONT-EN-BEAUCE .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56492/>

Une fuite d'huile se produit au niveau de la nacelle d'une éolienne. L'huile ruisselle le long du mât. L'alerte est donnée par une équipe de maintenance d'une société sous-traitante en intervention sur le parc. Les intervenants montent dans la nacelle, identifient la vanne en cause et la ferment. L'éolienne est réapprovisionnée en huile puis remise en production. L'exploitant demande à ses équipes de maintenance un diagnostic de pollution des sols pour déterminer si des travaux de dépollution sont nécessaires.

La fuite d'huile provient de la vanne de prélèvement d'huile restée ouverte pendant plusieurs heures. Au cours d'une intervention dans la nacelle, la manipulation d'objets aurait provoqué l'ouverture involontaire de cette vanne.

L'exploitant met en place les actions correctives suivantes :

- le retrait de la poignée de la vanne de prélèvement ;
 - la mise à disposition d'un kit de récupération d'huile au centre de maintenance.
-

Accident

Fuite de gaz suite à travaux d'un tiers

N° 55516 - 19/05/2020 - FRANCE - 51 - SARON-SUR-AUBE .

D35.22 - Distribution de combustibles gazeux par conduites

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55516/>



Vers 12 h lors de travaux, une trancheuse mécanique accroche une conduite de 100 mm et de pression 42 bar sur le réseau de transport de gaz naturel. La canalisation se rompt, sans inflammation. Un sifflement s'entend à 500 m. La fuite se situe à proximité d'un parc éolien. L'alerte est donnée par l'entreprise qui travaille pour les services de l'électricité dans le cadre d'un raccordement électrique d'un méthaniseur. L'engin de chantier à l'origine de la fuite est toujours en fonctionnement, le risque d'explosion et d'incendie n'est pas écarté. 5 personnes de l'entreprise de méthanisation sont évacuées. L'engin est reculé sous protection hydraulique à l'aide d'une lance à incendie et mis en sécurité. Le gestionnaire du réseau de transport de gaz isole la canalisation en amont et en aval et purge le tronçon de réseau. Un gardiennage est assuré pour éviter que des tiers ne s'approchent de la zone endommagée. Un impact financier est à prévoir pour l'exploitant du méthaniseur.

Une erreur de marquage/piquetage par le gestionnaire du réseau gaz serait à l'origine de l'événement

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 composé 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. L'ensemble des pales du parc est inspecté par téléobjectifs.

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 pales du site.

Des débris de pales 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. Une société spécialisée collecte les différents fragments, estimés à 800 kg, pour les envoyer en 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 pales 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 pales.

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 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'affaisser de plus de 1 mm. Dans pareil cas, un contrôle visuel et fonctionnel de l'ensemble roulement/arbre lent serait engagé. De plus, un contrôle vibratoire de la chaîne d'entraînement est planifié à intervalles réguliers afin de détecter un éventuel défaut d'alignement ou une contrainte particulière.

L'éolienne accidentée est remise en service après réparation de son mât et remplacement des pièces endommagées (pales, multiplicateur, arbre lent).

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

Casse d'une pale d'une éolienne

N° 56765 - 12/02/2021 - FRANCE - 02 - PRIEZ .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56765/>

Vers 8 h, la pale d'une éolienne se casse. L'alerte est donnée à l'exploitant par la mairie. Vers 9h15, les équipes de maintenance arrêtent l'ensemble des éoliennes du parc à distance. Sur place à 10h30, elles établissent un périmètre de sécurité de 150 m autour de l'éolienne. Un agent de sécurité surveille l'accès au site. Les débris de pales sont retirés. L'ensemble du parc est à l'arrêt.

La casse est due à un défaut de réparation au niveau du bord de fuite (trou). La réparation a été effectuée par un technicien à l'issue de la fabrication. Aucun système instrumenté de sécurité n'a détecté la rupture de pale pouvant entraîner l'arrêt de la machine en sécurité.

Des cordistes effectuent des contrôles visuels à l'aide de drones et de nacelles. L'exploitant détecte des défauts similaires sur 3 autres pales du parc. L'inspection des installations classées conditionne le redémarrage du parc, notamment, à l'analyse des causes de l'incident et à l'assurance du bon fonctionnement des systèmes instrumentés de sécurité.

Le parc éolien a déjà fait l'objet d'une rupture de pale sur une autre éolienne en 2017, lors de la mise en service du parc, à la suite d'un impact de foudre (ARIA 50148).

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 terminé. 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 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.

Un événement similaire se produit sur le même parc quelques mois plus tard conduisant l'exploitant à effectuer une analyse approfondie des pales incriminées (ARIA 55311). Le mode de défaillance est alors identifié.

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 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 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 .

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

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 reste 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 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 filière.

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 filière 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

Chute de l'aérofrein 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'aérofrein d'une pale d'éolienne chute au sol dans un parc éolien. L'équipe technique présente sur site arrête l'aérogénérateur. La zone est sécurisée, les débris ramassés.

À la suite d'un défaut sur l'électronique de puissance, l'éolienne est passée en arrêt automatique par sollicitation du freinage aérodynamique. Lors de l'ouverture de l'aérofrein en bout de pale, son axe de fixation en carbone s'est rompu provoquant sa chute.

Un accident similaire est survenu sur ce parc 2 ans auparavant (ARIA 47675).

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'aéroofrein d'une pale d'éolienne

N° 47675 - 07/02/2016 - FRANCE - 11 - CONILHAC-CORBIERES .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/47675/>



Vers 11h30, l'aéroofrein 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'aéroofrein (système à câble) se serait rompu, ce qui aurait actionné l'ouverture de l'aéroofrein. Du fait des fortes charges présentes sur le rotor, l'axe en carbone qui maintient l'aéroofrein à la pale et/ou le point d'ancrage de cet axe, se serait alors rompu. Une campagne de contrôle des pales, aéroofreins 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

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

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 technicien de maintenance. L'éolienne ne redémarre 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/>

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 dérochées.

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. 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 commande en serait le point de départ.

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/>



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.

ANNEXE 2
Étude de Dangers
ACCIDENTS EOLIEN
BRETAGNE

**Résultats de la recherche
"ACCIDENTS EOLIEN
COTES d'ARMOR "
sur la base de données ARIA - État au
06/04/2022**

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de la transition écologique, 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

Liste de(s) critère(s) pour la recherche "ACCIDENTS EOLIEN BRETAGNE":

- Contient : éolien

Accident

Chute au sol d'une pale complète d'éolienne

N° 55650 - 27/06/2020 - FRANCE - 22 - PLEMET .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55650/>

Un samedi, vers 10 h, une pale de 10 t se détache du rotor d'une éolienne dans un parc éolien composé de 8 machines. L'exploitant reçoit des alarmes sur son système de sécurité. Un passant alerte la gendarmerie qui sécurise la zone et interdit l'accès à l'éolienne. L'ensemble du parc est mis à l'arrêt. Sur place vers 13 h, l'exploitant poursuit la mise en sécurité du site. Un gardiennage est mis en place à partir de 20 h pour au moins une semaine. L'exploitant réalise, 2 jours après la chute, une inspection visuelle par drone de l'ensemble de l'éolienne et des champs alentours.

Des débris de pale (plastique, résine, carbone, fibre de verre, bois, composite...) sont retrouvés au sol dans un rayon de 40 m. Une partie des cultures (maïs) du champ attenant est endommagée. Une société spécialisée collecte et traite les déchets.

La pale a glissé le long des tiges métalliques qui la relie au rotor. Une perte d'adhérence entre les inserts métalliques de liaison du pied de la pale au moyeu du rotor a conduit à la chute de la pale. Cette déviation avait été identifiée par le constructeur en 2018 sur un lot spécifique de pales identifiées par leur numéro de série. Des critères d'acceptation du défaut ont été définis et le constructeur a mis en place des contrôles réguliers par ultrasons afin de vérifier ces critères sur le lot de pales concernés. Le dernier contrôle effectué 2 mois avant l'incident, sur la pale, n'a pas mis en évidence de dégradations. L'analyse des conditions météorologiques sur le secteur du parc le jour de l'incident montre que la rupture d'adhérence est survenue de manière prématurée à la suite de l'accumulation de phénomènes de charge : vents violents, rafales, turbulences, changement de mode de production dû au bridage acoustique.

L'inspection des installations classées prend un arrêté de mesures d'urgence afin de demander à l'exploitant, notamment, de :

- sécuriser l'accès à l'éolienne ;
- protéger la pale pour éviter l'envol de débris ;
- réaliser une cartographie des débris disséminés ;
- caractériser l'impact de la chute de la pale sur la qualité des sols.

L'exploitant remplace le set de pales de l'éolienne par un modèle de dimensions équivalentes mais de technologie différente. La remise en exploitation du parc est conditionnée à la mise en place d'un mode de fonctionnement restrictif afin de réduire les phénomènes de charge :

- arrêt des machines pour des vents supérieurs à 12 m/s ;
- pitch des pales à partir de vents à 5-6 m/s pour réduire la tension ;
- application d'un seul mode de production du bridage acoustique quel que soit la période et la vitesse de vent (mode le plus restrictif pour éviter toute émergence) ;
- inspection mensuelle des pales par ultrason.

Accident

Casse d'une pale sur une éolienne

N° 56358 - 15/11/2020 - FRANCE - 56 - BIGNAN .

D35.13 - Distribution d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56358/>

Vers 7 h, à la suite de vents violents, la pâle d'une éolienne s'est délaminée provoquant sa rupture au niveau de sa moitié. L'éolienne s'arrête sur alarme de vibrations. Des riverains constatent que les débris de revêtement de la pâle de l'éolienne jonchent le champ. Un périmètre de sécurité autour de l'éolienne est mis place. L'exploitation du parc est suspendue. L'exploitant, à l'aide de l'agriculteur du champ, sécurise les abords de l'éolienne : regroupement des débris en pied de machine et suppression du risque de chute d'éléments par l'intervention de techniciens. L'inspection des installations classées constate que la reprise du fonctionnement du parc ne pourra se faire qu'après analyse des causes de l'événement et mise en oeuvre des recommandations issues de cette analyse.

L'exploitant identifie une dégradation de la pâle dans laquelle le vent se serait engouffré, provoquant des vibrations jusqu'à la rupture puis la chute d'une partie de la pâle. Il mandate un expert pour réaliser l'analyse des causes profondes. La pâle endommagée est composée de deux demi-coques collées ensemble autour de deux longerons centraux. Des renforts structurent les coques autour des longerons. La dégradation se situe au niveau des renforts du chemin de longeron de la face de la pâle qui se trouve en pression (intrados). Il s'agit d'ondulations dans les fibres unidirectionnelles de ces renforts. D'après l'expert, c'est une faiblesse structurelle liée à la méthode de fabrication qui affecte fréquemment les pâles d'ancienne génération.

Le contrôle qualité lors de la phase de fabrication n'a pas mis en évidence ce défaut. Les inspections annuelles aux jumelles n'ont pas permis de révéler l'anomalie. L'expert précise que le mécanisme de rupture implique une fissuration importante et visible depuis l'extérieur de la pâle. L'absence de maintenance préventive et d'inspection de proximité des pâles a laissé la dégradation se propager tout au long de la pâle jusqu'à la rupture.

L'exploitant modifie la méthode d'inspection des pâles par jumelles au profit d'inspections par drone en vue de faire des réparations préventives. Le parc redémarre 1 mois après l'incident.

Accident

Ecoulement 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. Une société spécialisée nettoie les zones affectées : la dalle béton et les sols à proximité.

La dalle est nettoyée par un lavage haute pression. De la terre est prélevée pour analyses en laboratoire. Contenant 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 effectuée par la société en charge de la maintenance pour 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 :

- 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

Pliure d'une éolienne

N° 55641 - 30/04/2020 - FRANCE - 29 - PLOUARZEL .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55641/>

Une pale de 20 m de long d'une des 5 éoliennes d'un parc éolien présente une pliure. De forts craquements sont audibles à 300 m de l'éolienne. Une partie de 1,5 m chute au sol. Un technicien sur place pour une intervention constate l'avarie vers 11h20. Le responsable d'exploitation et une équipe arrêtent et mettent en sécurité les 5 éoliennes du parc. Un gardiennage 24h/24 et un périmètre de sécurité de 50 à 60 m sont mis en place. Le périmètre est renforcé par un arrêté municipal qui interdit l'accès au chemin rural. Quatre jours après le constat, l'exploitant bloque mécaniquement le rotor afin de réduire les efforts mécaniques sur les structures mobiles de l'éolienne. Les travaux de réparation de la pale endommagée nécessitent l'installation d'une plateforme pour grue. Elle est mise

en place 13 jours après l'incident. L'exploitant organise des vérifications avant de pouvoir remettre en service le parc. Les mesures de sécurité doivent être maintenues tant que la pale n'est pas démontée.

La pale endommagée présente une détérioration à mi-longueur. Des traces de choc sur le mât sont visibles, la pale a probablement heurté plusieurs fois le mât avant de se briser. Des débris de fibres de verre et de colle sont présents dans un rayon de 60 m autour de l'éolienne. L'exploitant collecte ces déchets.

Le système de surveillance de l'éolienne n'a pas détecté les chocs de la pale sur le mât, ni de déséquilibre dans la rotation des pales. L'exploitant confirme que l'éolienne, âgée de 20 ans, n'est pas dotée de dispositif de balourd. D'après les premiers éléments d'analyse de l'exploitant, l'éventualité d'un impact de foudre n'est pas écartée, ou d'une mauvaise orientation des pales, qui a pu entraîner un défaut généralisé. L'inspection des installations classées avance l'hypothèse de coups de vents à répétition dans la zone d'implantation, dont la vitesse serait supérieure à celle à l'origine du dimensionnement de l'éolienne, et qui auraient pu avoir fatigué prématurément les pales.

L'inspection des installations classées estime que l'exploitant doit :

- investiguer les possibilités d'améliorations des systèmes de surveillance et de détections des anomalies, notamment celles qui affectent l'équilibrage de l'éolienne ;
- préciser la compatibilité du dimensionnement initial de l'éolienne avec les conditions aérodynamiques réelles du site d'implantation en prenant en compte le vieillissement des structures mécaniques.

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

Rejet accidentel d'huile hydraulique en mer

N° 57673 - 28/07/2021 - FRANCE - 22 - SAINT-BRIEUC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57673/>



Peu avant 8 h, un épanchement de fluide hydraulique est observé sur un navire chargé des forages pour la construction d'un parc éolien en mer. 200 l d'huile se déversent sur le pont du navire dont une partie atteint la mer (estimée à une dizaine de litres selon l'entreprise en charge des travaux). Le promoteur du projet réalise 2 survols de la zone par hélicoptère et met en place une patrouille navale constituée de 3 navires de surveillance dont 2 sont équipés de boudins absorbants et de barrages flottants. Aucune irisation n'est observée. La préfecture maritime maintient une surveillance nautique et aérienne du plan d'eau autour du navire pour 24 h pour détecter toute éventuelle trace de pollution. Le dispositif antipollution du promoteur reste également mobilisé. Les travaux sont suspendus dans l'attente d'une présentation à la préfecture maritime d'une analyse de la cause de cet incident et des mesures correctrices prises en conséquence pour éviter son renouvellement.

Un incident technique sur une foreuse lors de sa remontée à bord est à l'origine de l'événement. Le fluide rejeté est spécialement conçu et développé pour les travaux en mer, biodégradable selon les critères internationaux de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques).

Le forage reprend 3 jours plus tard avec l'accord de la Préfecture maritime.

Une fuite s'était déjà produite sur le chantier le mois précédent (ARIA 57471).

Accident

Rejet accidentel d'huile hydraulique en mer

N° 57471 - 14/06/2021 - FRANCE - 22 - SAINT-BRIEUC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57471/>



Vers 6h30, un rejet accidentel compris entre 200 et 600 l d'huile hydraulique en provenance d'un navire réalisant des travaux de forage dans le cadre d'un projet de parc éolien crée une irisation de surface dans la Manche. La pollution est visible sur 16 km de long et sur 2,8 km de large avant de disparaître le lendemain en raison de la grande faculté de dispersion de l'huile et d'une très faible épaisseur de la nappe. Plus aucune trace de pollution visuelle n'est relevée après des reconnaissances aériennes et maritimes. Les communes sont mises en alerte pour surveiller la présence de pollutions sur les plages.

L'origine de l'évènement est un problème technique qui a entraîné l'écoulement de fluide hydraulique utilisé dans les systèmes de guidage des foreuses. Ce fluide, spécialement conçu et développé pour les travaux en mer, est biodégradable selon les critères internationaux de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques).

Une vérification technique complète du navire et des outillages est effectuée dans un port hollandais.

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

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

Déversement d'huile hydraulique dans un parc éolien

N° 44197 - 03/08/2013 - FRANCE - 56 - MOREAC .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/44197/>

Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.

Accident

Perte de contrôle d'une éolienne

N° 34340 - 10/03/2008 - FRANCE - 29 - DINEAULT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/34340/>

Au cours de fortes bourrasques soufflant à plus 100 km/h, l'une des 4 éoliennes installées depuis les années 2000 sur les hauteurs de Dinéault ne se met pas en sécurité. L'hélice tourne bien au-delà de sa vitesse de fonctionnement nominale. Un bruit assourdissant est relevé, mais toute intervention humaine se révèle trop risquée tant que la tempête ne s'est pas calmée. En accord avec les services préfectoraux et la gendarmerie, la municipalité prend un arrêté pour établir un large périmètre de sécurité autour de l'installation et interdire les accès piéton et la circulation, aucune habitation n'étant implantée à proximité immédiate de ce site de production d'électricité. Au cours d'une accalmie, l'exploitant parvient à consigner l'éolienne.

Une défaillance du système de freinage est à l'origine de l'accident.

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.

Accident

Chute de morceaux d'éolienne

N° 42889 - 08/07/2004 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42889/>

Par une matinée de vent fort, 3 morceaux de pales d'éolienne (2 de 2,5 m et 1 de 1,5 m) sont retrouvés dans un champ. Aucun blessé n'est déplorer.

L'enchaînement de cet accident et d'un autre similaire survenu 2 semaines plus tôt (ARIA 42887) conduit le tribunal administratif de Rennes à annuler en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.

Accident

Chute de pale d'éolienne

N° 42887 - 22/06/2004 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42887/>

Par une nuit de vent fort, une pale de l'une des 5 éoliennes d'un parc se brise en heurtant le mat. Après d'autres désordres similaires (ARIA 42889), le tribunal administratif de Rennes annule en 2005 le permis de construire délivré en 2001. Le site est démantelé en novembre 2011.

Accident

Chute de pale

N° 42891 - 07/10/2006 - FRANCE - 29 - PLEYBER-CHRIST .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42891/>

Une pale d'une des 5 éoliennes d'un parc se décroche et chute au sol, sans faire de victime. Deux autres événements de ce type ont déjà affecté ces aérogénérateurs en 2004 (ARIA 42887 et 42889). L'accident se produit alors que le permis de construire du site a été annulé et qu'une nouvelle demande est en cours d'instruction. Le parc sera finalement démantelé en 2011.

ANNEXE 3

Notes de flux thermiques

FLUMilog

Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Mixte_cellule_1_20m_indice_1_220426
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/04/2022 à 15:21:37 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	26/4/22

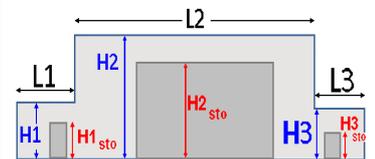
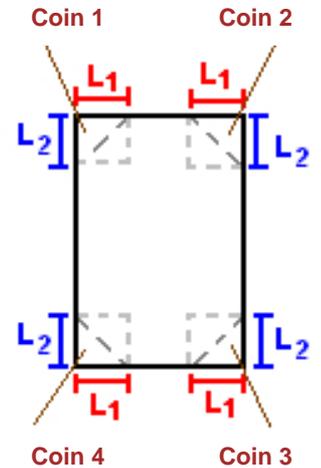
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **20,0 m**

Géométrie Cellule1

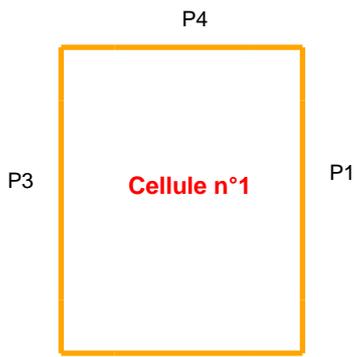
Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		85,5		
Largeur maximum de la cellule (m)		140,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0,0	0,0	0,0	
H (m)	0,0	0,0	0,0	
H sto (m)	0,0	0,0	0,0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallicque multicouches
Nombre d'exutoires	40
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

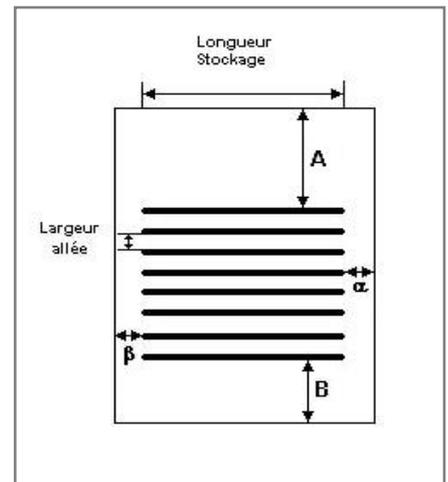
Parois de la cellule : Cellule n°1



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Multicomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau Acier	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	12	0
Largeur des portes (m)	0,0	0,0	3,5	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	0,0	4,0	4,0
	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>
Matériau	Panneaux sandwich-laine de roche	Beton Arme/Cellulaire	bardage double peau	Panneaux sandwich-laine de roche
R(i) : Résistance Structure(min)	120	120	60	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	120	15	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	120	15	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	120	15	120
Largeur (m)			4,0	
Hauteur (m)			5,3	
			<i>Partie en haut à droite</i>	
Matériau			bardage double peau	
R(i) : Résistance Structure(min)			60	
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)			15	
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)			15	
Y(i) : Résistance des Fixations (min)			15	
Largeur (m)			81,5	
Hauteur (m)			5,3	
			<i>Partie en bas à gauche</i>	
Matériau			Beton Arme/Cellulaire	
R(i) : Résistance Structure(min)			120	
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)			120	
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)			120	
Y(i) : Résistance des Fixations (min)			120	
Largeur (m)			4,0	
Hauteur (m)			8,4	
			<i>Partie en bas à droite</i>	
Matériau			bardage double peau	
R(i) : Résistance Structure(min)			60	
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)			15	
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)			15	
Y(i) : Résistance des Fixations (min)			15	
Largeur (m)			81,5	
Hauteur (m)			8,4	

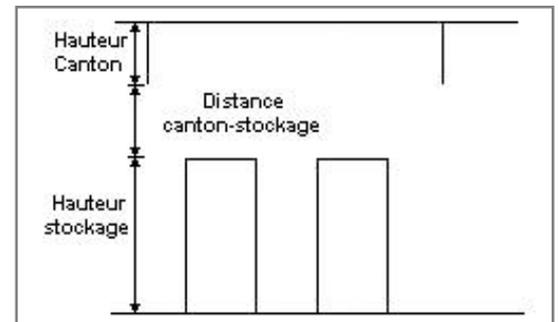
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux	6
Mode de stockage	Rack
Dimensions	
Longueur de stockage	116,3 m
Déport latéral A	0,2 m
Déport latéral B	0,2 m
Longueur de préparation a	1,2 m
Longueur de préparation b	22,5 m
Hauteur maximum de stockage	12,0 m
Hauteur du canton	1,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,7 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	14
Largeur d'un double rack	2,6 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,1 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1,2 m
Largeur de la palette :	0,8 m
Hauteur de la palette :	1,5 m
Volume de la palette :	1,4 m³
Nom de la palette :	

Poids total de la palette : **0,0** kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

Données supplémentaires

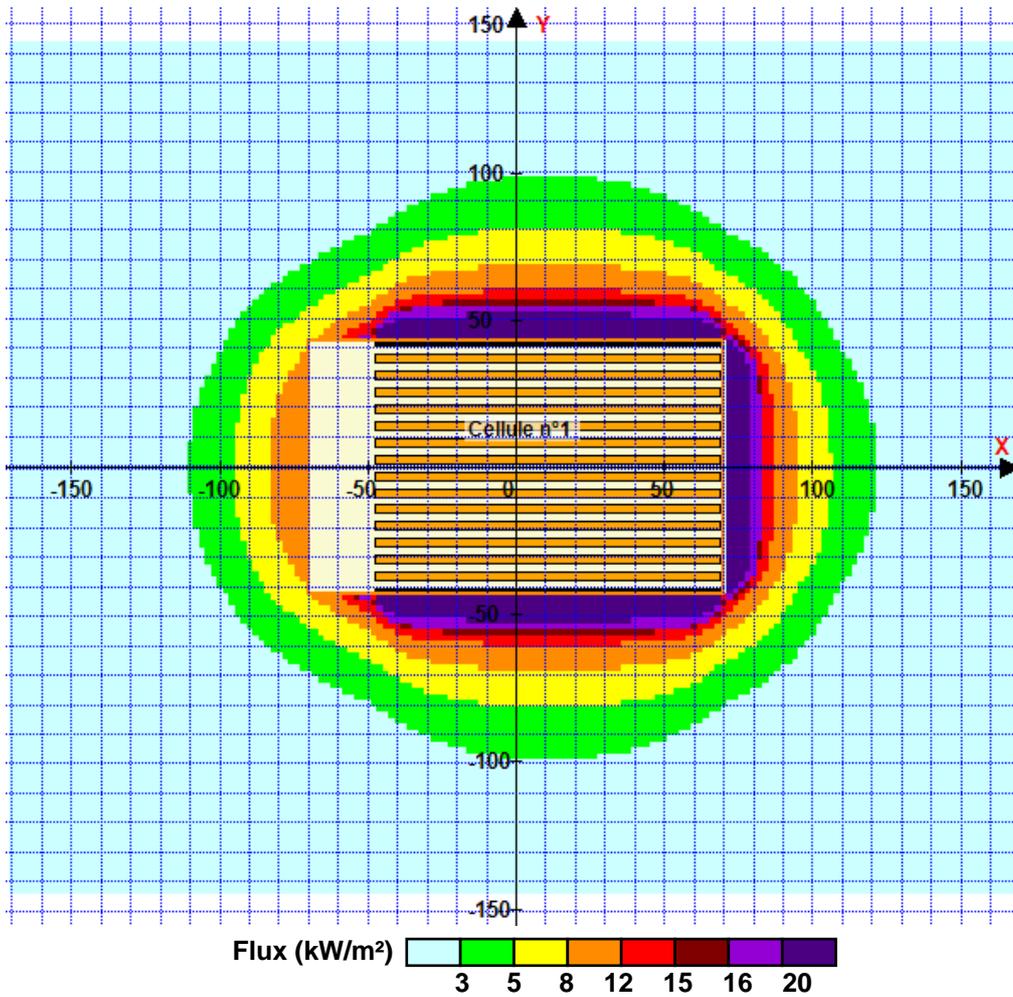
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	1700,0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **119,0 min**

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUMilog

Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Mixte_cellule_2_indice_1_220426_1651010226
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/04/2022 à 23:56:00 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	27/4/22

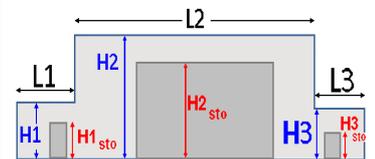
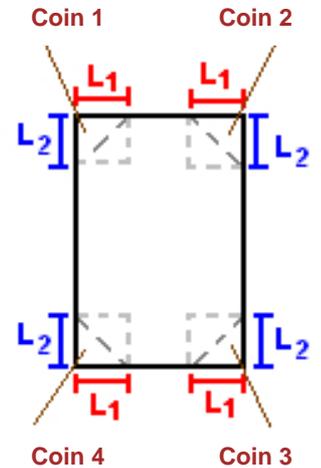
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **20.0 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		51.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		151.2		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13.7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	

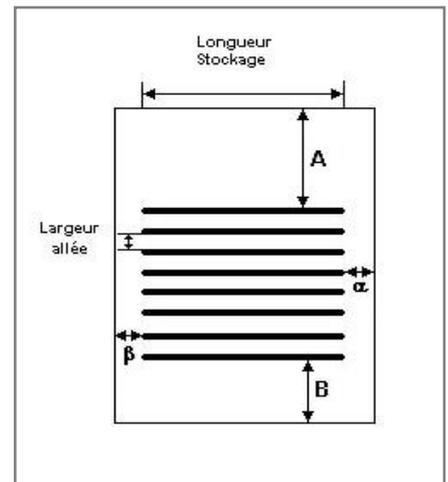


Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallicque multicouches
Nombre d'exutoires	26
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

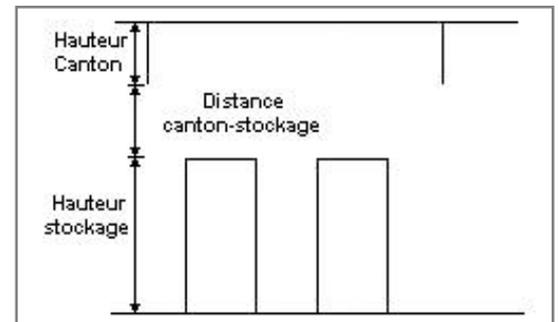
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux	6
Mode de stockage	Rack
Dimensions	
Longueur de stockage	127.5 m
Déport latéral A	0.2 m
Déport latéral B	0.2 m
Longueur de préparation a	1.2 m
Longueur de préparation b	22.5 m
Hauteur maximum de stockage	12.0 m
Hauteur du canton	1.0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0.7 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	8
Largeur d'un double rack	2.6 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1.3 m
Largeur des allées entre les racks	3.1 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	0.8 m
Hauteur de la palette :	1.5 m
Volume de la palette :	1.4 m³
Nom de la palette :	

Poids total de la palette : **0.0** kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

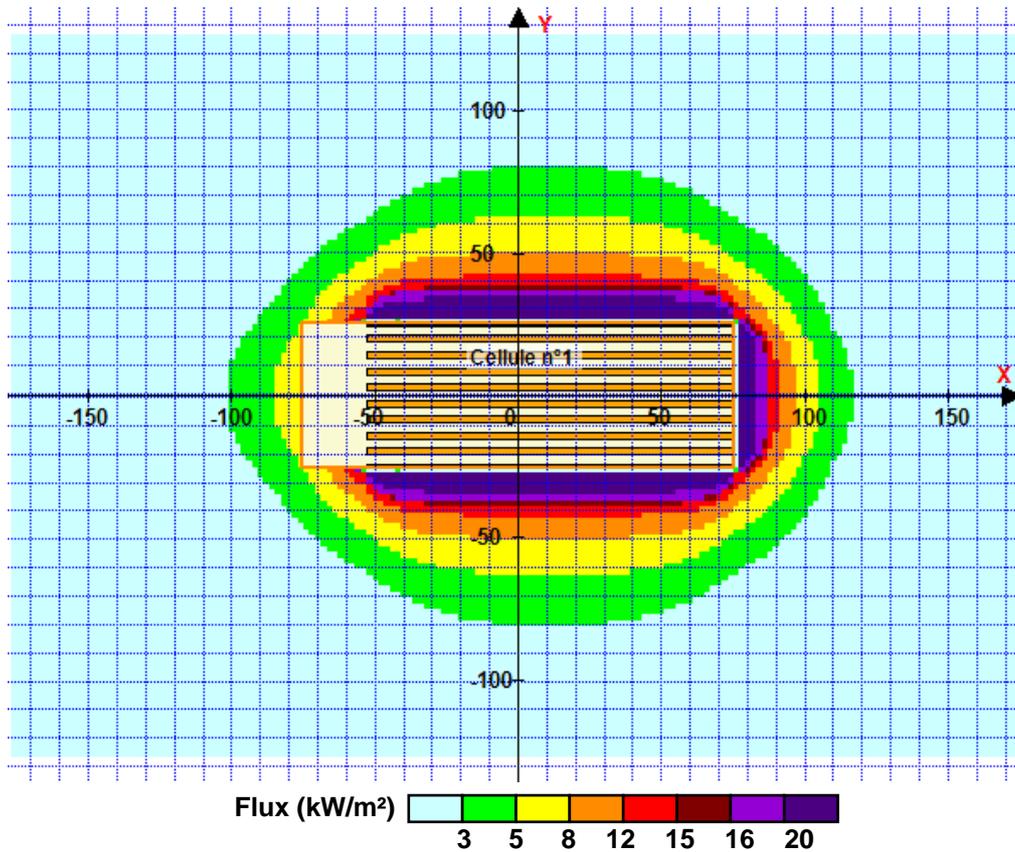
Durée de combustion de la palette :	45.0 min
Puissance dégagée par la palette :	1700.0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **117.0** min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUMilog

Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Mixte_cellule_3_indice_1_220426_1651010233
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/04/2022 à 23:56:14 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	27/4/22

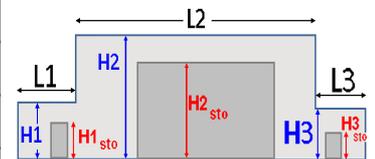
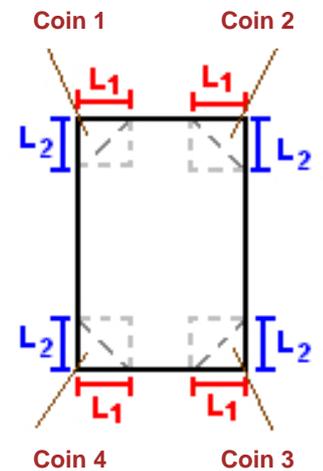
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **20.0 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		68.1		
Largeur maximum de la cellule (m)		151.2		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13.7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

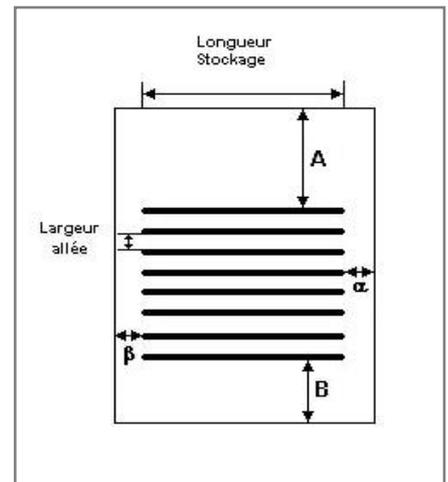
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallicque multicouches
Nombre d'exutoires	34
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux	6
Mode de stockage	Rack

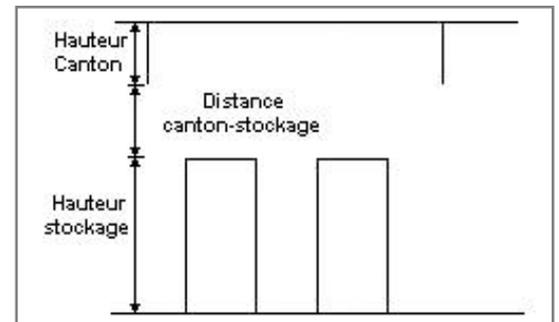
Dimensions

Longueur de stockage	127.5 m
Déport latéral A	0.2 m
Déport latéral B	0.2 m
Longueur de préparation a	1.2 m
Longueur de préparation b	22.5 m
Hauteur maximum de stockage	12.0 m
Hauteur du canton	1.0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0.7 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	11
Largeur d'un double rack	2.6 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1.3 m
Largeur des allées entre les racks	3.0 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	0.8 m
Hauteur de la palette :	1.5 m
Volume de la palette :	1.4 m³
Nom de la palette :	

Poids total de la palette : **0.0** kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

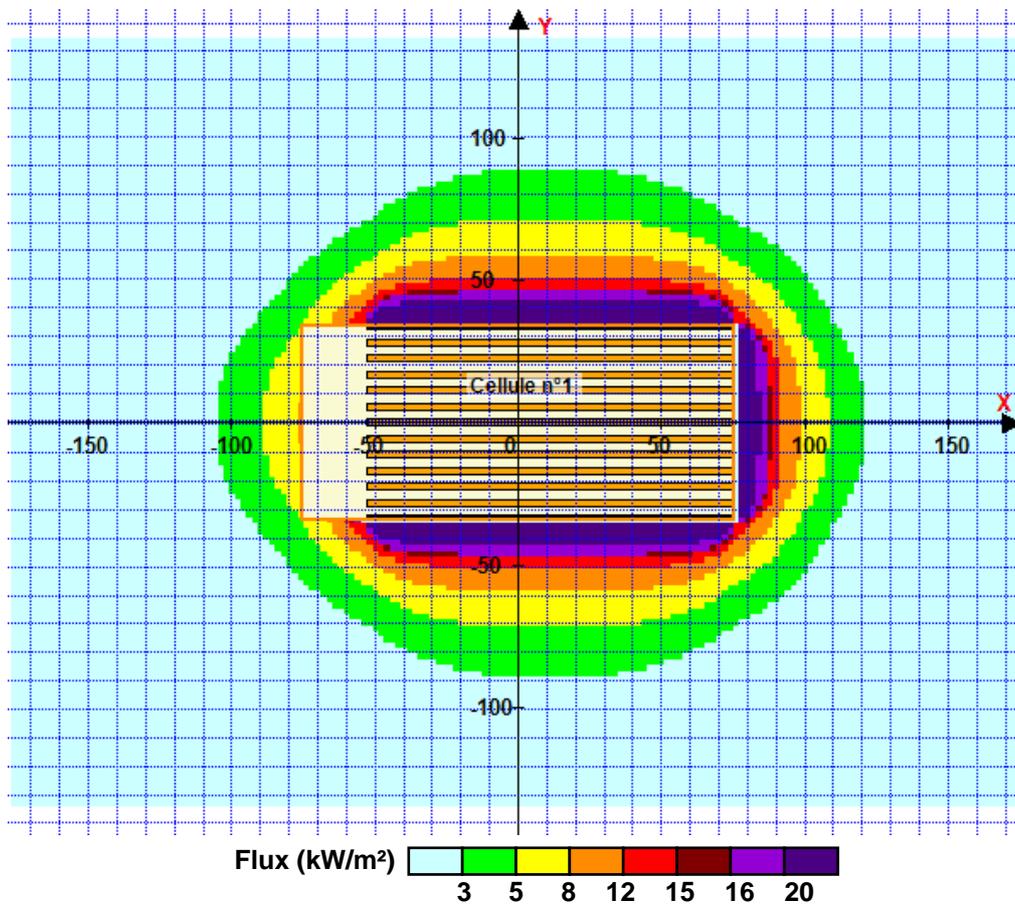
Durée de combustion de la palette :	45.0 min
Puissance dégagée par la palette :	1700.0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1 120.0 min**

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.