

Version complétée - 16 décembre 2022

Demande d'autorisation environnementale

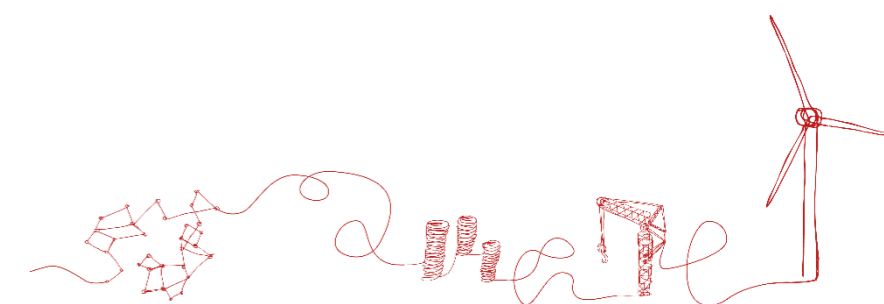
Projet éolien d'Aulnay l'Aître (51)

Pièce n°8 – Étude de dangers

Pétitionnaire – SAS FERME EOLIENNE DE AULNAY

| P8- CONTENU | | | |
|-------------|------------------|------------------|--------------------|
| | Etude de dangers | D. 181-13-5° CE* | <i>Intégralité</i> |

* Code de l'environnement





ATER Environnement

RCS de Compiègne n° 534 760 517 – Code APE : 7112B

Siège : 38, rue de la Croix Blanche – 60680 GRANDFRESNOY

Tél : 03 60 40 67 16 – Mail : audrey.moneger@ater-environnement.fr

Rédacteur : Mme Audrey MONEGER

SOMMAIRE

| | | | | |
|-----------|--|-----------|--|--|
| 1 | Préambule | 5 | | |
| 1 - 1 | Objectif de l'étude de dangers | 5 | | |
| 1 - 2 | Le contexte législatif et réglementaire | 5 | | |
| 1 - 3 | Nomenclature des installations classées | 6 | | |
| 2 | Résumé non-technique | 7 | | |
| 2 - 1 | Description de l'installation | 7 | | |
| 2 - 2 | Environnement de l'installation | 9 | | |
| 2 - 3 | Réduction des potentiels de dangers | 15 | | |
| 2 - 4 | Evaluation des conséquences de l'installation | 17 | | |
| 3 | Informations générales concernant l'installation | 21 | | |
| 3 - 1 | Présentation du Maître d'ouvrage | 21 | | |
| 3 - 2 | Localisation du site | 23 | | |
| 3 - 3 | Définition du périmètre d'étude de dangers | 25 | | |
| 4 | Description de l'environnement de l'installation | 27 | | |
| 4 - 1 | Environnement lié à l'activité humaine | 27 | | |
| 4 - 2 | Environnement naturel | 30 | | |
| 4 - 3 | Environnement matériel | 37 | | |
| 4 - 4 | Cartographie de synthèse | 40 | | |
| 5 | Description de l'installation | 45 | | |
| 5 - 1 | Caractéristiques de l'installation | 45 | | |
| 5 - 2 | Fonctionnement de l'installation | 47 | | |
| 5 - 3 | Fonctionnement des réseaux de l'installation | 57 | | |
| 6 | Identification des potentiels de dangers de l'installation | 61 | | |
| 6 - 1 | Potentiels de dangers liés aux produits | 61 | | |
| 6 - 2 | Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation | 62 | | |
| 6 - 3 | Réduction des potentiels de dangers à la source | 62 | | |
| 7 | Analyse des retours d'expérience | 65 | | |
| 7 - 1 | Inventaire des accidents et incidents en France | 65 | | |
| 7 - 2 | Inventaire des accidents et incidents à l'international | 68 | | |
| 7 - 3 | Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant | 68 | | |
| 7 - 4 | Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience | 69 | | |
| 7 - 5 | Limites d'utilisation de l'accidentologie | 69 | | |
| 8 | Analyse préliminaire des risques | 71 | | |
| 8 - 1 | Objectif de l'analyse préliminaire des risques | 71 | | |
| 8 - 2 | Recensement des événements exclus de l'analyse des risques | 71 | | |
| 8 - 3 | Recensement des agressions externes potentielles | 71 | | |
| 8 - 4 | Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques | 72 | | |
| 8 - 5 | Effets dominos sur les ICPE | 74 | | |
| 8 - 6 | Mise en place des mesures de sécurité | 74 | | |
| 8 - 7 | Conclusion de l'analyse préliminaire des risques | 78 | | |
| 9 | Etude détaillée des risques | 79 | | |
| 9 - 1 | Rappel des définitions | 79 | | |
| 9 - 2 | Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques | 81 | | |
| 9 - 3 | Synthèse de l'étude détaillée des risques | 88 | | |
| 10 | Conclusions | 91 | | |
| 11 | Annexes | 93 | | |
| 11 - 1 | Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques | 93 | | |
| 11 - 2 | Probabilité d'atteinte et risque individuel | 95 | | |
| 11 - 3 | Glossaire | 95 | | |
| 11 - 4 | Bibliographie | 97 | | |
| 11 - 5 | Table des illustrations | 97 | | |
| 11 - 6 | K-bis de la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » | 99 | | |
| 11 - 7 | Type certificate | 99 | | |

1 PREAMBULE

1 - 1 Objectif de l'étude de dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay », maître d'ouvrage et futur exploitant du parc, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien d'Aulnay-l'Aître sur la commune éponyme, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, et que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre, ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc d'Aulnay-l'Aître. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

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

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

Cette étude a été réalisée à partir du guide de l'étude de dangers de Mai 2012 élaboré par l'INERIS, en étroite collaboration avec la DGPR, le SER et la FEE.

1 - 2 Le contexte législatif et réglementaire

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation environnementale. Selon l'article L. 181-25 issu de l'ordonnance n° 2017-80 du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale, l'étude de dangers précise les risques auxquels l'installation peut exposer directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Cet article poursuit en indiquant que « *Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation. En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents* ».

L'arrêté du 29 septembre 2005, relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accidents majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1 du Code de l'Environnement. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

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

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article D.181-15-2 III du Code de l'Environnement, modifié par le décret n°2019-1035 du 9 octobre 2019 – art.36 :

- Description de l'environnement et du voisinage ;
- Description des installations et de leur fonctionnement ;
- Identification et caractérisation des potentiels de danger ;
- Estimation des conséquences de la concrétisation des dangers ;
- Réduction des potentiels de danger ;
- Enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs) ;
- Analyse préliminaire des risques ;
- Étude détaillée de réduction des risques ;
- Quantification et hiérarchisation des différents scénarios en termes de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection,
- Représentation cartographique ;
- Résumé non technique de l'étude de dangers.

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

D'autres textes législatifs et réglementaires, relatifs aux ICPE soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers :

- Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
- Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.
- Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.
- Arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.

1 - 3 Nomenclature des installations classées

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

| N° | A – Nomenclature des installations classées | | |
|------|---|-------------------|-----------|
| | Désignation de la rubrique. | A, E, D, S, C (1) | Rayon (2) |
| 2980 | Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs : | | |
| | 1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m ; | A | 6 |
| | 2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 12 m, lorsque la puissance totale installée est : a) Supérieure ou égale à 20 MW..... b) Inférieure à 20 MW..... | A D | 6 |

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

(2) Rayon d'affichage en kilomètres

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019)

Le parc éolien d'Aulnay-l'Aître comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (97 m à hauteur de moyeu pour ce site) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation environnementale.

Remarque : De manière plus précise, le projet de parc éolien d'Aulnay-l'Aître est constitué de 3 éoliennes et d'un poste de livraison. Les principales caractéristiques techniques du modèle d'éolienne envisagé sont les suivantes :

| Modèle | Constructeur | Puissance | Hauteur nacelle | Hauteur au moyeu | Diamètre rotor | Hauteur en bout de pale |
|--------|----------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-------------------------|
| SG132 | SIEMENS-GAMESA | 3,465 MW | 100 m | 97 m | 132 m | 165 m |

Tableau 2 : Principales caractéristiques techniques des modèles envisagés (source : EUROCAPE, 2020)

⇒ Ainsi, pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, la hauteur maximale, en bout de pale, des éoliennes sera de 165 m pour une puissance totale maximale de 10,395 MW et une hauteur nacelle de 100 m.

2 RESUME NON-TECHNIQUE

2 - 1 Description de l'installation

2 - 1a Caractéristiques de l'installation

Le projet éolien d'Aulnay-l'Aître est composé de 3 aérogénérateurs totalisant une puissance maximale de 10,395 MW, et de leurs annexes (plateformes, câblage inter-éoliennes, poste de livraison et chemins d'accès).

Eléments constitutifs d'une éolienne

Les éoliennes se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor**, d'un diamètre de 132 m, qui est composé de trois pales, réunies au niveau du moyeu ;
- **Le mât** de 97 m de haut au moyeu pour une hauteur totale en bout de pale de 165 m ;
- **La nacelle** qui abrite les éléments fonctionnels permettant de convertir l'énergie cinétique de la rotation des pales en énergie électrique permettant la fabrication de l'électricité (génératrice, multiplicateur...) ainsi que différents éléments de sécurité (balisage aérien, système de freinage ...). Elle a une hauteur de 100 m.

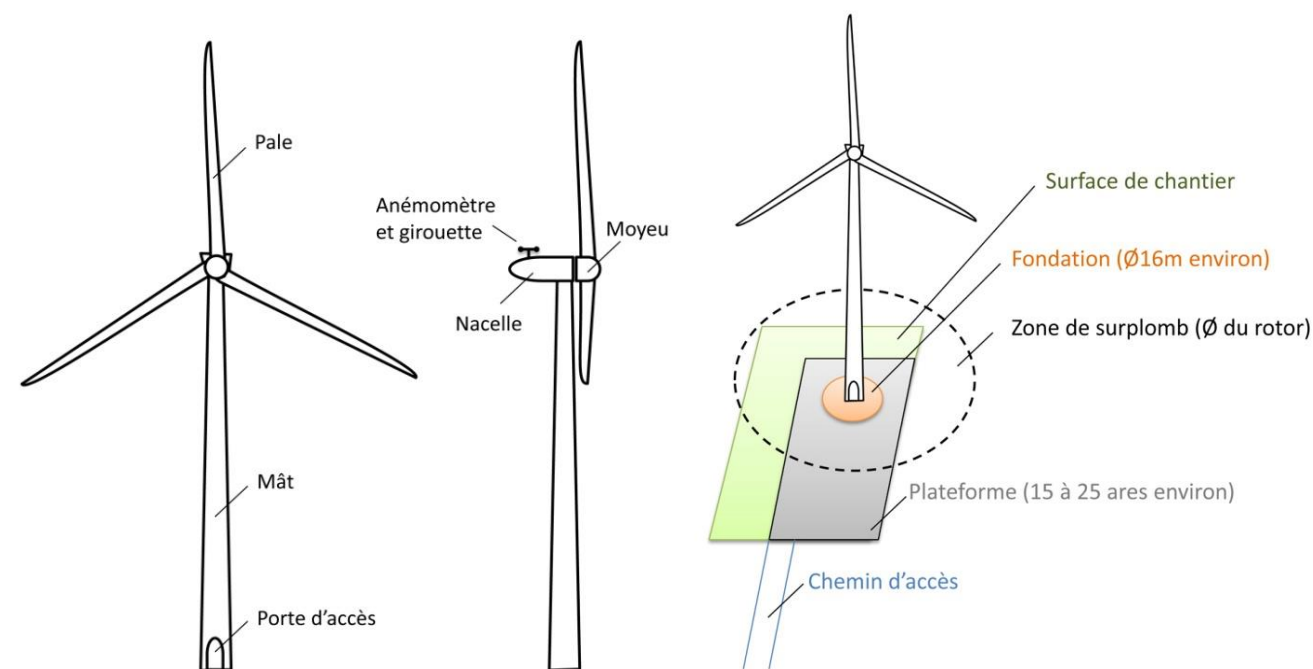


Figure 1 : Schéma simplifié d'une éolienne (à gauche) et de ses emprises au sol (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Chemins d'accès

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

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

2 - 1b Fonctionnement de l'installation

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h à la hauteur de la nacelle et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 6 et 12 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

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

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 72 km/h (variable selon le type d'éolienne) sur une moyenne de 10 minutes, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

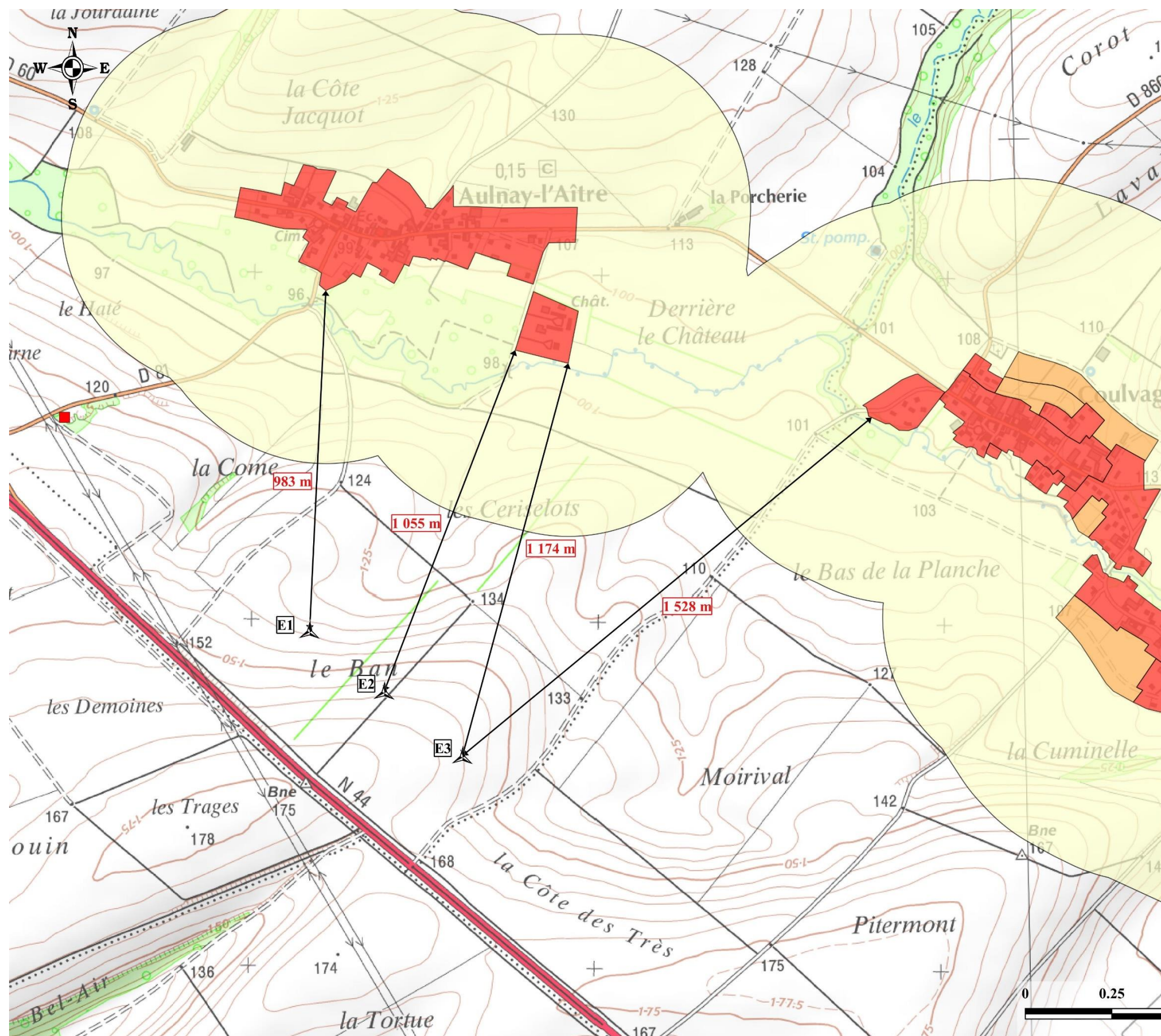
- Le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- Le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

Distance aux zones urbanisées et urbanisables

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25®
Carte communale d'Aulnay-l'Aître
PLU de Saint-Amand-sur-Fion
Copie et reproduction interdites



Légende

Projet éolien d'Aulnay-l'Aître

▲ Éolienne

■ Poste de livraison

Aulnay-l'Aître - Carte communale

■ Zone constructible

Saint-Amand-sur-Fion - PLU

■ Zone urbanisée

■ Zone à urbaniser

■ Périmètre de protection de 500 m

Carte 1 : Distance aux habitations

2 - 2 Environnement de l'installation

2 - 2a Environnement lié à l'activité humaine

Zones urbanisées et urbanisables

L'habitat de la commune d'accueil du projet et des communes riveraines est principalement concentré dans les bourgs. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

- **Territoire d'Aulnay-l'Aître :**
 - ✓ Zone constructible à 983 m de E1, à 1 055 m de E2 et à 1 174 m de E3.
- **Territoire de Saint-Amand-sur-Fion :**
 - ✓ Zone urbanisée à 1 528 m de E3.

⇒ *Dans le périmètre d'étude de dangers, aucune habitation, zone urbaine ou zone à urbaniser n'est présente. La zone destinée à l'habitation la plus proche est située à 983 m de l'éolienne E1, sur le territoire communal d'Aulnay-l'Aître.*

Etablissement recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans le périmètre d'étude de dangers.

Etablissement ICPE éolien

Aucun parc éolien n'intègre le périmètre d'étude de dangers. Le parc le plus proche est le parc de Soulanges et Saint-Amand-sur-Fion, dont l'éolienne la plus proche est située à 580 m au Sud-Est de l'éolienne E3.

⇒ *Aucun parc éolien n'intègre le périmètre d'étude de dangers.*

Autres activités

Dans le périmètre d'étude de dangers, l'activité agricole prédomine. Aucune activité industrielle n'est présente (absence d'installation nucléaire, d'industrie SEVESO ou d'ICPE).

2 - 2b Environnement naturel

Contexte climatique

Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un **climat océanique dégradé** (températures douces et précipitations régulières).

L'activité orageuse est inférieure à la moyenne nationale. La vitesse des vents et la densité d'énergie observées à proximité du site définissent ce dernier comme bien venté.

Risques naturels

L'arrêté préfectoral de la Marne, en date du 12 janvier 2018, fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs, indique que les territoires communaux des communes intégrant le périmètre d'étude de dangers (Aulnay-l'Aître, Ablancourt, Saint-Amand-sur-Fion et Soulanges) sont concernés par au moins un risque naturel.

Ainsi, les risques naturels majeurs suivants peuvent être qualifiés de :

- **Probabilité faible du risque d'inondation** : En effet, bien que les communes d'Ablancourt et de Soulanges soient soumises à un Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi) et à un Atlas des Zones Inondables (AZI), le périmètre d'étude de dangers est situé hors de tout zonage réglementaire. Par ailleurs, la sensibilité du périmètre d'étude de dangers au risque d'inondation par remontée de nappes est « très faible » à « faible » ;
- **Probabilité faible du risque relatif aux mouvements de terrain** : Aucune cavité n'est recensée dans le périmètre d'étude de dangers et l'aléa lié au retrait et au gonflement des argiles est nul à faible (les éoliennes sont toutes situées dans une zone dont l'aléa lié au retrait et au gonflement des argiles est nul) ;
- **Probabilité très faible du risque sismique** : Zone de sismicité 1 ;
- **Probabilité faible du risque d'orage** : Densité de foudroiement inférieure à la moyenne nationale ;
- **Probabilité modérée de tempête** ;
- **Probabilité très faible de risque de feux de forêt** ;
- **Probabilité modérée du risque de canicule et du risque de grand froid.**

2 - 2c Environnement matériel

Voies de communication

Les seules voies de communication présentes dans le périmètre d'étude de dangers sont des infrastructures routières, aucune voie navigable ou ferroviaire n'étant présente.

Infrastructures aéronautiques

Aviation civile

Dans son courrier du 24 mai 2019, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) précise que le projet n'est affecté d'aucune servitude ou contrainte aéronautique rédhitoire liée à la proximité immédiate d'un aéroport civil, à la circulation aérienne ou à la protection d'appareils de radionavigation.

Armée

L'armée de l'air a été consultée le 6 décembre 2018, aucune réponse n'a été reçue à ce jour. En fonction de la réponse de l'armée, les prescriptions seront intégrées dans le cadre du projet. A noter toutefois que, lors du pôle éolien du 26 septembre 2019, un plafond aéronautique à 354 m NGF a été mentionné. Toutes les éoliennes du projet respectent ce plafond.

Remarque : Le plafond aéronautique recouvrant la totalité du périmètre d'étude de dangers, celui-ci n'a pas été représenté sur les cartes ci-après pour des raisons de lisibilité. Celui-ci reste toutefois bien pris en compte dans le cadre de cette étude.

⇒ Un plafond aéronautique à 354 m NGF est recensé au niveau du parc éolien d'Aulnay-l'Aître.

Infrastructures routières

La gestion du domaine routier est confiée au Conseil Départemental de la Marne.

Infrastructures routières présentes dans le périmètre d'étude de dangers

Le périmètre d'étude de dangers recoupe des portions des infrastructures routières suivantes :

- La route nationale (RN) 44 ;
- Plusieurs chemins ruraux, notés Cr sur la carte des enjeux matériels.

Remarque : Les chemins ruraux n'ont pas forcément de toponyme propre. Ainsi ils sont identifiés par une numérotation arbitraire sur les cartes suivantes, pour les besoins des calculs de l'étude de dangers. Les infrastructures présentées ont été recensées en se basant sur l'IGN 25, le cadastre des communes étudiées et l'orthophotographie.

Définition du trafic

D'après les données de la région Grand Est, le trafic de la route nationale 44 est estimé à 26 248 véhicules par jour en 2017 au niveau de Châlons-en-Champagne.

Remarque : En raison de leur taille moins importante, les chemins ruraux n'ont pas fait l'objet de comptages routiers. Toutefois, d'après la connaissance du terrain, le trafic est estimé largement inférieur aux routes départementales environnantes, soit bien en-deçà de 2 000 véhicules/jour. Ces infrastructures sont donc non structurantes.

Eloignement des voiries

En dehors des espaces urbanisés, l'article L.116 du code de l'urbanisme crée une servitude de reculement pour les autoroutes, les routes express, les déviations au sens du code de la voirie routière et les routes classées à grande circulation :

- « De 100 m de part et d'autre de l'axe des autoroutes, des routes express et des déviations au sens du code de la voirie routière ;
- Une bande de 75 m de part et d'autre de l'axe des autres routes classées à grande circulation ».

Aucune préconisation particulière d'éloignement aux voiries n'est formulée pour les chemins ruraux.

Projet éolien d'Aulnay-l'Aître (51)

Dossier de demande d'Autorisation Environnementale

⇒ Une route nationale et plusieurs chemins ruraux intègrent le périmètre d'étude de dangers.
 ⇒ Avec un trafic très largement supérieur à 2 000 véhicules/jour, la RN 44 représente une voie structurante. Les autres infrastructures recensées sont non structurantes.
 ⇒ Conformément aux préconisations du code de l'urbanisme, les éoliennes ont été éloignées de plus de 75 m de la RN 44.

Chemins de Randonnée

⇒ Aucun chemin de randonnée n'intègre le périmètre d'étude de dangers

Réseaux publics et privés

Risque de Transport de Matières Dangereuses (TMD) et canalisation de gaz

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

Les communes d'Aulnay-l'Aître, d'Ablancourt, de Saint-Amand-sur-Fion et de Soulanges sont concernées par le risque TMD en raison du passage de la RN 44 sur leur territoire.

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est concerné par un risque lié au transport de matières dangereuses en raison de la présence de la RN 44.

Faisceau hertzien

Un faisceau appartenant au SGAMI intègre le périmètre d'étude de dangers en passant au plus près à 200 m de l'éolienne E1. Aucune gêne n'est toutefois attendue sur le fonctionnement du faisceau et le SGAMI donne un avis favorable au projet (source : courrier du 1^{er} avril 2020).

⇒ Un faisceau hertzien appartenant au SGAMI traverse le périmètre d'étude de dangers.

Infrastructures électriques

Dans son courrier du 17 décembre 2018, le gestionnaire RTE précise qu'il exploite les lignes 63 kV La Chaussée-Basin n°1 et La Chaussée-Marolles-Basin n°1, situées au plus près à 330 m au Sud-Ouest de l'éolienne E1.

Afin de préserver l'intégrité de ces lignes, le gestionnaire préconise le respect d'une distance de sécurité équivalent à minima à la hauteur de l'éolienne, pale comprise, et au respect d'une distance de garde de 3 m, soit 168 m dans le cas du projet d'Aulnay-l'Aître. Cette distance est donc respectée.

⇒ Deux lignes électriques haute tension traversent le périmètre d'étude de dangers. Les éoliennes du projet du parc d'Aulnay-l'Aître respectent les préconisations qui leurs sont associées.

Captage d'alimentation en eau potable

⇒ Aucun captage ou périmètre de protection de captage n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Radar Météo France

Le projet de parc éolien d'Aulnay-l'Aître est situé au-delà de la distance minimale d'éloignement fixée par l'arrêté du 26 août 2018 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie éolienne.

⇒ Aucune contrainte réglementaire spécifique ne pèse sur le projet éolien d'Aulnay-l'Aître au regard des radars météorologiques.

Patrimoine historique et culturel

Monument historique

Aucun monument historique et aucun périmètre de protection réglementaire d'un monument historique ne recoupe le périmètre d'étude de dangers.

Le monument le plus proche est l'église classée de Saint-Amand-sur-Fion, située à 3,2 km à l'Est de l'éolienne E3.

⇒ **Aucun monument historique ou périmètre de protection réglementaire associé ne recoupe le périmètre d'étude de dangers.**

Archéologie

Conformément aux dispositions du Code du Patrimoine, notamment son livre V, le service Régional de l'Archéologie pourra être amené à prescrire, lors de l'instruction du dossier, une opération de diagnostic archéologique visant à détecter tout élément du patrimoine archéologique qui se trouverait dans l'emprise des travaux projetés.

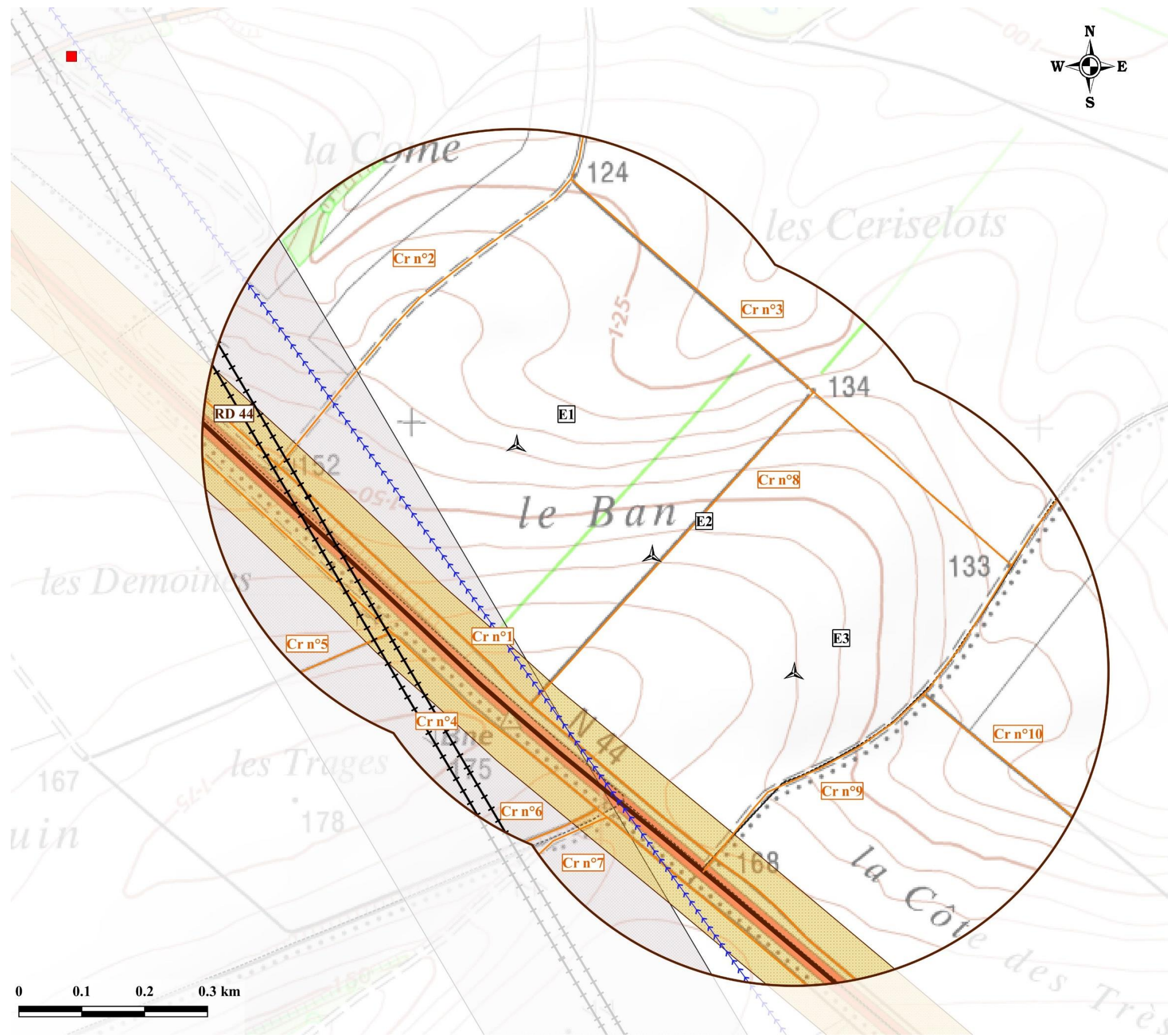
⇒ **Le projet éolien d'Aulnay-l'Aître respectera les dispositions du Code du Patrimoine.**

Enjeux matériels



Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



Légende

- Périmètre d'étude de dangers (500 m)
- Parc éolien d'Aulnay-l'Aître*
- Éolienne
- Poste de livraison
- Limite territoriale*
- Limite communale
- Servitude radioélectrique*
- SGAMI
- Infrastructures routières*
- Chemin rural
- Route nationale
- Périmètre de protection de 75 m
- Servitude électrique*
- Ligne électrique aérienne
- Périmètre de protection de 168 m

Carte 2 : Enjeux matériels

2 - 2d Enjeux humains

Le tableau ci-dessous présente les différents enjeux humains totaux, cumulant les enjeux humains relatifs aux terrains non aménagés et aménagés et à la RN 44 par périmètre d'étude (ou zone d'effet) et par éolienne.

| Eolienne | Ensemble homogène | Superficie exposée (ha ou km) | Règle de calcul | Enjeux humains | Enjeux humains totaux |
|------------------------------------|--|-------------------------------|---|----------------|-----------------------|
| Zone de surplomb | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 1,37 | 1 pers / 100 ha | 0,02 | 0,02 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,00 | 1 pers / 10 ha | 0,00 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 1,30 | 1 pers / 100 ha | 0,02 | 0,03 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,06 | 1 pers / 10 ha | 0,01 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 1,37 | 1 pers / 100 ha | 0,02 | 0,02 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,00 | 1 pers / 10 ha | 0,00 | |
| Zone d'effondrement | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 8,55 | 1 pers / 100 ha | 0,09 | 0,09 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,00 | 1 pers / 10 ha | 0,00 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 8,39 | 1 pers / 100 ha | 0,09 | 0,11 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,16 | 1 pers / 10 ha | 0,02 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 8,49 | 1 pers / 100 ha | 0,09 | 0,10 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,06 | 1 pers / 10 ha | 0,01 | |
| Zone de projection de glace | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 35,80 | 1 pers / 100 ha | 0,36 | 28,03 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,61 | 1 pers / 10 ha | 0,07 | |
| | RN 44 | 0,66 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 27,6 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 36,18 | 1 pers / 100 ha | 0,37 | 16,92 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,49 | 1 pers / 10 ha | 0,05 | |
| | RN 44 | 0,39 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 16,5 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 35,96 | 1 pers / 100 ha | 0,36 | 15,24 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,76 | 1 pers / 10 ha | 0,08 | |
| | RN 44 | 0,35 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 14,8 | |

| Eolienne | Ensemble homogène | Superficie exposée (ha ou km) | Règle de calcul | Enjeux humains | Enjeux humains totaux |
|-----------------------------------|--|-------------------------------|---|----------------|-----------------------|
| Zone de projection de pale | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 74,78 | 1 pers / 100 ha | 0,75 | 82,64 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 1,82 | 1 pers / 10 ha | 0,19 | |
| | RN 44 | 1,95 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 81,7 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 74,80 | 1 pers / 100 ha | 0,75 | 81,24 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 1,83 | 1 pers / 10 ha | 0,19 | |
| | RN 44 | 1,91 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 80,3 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 74,69 | 1 pers / 100 ha | 0,75 | 78,46 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 2,01 | 1 pers / 10 ha | 0,21 | |
| | RN 44 | 1,85 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 77,5 | |

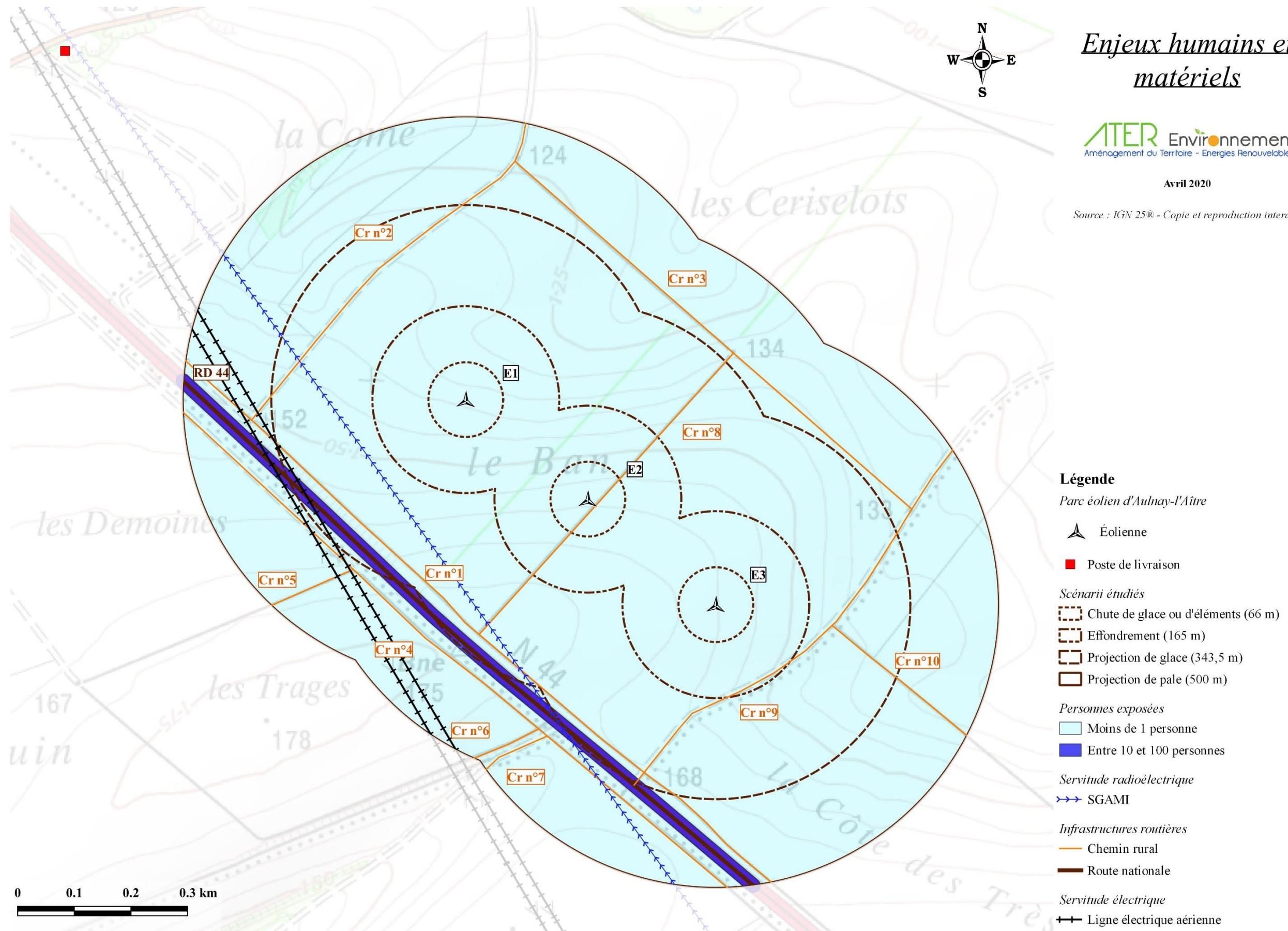
Tableau 3 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale

Enjeux humains et matériels

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



- Légende**
- Parc éolien d'Aulnay-l'Aître
 - ▲ Éolienne
 - Poste de livraison
 - Scénarii étudiés
 - Chute de glace ou d'éléments (66 m)
 - - - Effondrement (165 m)
 - ▭ Projection de glace (343,5 m)
 - ▭ Projection de pale (500 m)
 - Personnes exposées
 - Moins de 1 personne
 - Entre 10 et 100 personnes
 - Servitude radioélectrique
 - SGAMI
 - Infrastructures routières
 - Chemin rural
 - Route nationale
 - Servitude électrique
 - Ligne électrique aérienne

Carte 3 : Enjeux humains et matériels dans le périmètre d'étude de dangers

2 - 3 Réduction des potentiels de dangers

2 - 3a Choix du site

Choix techniques de développement de projet et de conception

Le porteur de projet a effectué plusieurs choix techniques au cours de la conception du projet afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Il a été choisi par le porteur de projet, en concertation avec la commune d'Aulnay-l'Aître, de respecter un éloignement d'au minimum 800 mètres autour des habitations, soit au-delà des exigences issues de la Loi Grenelle II (500 m). De plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain, des contraintes écologiques liées aux boisements notamment et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, à la définition des aires d'étude et au choix d'implantation des éoliennes.

Le contexte essentiellement agricole de l'environnement du projet et l'absence d'autres sources de dangers à proximité (ICPE, SEVESO, etc.) réduit la nécessité de mise en œuvre d'autres actions préventives.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement intervenue par la prise en compte des servitudes techniques présentes sur le site (éloignement de la RN44, des lignes électriques, des faisceaux hertziens, etc.) et par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

Lors de l'exploitation, les principaux potentiels de dangers liés aux produits utilisés pour la maintenance, et à l'installation en elle-même (éoliennes et réseaux électriques) sont réduits au maximum à la source :

- **Produits :**
 - ✓ Aucun stockage dans l'aérogénérateur ou dans les postes électriques ;
 - ✓ Apport de la quantité nécessaire et suffisante uniquement ;
 - ✓ Personnel formé aux risques présentés par les produits utilisés ;
 - ✓ Consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...);
 - ✓ La maintenance annuelle prévoit un contrôle des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.) ;
 - ✓ La tour et la nacelle jouent le rôle de rétentions.
- **Installation :**
 - ✓ Conception de la machine (normes et certifications) ;
 - ✓ Maintenance régulière ;
 - ✓ Contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.) ;
 - ✓ Fonctions de sécurité ;
 - ✓ Report des messages d'alarmes au centre de conduite.

Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation (polygone au-delà de 500 mètres des premières habitations et intégrant d'autres contraintes techniques telles que les distances minimales aux routes etc.), un travail important d'itérations conduisant au choix de l'implantation a été engagé, faisant intervenir plusieurs spécialistes (ingénieur éolien, écologue et paysagiste, principalement).

Afin de permettre une implantation harmonieuse du parc, le projet a tenu compte de l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles.

Ce travail itératif doit également tenir compte du foncier, des pratiques agricoles et du ressenti et de l'acceptation locale (propriétaires, exploitants, riverains). Pour le foncier par exemple, bien que des promesses de bail soient signées en amont du projet, le choix de l'implantation se fait en concertation avec les propriétaires et exploitants des terrains. En cas d'opposition de ceux-ci, ce dernier paramètre devient, bien sûr, une contrainte majeure. Toute solution retenue résulte alors d'un compromis et cette question doit être prise en compte pour définir des variantes réalistes.

Compte tenu de la configuration de la zone d'étude, trois variantes d'implantation ont été étudiées. Un cheminement itératif a été mené par le porteur de projet ayant conduit à la définition d'une variante de moindre impact. En effet, la connaissance du site et des contraintes locales se sont affinées avec l'avancée progressive des résultats des études de terrain et les démarches de concertation, ce qui a permis de faire évoluer les projets d'implantation pour limiter les impacts du parc sur son environnement. Ce sont ensuite les expertises naturaliste, paysagère, acoustique et énergétique qui permettent d'affiner la conception du projet.

La variante finale comporte 3 éoliennes et respecte un maximum de contraintes écologiques et paysagères.

2 - 3b Réduction liée à l'éolienne

Système de fermeture de la porte

- Porte d'accès dotée d'un verrou à clé ;
- Détecteur avertissant, en cas d'ouverture d'une porte d'accès, les personnels d'exploitation et de maintenance.

Balisage des éoliennes

- Conformité des éoliennes SG132 aux arrêtés en vigueur ;
- Balisage lumineux d'obstacle, au niveau de la nacelle et à 45 m de hauteur sur le mât, sur chaque éolienne, de jour comme de nuit.

Protection contre le risque incendie

- Présence de deux extincteurs portatifs à poudre, au pied du mât et dans la nacelle ;
- Système d'alarme couplé au système de détection informant l'exploitant à tout moment d'un départ de feu dans l'éolienne, via le système SCADA ;
- Alerte transmise par le système d'alarme aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie ;
- Procédure d'urgence mise en œuvre dans un délai de 60 minutes.
- Formation du personnel à évacuer l'éolienne en cas d'incendie.

Protection contre le risque foudre

- Conformité avec le niveau de protection I de la norme CEI 61400-24 ;
- Conception des éoliennes SG132 à résister à l'impact de la foudre (le courant de foudre est conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans dommages ou sans perturbations des systèmes).

Protection contre la survitesse

- Dispositif de freinage pour chaque éolienne par une rotation des pales limitant la prise au vent puis par des freins moteurs ;
- En cas de défaillance, système d'alarme couplé avec un système de détection de survitesse informant l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal ;
- Transmission de l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur ;
- Mise en œuvre des procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Protection contre l'échauffement des pièces mécaniques

- Tous les principaux composants équipés de capteurs de température ;
- En cas de dépassement de seuils, des alarmes sont activées entraînant un ralentissement de la machine (bridage préventif) voire un arrêt de la machine.

Protection contre la glace

- Système de protection contre la projection de glace basé sur :
 - ✓ Les informations données par un détecteur de glace situé sur la nacelle de l'éolienne, couplé à un thermomètre extérieur ;
 - ✓ L'analyse en temps réel de la variation de la courbe de puissance de l'éolienne traduisant la présence de glace sur les pales.
- Système de détection de glace générant une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) informant l'exploitant de l'événement ;
- En cas de glace, arrêt de l'éolienne et redémarrage de cette dernière seulement après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace ;

- En cas de condition de gel prolongé, maintien des éoliennes à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes.

Protection contre le risque électrique

- Conformité des installations électriques à l'intérieur de l'éolienne aux normes en vigueur ;
- Entretien et maintien en bon état des installations ;
- Contrôles réguliers.

Protection contre la pollution

Tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle (huile multiplicateur et liquide de refroidissement principalement) est récupéré dans un bac de rétention.

Conception des éoliennes

Certification de la machine

- Evaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), certifications de type CE par un organisme agréé ;
- Déclarations de conformité aux standards et directives applicables ;
- Les équipements projetés répondant aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes ;
- Rapports de conformité des aérogénérateurs aux normes en vigueur mis à la disposition de l'Inspection des installations classées.

Processus de fabrication

Le constructeur SIEMENS-GAMESA est garant de la qualité de ses éoliennes.

Opération de maintenance de l'installation

Personnel qualifié et formation continue

Tout personnel amené à intervenir dans les éoliennes est formé et habilité :

- Electriquement, selon son niveau de connaissance ;
- Aux travaux en hauteur avec port des Equipements personnels individualisés (EPI : casque, chaussures de sécurité, gants, harnais antichute, longe double, railblock (stop chutes pour l'ascension par l'échelle), évacuation et sauvetage ;
- Sauveteur secouriste du travail.

Planification de la maintenance

Préventive :

- Définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement ;
- Remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure ;
- Graissage ou nettoyage régulier de certains ensembles ;
- Présence d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation ;
- Contrôle de l'aérogénérateur tous les trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité annuelle.
- Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'Inspection des installations classées.

Curative :

- En cas de défaillance, intervention rapide des techniciens sur l'éolienne afin d'identifier l'origine de la défaillance et y palier.

2 - 4 Evaluation des conséquences de l'installation

2 - 4a Scénarios retenus pour l'analyse détaillée des risques et méthode de l'analyse des risques

Scénarios retenus

Différents scénarios ont été étudiés dans l'analyse du retour d'expérience et dans l'analyse des risques (parties 6 et 7 de l'étude de dangers). Seuls ont été retenus dans l'analyse détaillée les cas suivants :

- Chute d'éléments des éoliennes ;
- Chute de glace des éoliennes ;
- Effondrement des éoliennes ;
- Projection de glace des éoliennes ;
- Projection de pale des éoliennes.

Les scénarios relatifs à l'incendie ou concernant les fuites ont été écartés en raison de leur faible intensité et des barrières de sécurité mises en place.

Méthode retenue

L'évaluation du risque a été réalisée en suivant le guide de l'INERIS/SER/FEE et selon une méthodologie explicite et reconnue (circulaire du 10 mai 2010). Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux ainsi que le calcul de nombre de personnes sont précisées par cette circulaire.

2 - 4b Evaluation des conséquences du parc éolien

Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

| Scénario | Zone d'effet | Cinétique | Intensité | Probabilité | Gravité |
|--|---|-----------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Chute de glace | Zone de survol (66 m) | Rapide | Exposition modérée | A | Modérée E1 à E3 |
| Chute d'éléments de l'éolienne | Zone de survol (66 m) | Rapide | Exposition forte | C | Sérieuse E1 à E3 |
| Effondrement de l'éolienne | H + R (165 m) | Rapide | Exposition forte | D | Sérieuse E1 à E3 |
| Projection de glace | 1,5 x (H + 2R) autour de chaque éolienne (343,5 m) | Rapide | Exposition modérée | B | Modérée E1 à E3 |
| Projection de pales ou de fragments de pales | 500 m autour de chaque éolienne | Rapide | Exposition modérée | D | Importante E1 à E3 |

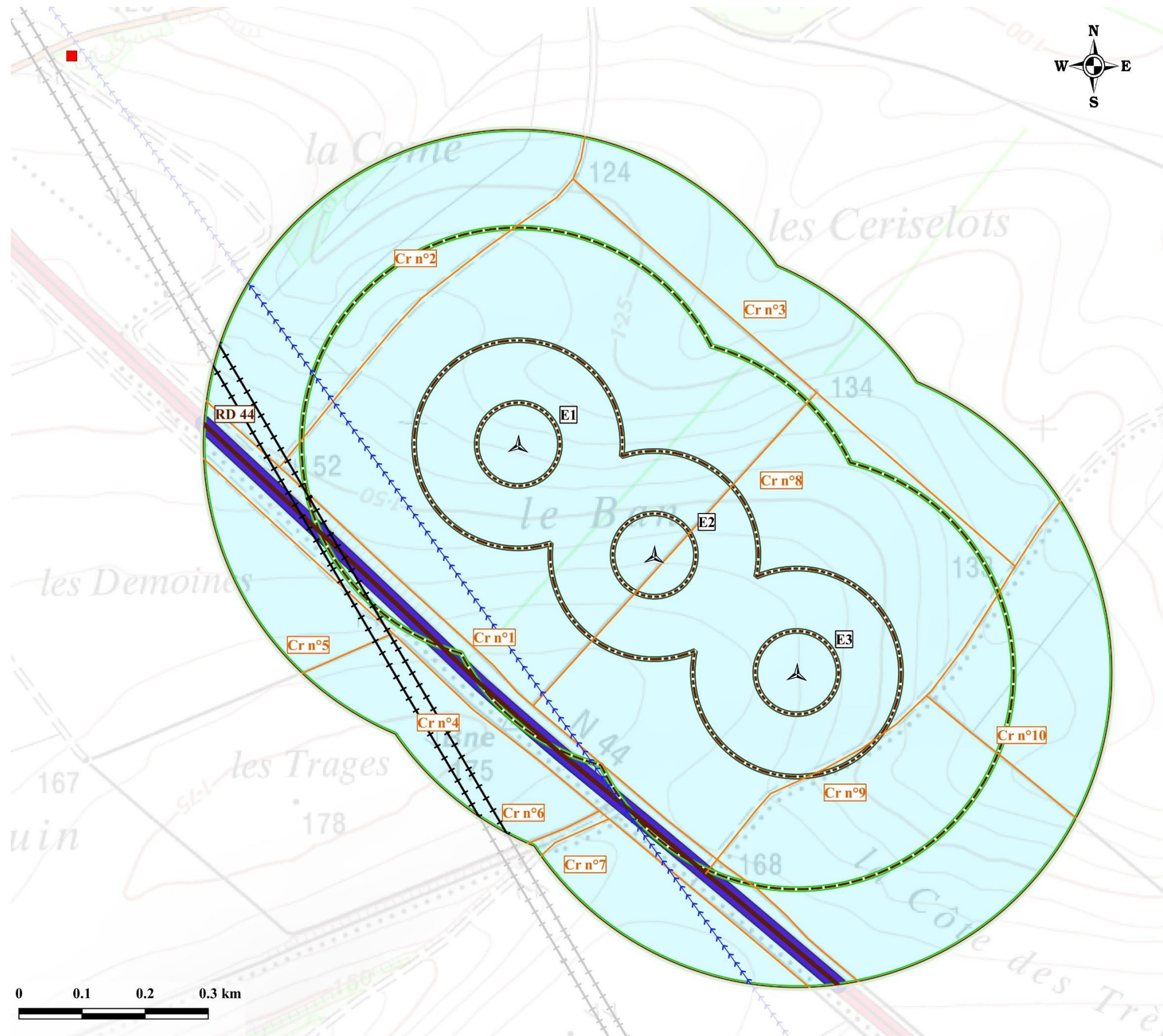
Tableau 4 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc – H : hauteur au moyeu ; R : rayon du rotor

Synthèse

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



Légende

Parc éolien d'Aulnay-l'Aître

▲ Éolienne

■ Poste de livraison

Scénarii étudiés

▤ Chute de glace ou d'éléments (66 m)

▥ Effondrement (165 m)

▧ Projection de glace (343,5 m)

▨ Projection de pale (500 m)

Persomes exposées

□ Moins de 1 personne

■ Entre 10 et 100 personnes

Intensité d'exposition

▭ Modérée

▭ Forte

Servitude radioélectrique

↔ SGAMI

Infrastructures routières

— Chemin rural

— Route nationale

Servitude électrique

— Ligne électrique aérienne

Carte 4 : Synthèse des risques sur le périmètre d'étude de dangers

2 - 4c Acceptabilité des évènements retenus

Un risque est jugé acceptable ou non selon les principes suivants :

- Les accidents les plus fréquents ne doivent avoir de conséquences que « négligeables » ;
- Les accidents aux conséquences les plus graves ne doivent pouvoir se produire qu'à des fréquences « aussi faibles que possible ».

Cette appréciation du niveau de risque est illustrée par une grille de criticité dans laquelle chaque accident potentiel peut être mentionné.

La criticité des évènements est alors définie à partir d'une cotation du couple probabilité-gravité, qui est définie en 3 zones :

- **En vert** : **une zone** pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de « très faibles » et donc acceptables, et l'événement est jugé sans effet majeur et ne nécessite pas de mesures préventives ;
- **En jaune** : **une zone de risques intermédiaires, qualifiés de faibles**, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés doit être assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps) ;
- **En rouge** : **une zone de risques élevés, qualifiés d'importants**, non acceptables et pour laquelle des modifications substantielles doivent être définies afin de réduire le risque à un niveau acceptable ou intermédiaire, par la démonstration de la maîtrise de ce risque.

La liste des scénarios pointés dans la matrice sont les suivants :

- Chute d'éléments des éoliennes E1 à E3 (scénarios C_e1 à C_e3) ;
- Chute de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios C_g1 à C_g3) ;
- Effondrement des éoliennes E1 à E3 (scénarios E_r1 à E_r3) ;
- Projection de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios P_g1 à P_g3) ;
- Projection de pales ou de fragments de pales des éoliennes E1 à E3 (scénarios P_p1 à P_p3).

La « criticité » des scénarios est donnée dans le tableau (ou « Matrice ») suivant. La cinétique des accidents pour les scénarios est rapide.

| GRAVITÉ / Conséquence | Classe de Probabilité | | | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | E | D | C | B | A |
| Désastreuse | Jaune | Rouge | Rouge | Rouge | Rouge |
| Catastrophique | Jaune | Jaune | Rouge | Rouge | Rouge |
| Importante | Jaune | P _p 1 et P _p 3 | Jaune | Rouge | Rouge |
| Sérieuse | Vert | E _r 1 à E _r 3 | C _e 1 à C _e 3 | Jaune | Rouge |
| Modérée | Vert | Vert | Vert | P _g 1 à P _g 3 | C _g 1 à C _g 3 |

Légende de la matrice :

| Niveau de risque | Couleur | Acceptabilité |
|--------------------|---------|----------------|
| Risque très faible | Vert | Acceptable |
| Risque faible | Jaune | Acceptable |
| Risque important | Rouge | Non acceptable |

Figure 2 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- Certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de l'étude de dangers sont mises en place.

L'étude conclut donc à l'acceptabilité du risque généré par le projet éolien d'Aulnay-l'Aître.

3 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

3 - 1 Présentation du Maître d'ouvrage

3 - 1a Renseignements administratifs

Le demandeur est la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay », Maître d'Ouvrage du projet et futur exploitant du parc.

L'objectif final de la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » est la construction du parc avec le modèle d'éoliennes le plus adapté au site, puis la mise en service, l'opération et la maintenance du parc pendant la durée d'exploitation du parc éolien.

La société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

| | |
|------------------------|--|
| Raison sociale | SAS Ferme Éolienne de Aulnay |
| Forme juridique | Société par Actions Simplifiées (SAS) |
| Capital social | 100 € |
| Siège social | 770 rue Alfred Nobel 34 000 Montpellier |
| Immatriculation au RCS | 887 908 481 R.C.S. Montpellier |
| Code NAF | 3511Z / Production d'électricité |

Tableau 5 : Références administratives de la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » (source : EUROCAPE, 2020)

| | | |
|-------------|------------|-------------------|
| Nom | MUMMENTHEY | BADEL |
| Prénom | Bjorn | Bertrand |
| Nationalité | Allemande | Française |
| Qualité | Président | Directeur général |

Tableau 6 : Références des signataires pouvant engager la société (source : EUROCAPE, 2020)

La présente étude de dangers a été rédigée par Madame Audrey MONEGER du bureau d'études ATER Environnement dont l'ensemble des coordonnées administratives se trouve au verso de la page de garde.

3 - 1b La société EUROCAPE

L'opérateur du projet éolien d'Aulnay l'Aître est la société **EUROCAPE New Energy France**. Elle dispose des moyens humains, techniques et économiques pour la gestion effective de l'installation durant toute sa durée de vie.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Dénomination sociale | Eurocape New Energy France SAS |
| Capital social | 10 000 € |
| Siège social | 770 Rue Alfred Nobel 34000 MONTPELLIER |
| N° d'immatriculation | 520 564 600 00010 |
| Date de constitution | 23/02/2010 |
| Nom, prénom et qualité du mandataire | SAS GreenFuture (n° SIREN : 844 293 548) (Président - Monsieur Björn MUMMENTHEY) |
| Nationalité du mandataire | Allemande |
| Téléphone - Télécopie | 04.27.04.50.49 – 04.67.99.61.82 |

Tableau 7 : La société EUROCAPE NEW ENERGY France (source : EUROCAPE NEW ENERGY, 2020)

Eurocape New Energy France assume à ce jour le développement de près de 300 MW éoliens, et près de 100 MW de solaire photovoltaïque.

Eurocape New Energy France s'appuie sur la surface financière des fonds IMPAX qui disposent d'un capital engagé de TROIS CENT CINQUANTE SEPT MILLIONS D'EUROS (357M€) dont l'investisseur principal est la Banque Européenne d'Investissement (la BEI) avec 21% de ce montant.

Au-delà de l'investissement, ce sont au total près de 20 personnes en France, qui œuvrent à la bonne évolution des actifs du groupe.

La fondation d'Eurocape New Energy France en 2010 a permis d'aiguiser les compétences liées à la conception de projets éoliens, aujourd'hui, la société vise clairement un développement à la racine (« greenfield ») des projets pour une direction effective et efficace de ses installations. Pour ce faire, Eurocape New Energy France s'appuie sur un ensemble de compétences techniques (ingénierie vent, raccordement électrique, construction et finance) qui lui permet de prétendre à une gestion intégrale du projet, à toutes les étapes de son histoire.

Les investissements récents de la société en matière d'exploitation (ouverture de bureaux sur Poitiers en 2015) correspondent à cette logique dont la finalité est la réalisation de parcs durables et de qualité.

En accord avec ces ambitions, Eurocape New Energy France est dirigée par des personnes mandatées dont l'expérience dans le secteur de l'éolien industriel est confirmée :

- **M. Björn MUMMENTHEY** cumule une expérience de plus de 20 ans dans l'éolien. Il a notamment exercé la fonction de responsable international du service Maintenance auprès du groupe NORDEX, constructeur éolien reconnu (1 550 MW implantés sur le territoire français au 30/06/2016, soit 14 % de la puissance totale installée en France¹) ;
- **M. Bertrand BADEL** cumule une expérience de plus de 15 ans dans l'éolien. Il a notamment été en charge du développement Ouest auprès du groupe ENERCON, constructeur éolien reconnu (2 680 MW implantés sur le territoire français au 30/06/2016, soit 24 % de la puissance totale installée en France).

¹ « Observatoire de l'éolien », Bearing Point, Septembre 2016

3 - 1c Références

La société Eurocape New Energy France intervient depuis le début des années 2010 dans le domaine des énergies renouvelables en France métropolitaine.

Eurocape New Energy France s'appuie sur la surface financière des fonds IMPAX qui disposent d'un capital engagé de TROIS CENT CINQUANTE SEPT MILLIONS D'EUROS (357 M€) dont l'investisseur principal est la Banque Européenne d'Investissement (la BEI) avec 21 % de ce montant.

Au-delà de l'investissement, ce sont au total près de 30 personnes en France qui œuvrent à la bonne évolution des actifs du groupe.

La fondation d'Eurocape New Energy France en 2010 a permis d'aiguiser les compétences liées à la conception de projets éoliens, aujourd'hui, la société vise clairement un développement à la racine (« greenfield ») des projets pour une direction effective et efficace de ses installations. Pour ce faire, Eurocape New Energy France s'appuie sur un ensemble de compétences techniques (ingénierie vent, raccordement électrique, construction et finance) qui lui permet de prétendre à une gestion intégrale du projet, à toutes les étapes de son histoire.

Les investissements récents de la société en matière d'exploitation correspondent à cette logique dont la finalité est la réalisation de parcs durables et de qualité.

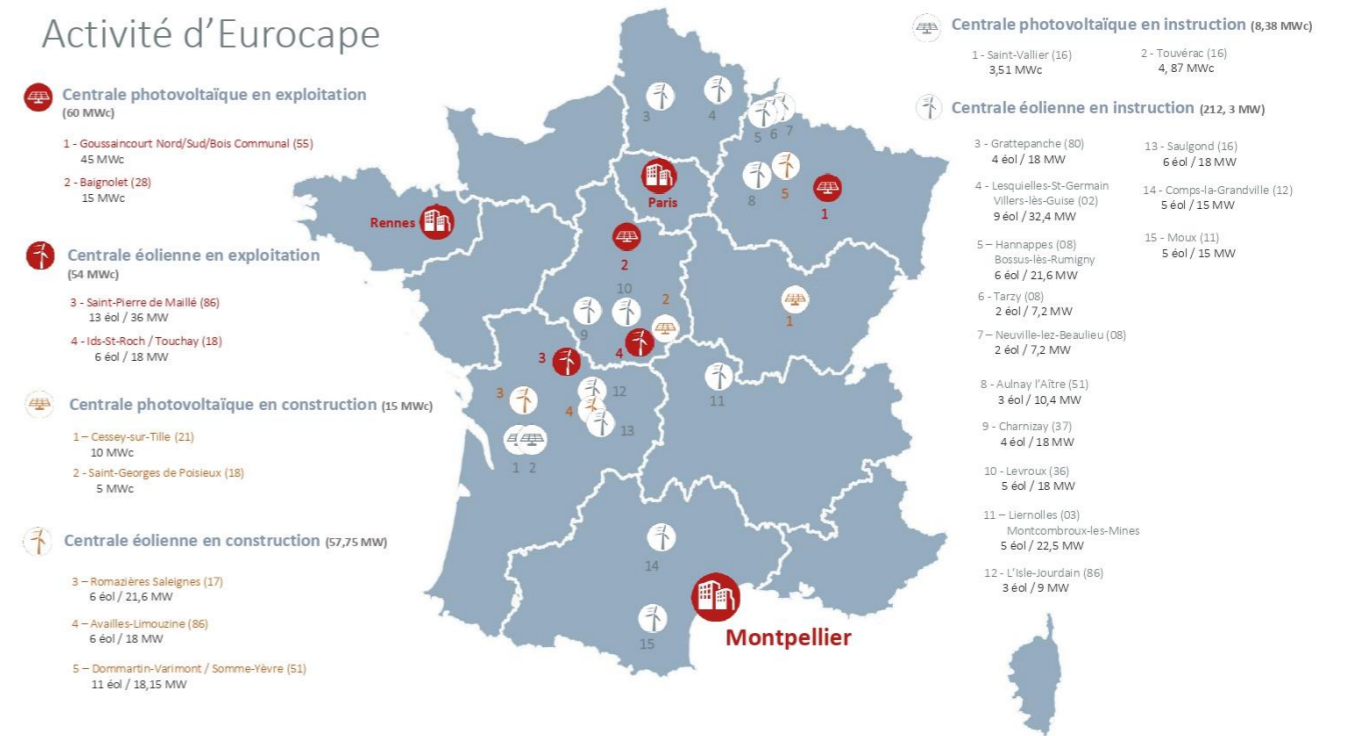
A l'heure actuelle, **EUROCAPE France** est responsable de l'exploitation de **115 MW** de puissance éolienne et photovoltaïque en France métropolitaine, et gère la construction de **75 MW** de puissance autorisée :

| Département | Nom du parc | Energie | Nombre d'éoliennes / Superficie (PV) | Date de mise en service | Puissance totale installée |
|------------------------|---|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Parc en service | | | | | |
| Vienne (86) | Saint-Pierre de Maillé 2 | Éolien | 5 | 2011 | 12 MW |
| Vienne (86) | Saint-Pierre de Maillé 3 | Éolien | 8 | 2017 | 24 MW |
| Cher (18) | Ids-Saint-Roch | Éolien | 6 | 2020 | 18 MW |
| Meuse (55) | Centrales de Goussaincourt (Nord, Sud, Bois communal) | Photovoltaïque | 50 ha | 2022 | 46 MWc |
| Meuse (55) | Baignolet | Photovoltaïque | 15,5 ha | 2022 | 15 MWc |
| Autorisé | | | | | |
| Charente-Maritime (17) | Romazières-Saleignes | Éolien | 6 | 2024 | 21,6 MW |
| Côte d'or (21) | Cessey-sur-Tille | Photovoltaïque | 15 ha | 2023 | 12,5 MWc |
| Marne (51) | Argonne-Champenoise (Dommartin-Varimont, Somme-Yèvre) | Éolien | 11 | 2026 | 18,15 MW |
| Vienne (86) | Availles-Limouzine | Éolien | 6 | 2025 | 18 MW |
| Cher (18) | Saint-Georges-de-Poisieux | Photovoltaïque flottant | 41 801 m ² | 2025 | 5 MWc |

Tableau 8 : Références de la société EUROCAPE New Energy en France (source : EUROCAPE New Energy, 2022)

Quinze autres projets éoliens et photovoltaïques sont actuellement en instruction administrative, pour une puissance totale de **220 MW**.

Activité d'Eurocape



Carte 5 : Activités d'EUROCAPE New Energy en France (source : EUROCAPE New Energy, 2022)

3 - 2 Localisation du site

3 - 2a Localisation générale

Le projet de parc éolien d'Aulnay-l'Aître est situé dans la région Grand Est, et plus particulièrement dans le département de la Marne, au sein de l'intercommunalité de Vitry, Champagne et Der. Il est localisé sur le territoire communal d'Aulnay-l'Aître, le long de la RN 44.

Le projet d'Aulnay-l'Aître est situé à environ 8 km au Nord du centre-ville de Vitry-le-François, à 22 km au Sud-Est du centre-ville de Châlons-en-Champagne et à 32 km au Nord-Ouest du centre-ville de Saint-Dizier.

3 - 2b Identification cadastrale

Les parcelles concernées par l'activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent sont présentées dans le tableau ci-après. Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des promesses de bail emphytéotique et de constitution de servitudes, assorties le cas échéant de conventions de renonciation partielle des baux ruraux en cours et de conventions d'indemnisation.

Les limites de propriété de l'installation correspondent aux mâts des éoliennes et au poste de livraison.

Remarque : La preuve de la maîtrise foncière (attestation) se trouve en annexe du Volume intitulé « Description de la demande », joint au présent dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

| Installation | Commune | Lieu-dit | Section | Numéro |
|--------------------|----------------|----------|---------|--------|
| E1 | Aulnay-l'Aître | Le Ban | ZI | 72 |
| E2 | | | ZI | 74 |
| E3 | | | ZI | 31 |
| Poste de livraison | | La Comme | ZI | 109 |

Tableau 9 : Identification des parcelles cadastrales (source : EUROCAPE, 2020)

Localisation géographique

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 100® - Copie et reproduction interdites

Légende

Parc éolien d'Aulnay-l'Aître

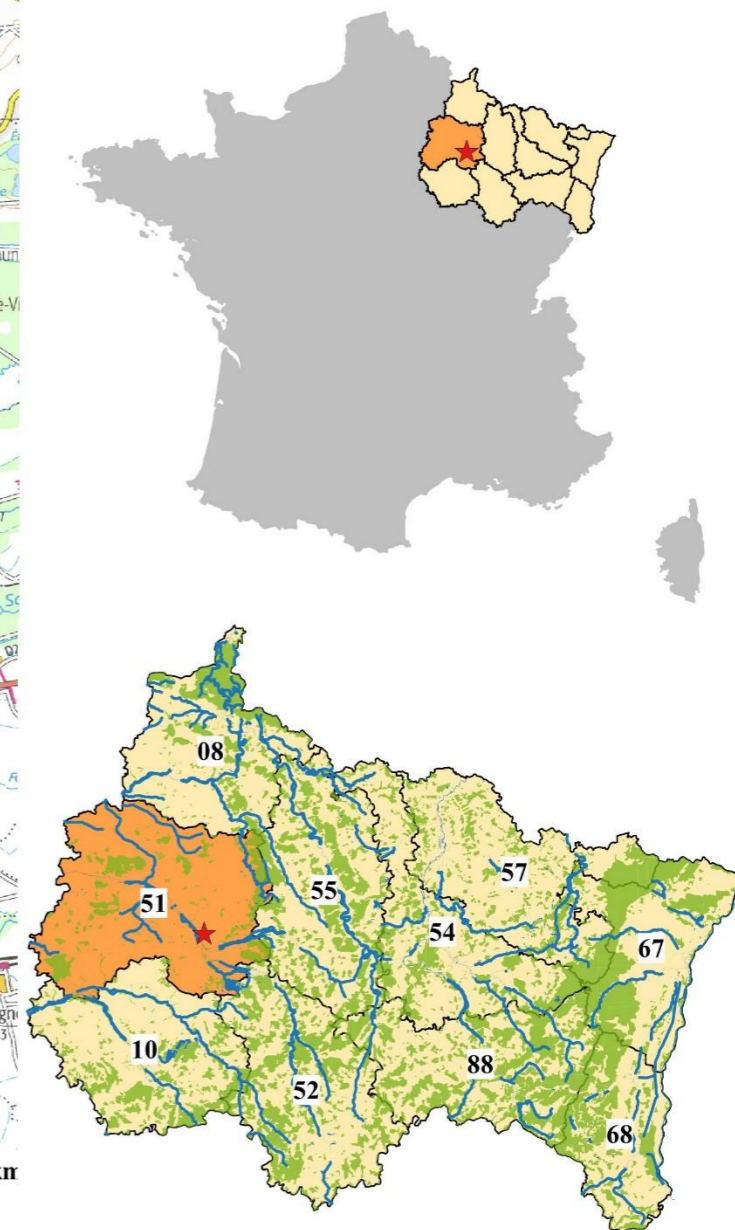
Éolienne

Poste de livraison

★ Localisation du projet

Limite territoriale

Limite communale



Carte 6 : Localisation géographique de l'installation

3 - 3 Définition du périmètre d'étude de dangers

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.e.

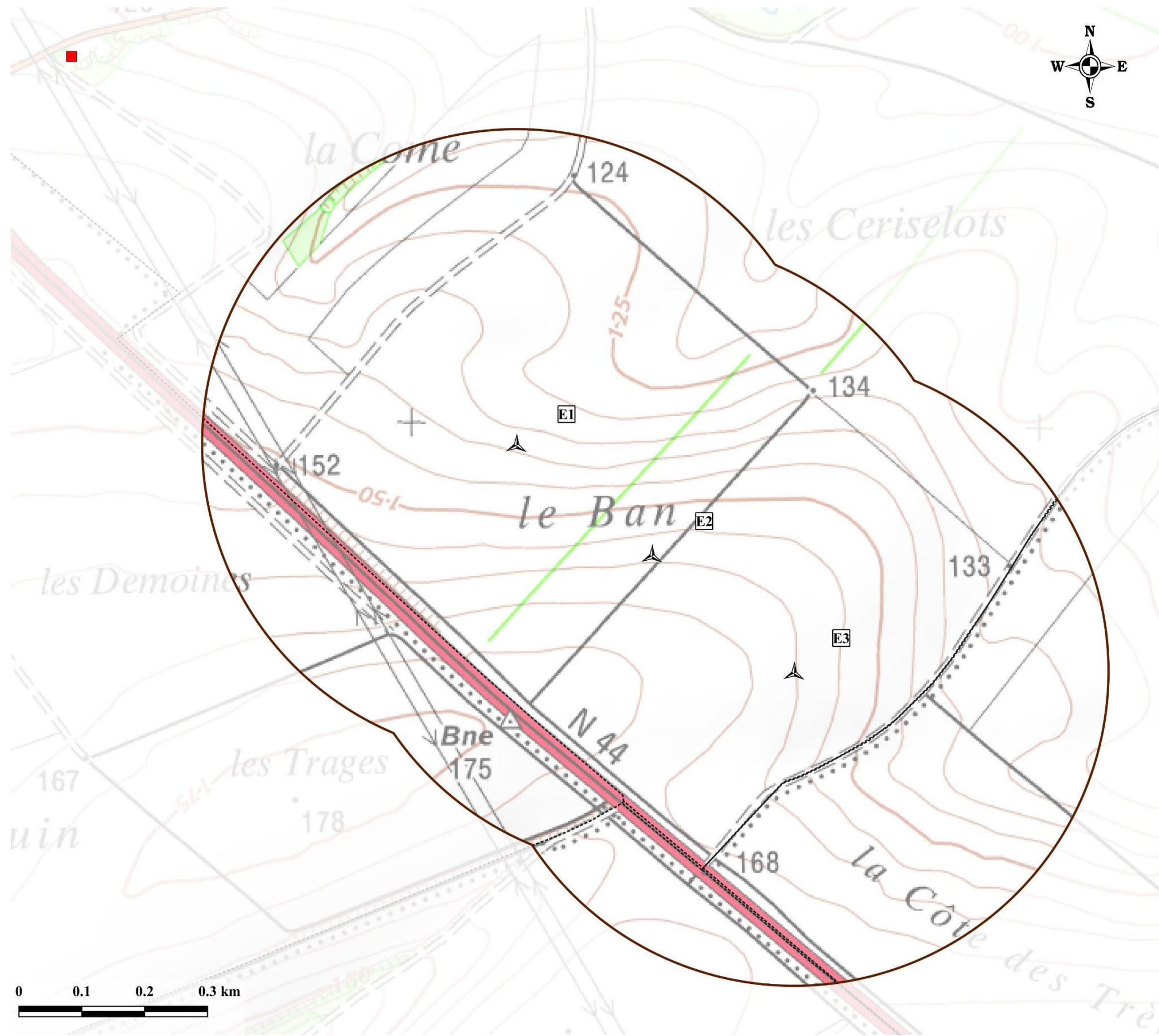
Le périmètre d'étude de dangers n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui seront néanmoins représentés sur les cartes. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Périmètre d'étude de dangers

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



- Légende**
- ▭ Périmètre d'étude de dangers (500 m)
 - Parc éolien d'Aulnay-l'Aître
 - ▲ Éolienne
 - Poste de livraison
 - Limite territoriale
 - - - Limite communale

Carte 7 : Définition du périmètre d'étude de dangers

4 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

4 - 1 Environnement lié à l'activité humaine

4 - 1a Zones urbanisées et urbanisables

L'habitat de la commune d'accueil du projet et des communes riveraines est principalement concentré dans les bourgs. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

- **Territoire d'Aulnay-l'Aître :**
 - ✓ Zone constructible à 983 m de E1, à 1 055 m de E2 et à 1 174 m de E3.
- **Territoire de Saint-Amand-sur-Fion :**
 - ✓ Zone urbanisée à 1 528 m de E3.

⇒ **Dans le périmètre d'étude de dangers, aucune habitation, zone urbaine ou zone à urbaniser n'est présente. La zone destinée à l'habitation la plus proche est située à 983 m de l'éolienne E1, sur le territoire communal d'Aulnay-l'Aître.**

Focus démographique sur les communes intégrant le périmètre d'étude de dangers

Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont Aulnay-l'Aître, commune d'accueil du projet, et Saint-Amand-sur-Fion, Ablancourt et Soulanges. Quelques indicateurs de la population et du logement dans ces communes sont présentés dans le tableau ci-dessous.

| Commune | Nombre d'habitants | Densité (Hab./km ²) | Nombre de logements | Part de ménages propriétaires de leur résidence principale |
|----------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| Aulnay-l'Aître | 170 | 20,3 | 73 | 88,7 % |
| Ablancourt | 162 | 22,9 | 71 | 90,6 % |
| Saint-Amand-sur-Fion | 1 025 | 36,1 | 459 | 80,5 % |
| Soulanges | 478 | 38,6 | 204 | 85,5 % |

Tableau 10 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : INSEE, RP2016)

Ainsi, la commune de Saint-Amand-sur-Fion, avec 1 025 habitants en 2016, est de loin la commune la plus peuplée des communes étudiées. La commune d'Ablancourt est quant à elle la moins peuplée, avec 162 habitants en 2016, suivie de près par la commune d'accueil du projet, Aulnay-l'Aître, qui est composée de 170 habitants. Les densités de populations varient de 20,3 hab./km² à 38,6 hab./km².

De manière générale, les habitants des communes du périmètre d'étude de dangers sont majoritairement propriétaires de leur résidence principale, ce qui est une caractéristique des milieux ruraux ; les locations étant principalement concentrées dans les villes de taille moyenne à grande.

- ⇒ **Les communes du périmètre d'étude de dangers sont donc relativement peu peuplées, avec, hormis pour la commune de Saint-Amand-sur-Fion, un maximum de 478 habitants.**
- ⇒ **La part de ménages propriétaires de leur résidence principale dans ces communes étant élevée, celles-ci ont donc un caractère rural.**

Documents d'urbanisme

Document d'urbanisme communal

Le territoire communal d'Aulnay-l'Aître dispose d'une carte communale approuvée le 6 juin 2011. Les éoliennes ont toutes été implantées en zone non constructible et ont été éloignées de plus de 500 m des zones constructibles.

Remarque : Dans le cas du présent projet et afin de respecter le souhait de la commune d'Aulnay-l'Aître, les éoliennes ont été positionnées à plus de 800 m des habitations.

- ⇒ **Le parc éolien d'Aulnay-l'Aître est donc compatible avec la carte communale en vigueur sur la commune d'accueil du projet.**
- ⇒ **Une distance d'éloignement de 800 m a été respectée entre les éoliennes et les différentes zones urbaines et à urbaniser. Cela va au-delà de la réglementation en vigueur (500 m).**

SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale)

Les communes du périmètre d'étude de dangers intègrent toutes le SCoT ADEVA Pays Vitryat, actuellement en cours d'élaboration. Son périmètre a été approuvé par arrêté préfectoral le 11 février 2015. Aucun document n'est pour l'instant disponible à son sujet.

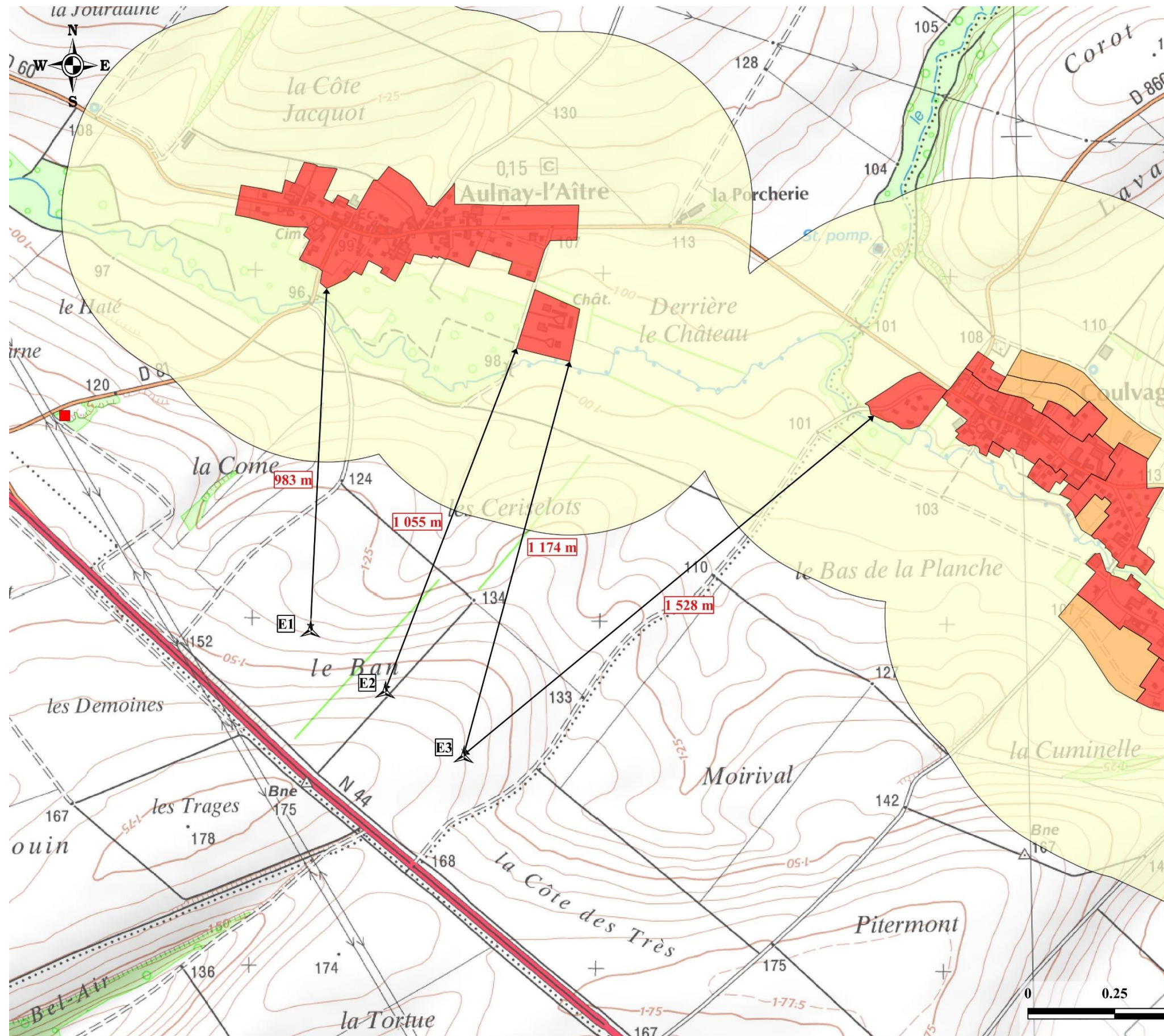
- ⇒ **Un SCoT englobant les communes du périmètre d'étude de dangers est actuellement en cours d'élaboration. Aucun document n'est pour l'instant disponible à son sujet.**

Distance aux zones urbanisées et urbanisables

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25®
Carte communale d'Aulnay-l'Aître
PLU de Saint-Amand-sur-Fion
Copie et reproduction interdites



Légende

Projet éolien d'Aulnay-l'Aître

▲ Éolienne

■ Poste de livraison

Aulnay-l'Aître - Carte communale

■ Zone constructible

Saint-Amand-sur-Fion - PLU

■ Zone urbanisée

■ Zone à urbaniser

■ Périmètre de protection de 500 m

Carte 8 : Distance aux premières habitations, aux zones urbaines et à urbaniser

4 - 1b Etablissement recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans le périmètre d'étude de dangers.

⇒ **Aucun établissement recevant du public n'intègre le périmètre d'étude de dangers.**

4 - 1c Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base

Installations nucléaires de base

Dans le département de la Marne, il n'existe pas de centrale nucléaire. Deux Installations Nucléaires de Base (INB) sont recensées dans le département voisin de l'Aube :

- **Le centre de Stockage de l'Aube (CSA)** à Soullaine-Dhuys, localisé à 45 km au Sud du périmètre d'étude de dangers ;
- **Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE)** de Nogent-sur-Seine, localisé à 84 km au Sud-Ouest du périmètre d'étude de dangers.

Les communes du périmètre d'étude de dangers sont situées hors de tout périmètre des Plans Particuliers d'Intervention (PPI) des sites nucléaires.

⇒ **Aucun établissement nucléaire n'intègre le périmètre d'étude de dangers.**

Etablissement SEVESO

Le département de la Marne compte 9 établissements « SEVESO Seuil Haut AS » et 7 établissements « SEVESO Seuil Bas ». Le plus proche est celui de la société VIVESCIA à Vitry-le-François (SEVESO Seuil Haut), situé à 9,5 km au Sud-Est de l'éolienne E3, la plus proche.

⇒ **Aucun établissement SEVESO n'intègre le périmètre d'étude de dangers.**

Etablissement ICPE – hors éolien

Relativement aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), plusieurs établissements sont inventoriés sur les communes intégrant le périmètre d'étude de dangers. Ils sont listés dans le tableau suivant :

| Commune | Etablissement | Distance au parc éolien d'Aulnay-l'Aître (km) |
|----------------------|-------------------------|---|
| Aulnay-l'Aître | GAEC ² THILL | 1,6 N E1 |
| | Société Tramomarina | 1,6 S E3 |
| Soulanges | Setla-Tralic | 3,1 SE E1 |
| | Moroni | 3,3 SO E3 |
| Saint-Amand-sur-Fion | Vivescia | 4,4 NE E3 |
| | EARL des Anémones | 4,7 NE E3 |

Tableau 11 : Liste des établissements ICPE présents sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : Géorisques, 2020)

⇒ **Aucun établissement ICPE (hors éolien) n'intègre le périmètre de dangers.**

Etablissement ICPE éolien

Aucun parc éolien n'intègre le périmètre d'étude de dangers. Le parc le plus proche est le parc de Soulanges et Saint-Amand-sur-Fion, dont l'éolienne la plus proche est située à 580 m au Sud-Est de l'éolienne E3.

⇒ **Aucun parc éolien n'intègre le périmètre d'étude de dangers.**

4 - 1d Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers recouvre majoritairement des champs où une activité agricole est exercée (cultures de plateau). Un boisement et quelques haies sont également présents.

Aucune autre activité n'est recensée dans le périmètre d'étude de dangers.

⇒ **Le périmètre d'étude de dangers recouvre principalement des champs sur lesquels une activité agricole est exercée.**

² GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun.

4 - 2 Environnement naturel

4 - 2a Contexte climatique

Deux natures de climat peuvent être observées au niveau de l'ancienne région Champagne-Ardenne. En effet, la partie Est de la Champagne-Ardenne est soumise à un climat continental, tandis que la partie Ouest, dans laquelle se situe le projet, possède un **climat océanique dégradé sous l'influence du climat continental**. Cela explique les hivers frais, les étés doux et les pluies fréquentes mais peu abondantes, réparties tout au long de l'année.

Remarque : La station de référence la plus proche est celle de Saint-Dizier-Robinson, localisée à une trentaine de kilomètres au Sud-Est du projet.

Température

Le climat océanique dégradé sous l'influence du climat continental est très bien illustré par les relevés de la station de Saint-Dizier-Robinson, puisque les hivers sont relativement doux et les étés moyennement chauds (les moyennes maximales ne dépassent pas les 26 °C). La température moyenne annuelle est d'environ 11,2°C.

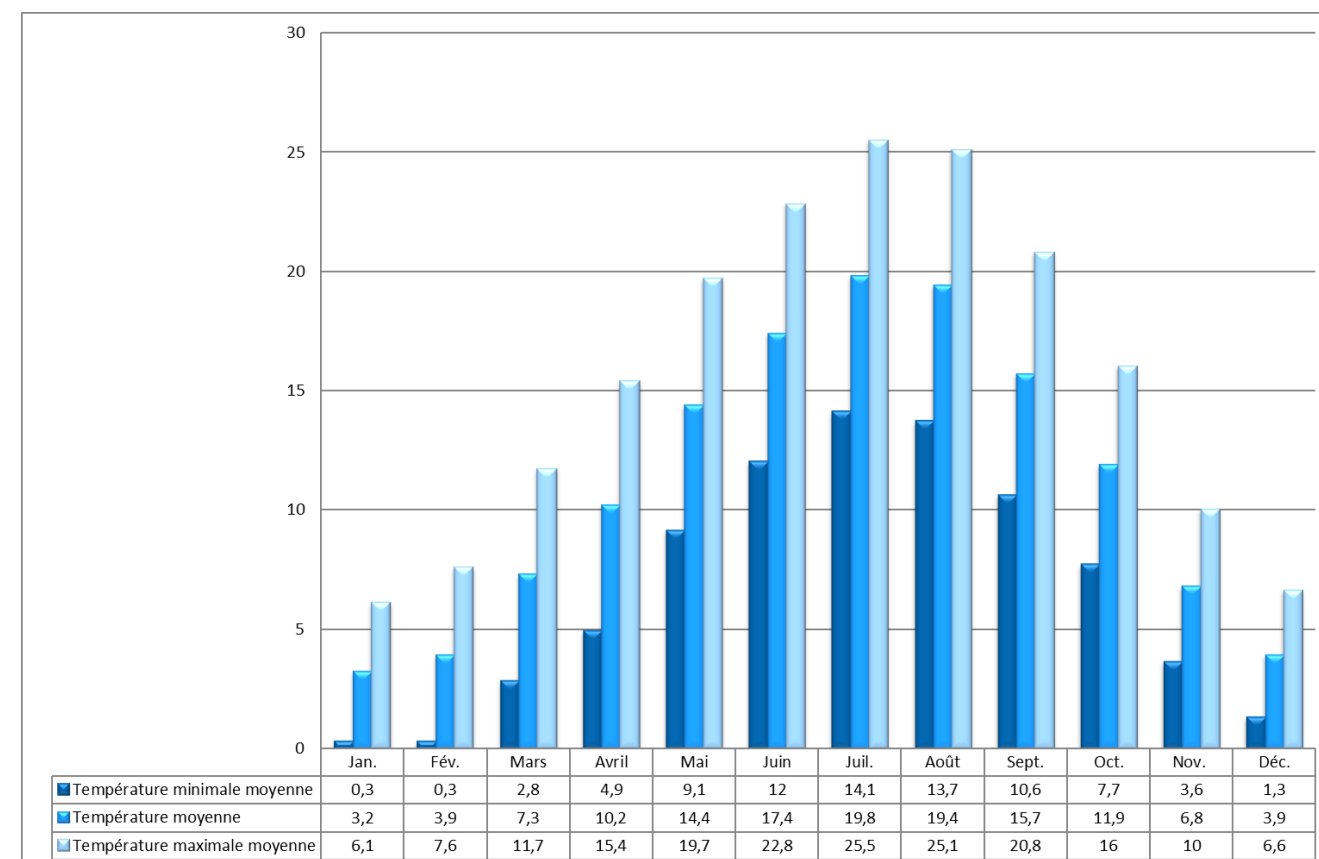


Figure 3 : Illustration des températures de 1981 à 2010 – Station de Saint-Dizier-Robinson (source : Infoclimat.fr, 2018)

Pluviométrie

Les précipitations sont réparties toute l'année, avec un pic au mois de décembre, les mois de février et d'avril étant les plus secs. Le total annuel des précipitations est relativement élevé avec 843,7 mm à la station Saint-Dizier-Robinson. Le nombre de jours de pluie est également relativement élevé, puisqu'il pleut environ un jour sur deux (176 jours de pluie par an)

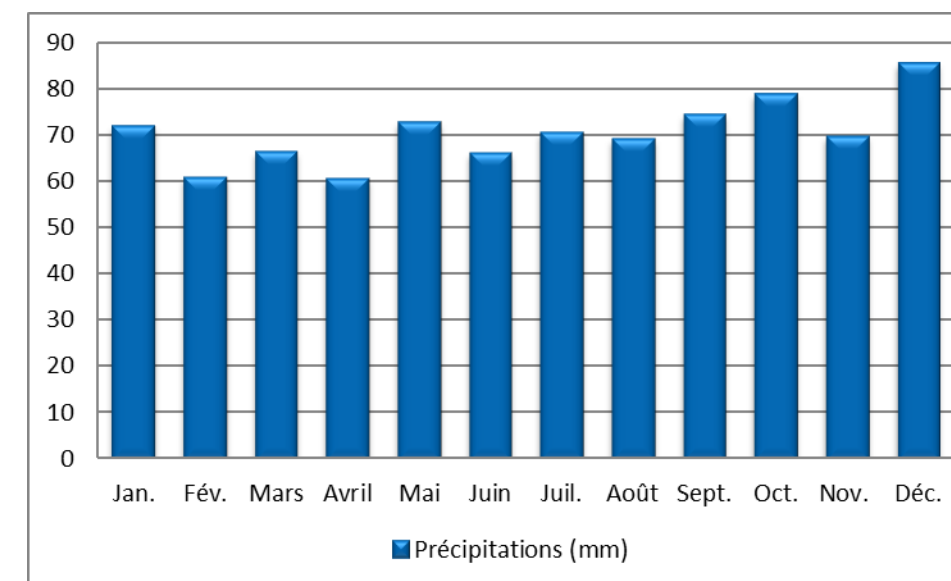


Figure 4 : Illustration des précipitations de 1981 à 2010 – Station de Saint-Dizier-Robinson (source : Infoclimat, 2018)

Neige, gel

La ville de Saint-Dizier compte 9 jours de neige par an contre 14 jours pour la moyenne nationale. Elle connaît également 70 jours de gel par an, ce qui est très supérieur à la moyenne nationale comprise entre 20 et 40 jours.

Les températures plus faibles du territoire par rapport au reste de la France entraînent une augmentation du nombre de jours de gel au niveau du site du projet.

Orage, grêle, brouillard, tempête

La ville de Saint-Dizier compte en moyenne 16 jours d'orage par an. Le climat est faiblement orageux avec une densité de foudroiement (1,8 impact de foudre par an et par km²) inférieure à la moyenne nationale (2 impacts de foudre par an et par km²). Elle connaît également en moyenne 53 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale.

Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Saint-Dizier connaît 24 jours par an de vent fort.

Bien que la densité de foudroiement soit plus faible qu'au niveau national, les éléments verticaux tels que les éoliennes peuvent favoriser la tombée de la foudre. De plus, le nombre de jours de gel est supérieur aux moyennes nationales. En conséquence, les choix techniques des éoliennes devront respecter les normes de sécurité, notamment en matière de protection contre la foudre ou les chutes et projections de blocs de glace.

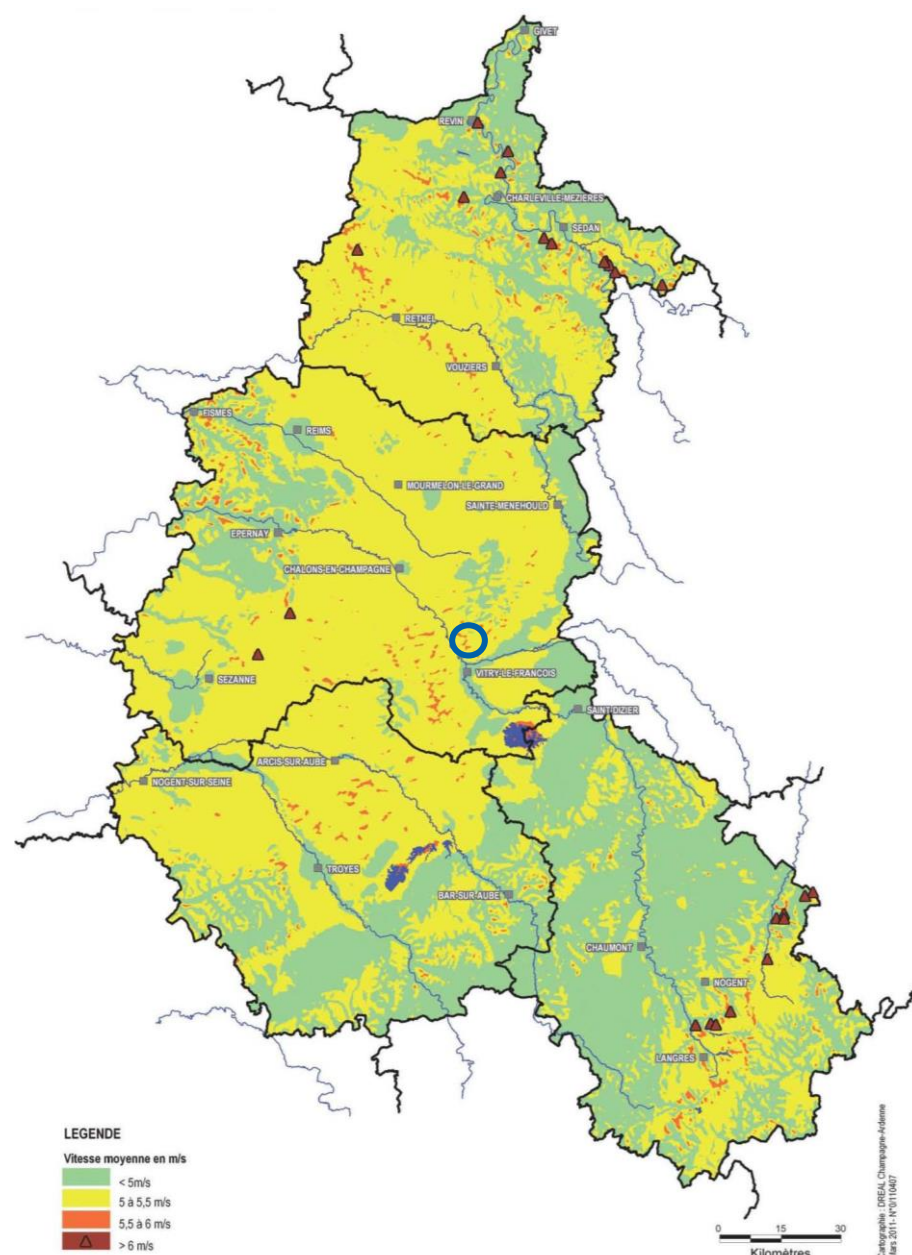
Ensoleillement

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement inférieur à la moyenne nationale : 1 727 h pour la station de Saint-Dizier contre 1 973 h pour la moyenne française.

Vent

Document de référence

D'après le Schéma Régional Eolien de l'ancienne région Champagne-Ardenne, le site du projet bénéficie de vents dont la vitesse est comprise entre 5,5 et 6 m/s à 50 m d'altitude.



Carte 9 : Vitesse des vents dans l'ancienne région Champagne-Ardenne – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

Campagne de mesures des vents

Un mât de mesures de vent de 80 mètres a été installé en février 2019, dans le but d'estimer plus précisément le gisement éolien à hauteur de moyeu. Il est idéalement situé sur site, et positionné de façon représentative des futures positions des éoliennes. La campagne de mesures est toujours en cours début 2020, et le mât est équipé de différents capteurs tels que ;

- Des anémomètres à différentes hauteurs pour mesurer la vitesse du vent ;
- Des girouettes pour mesurer la direction du vent ;
- Des capteurs pour mesurer la pression, l'humidité et la température.

Cette installation suit les recommandations de la norme internationale IEC 61400-12-1 relative à la mesure de vent sur site. L'anémomètre et la girouette de tête sont principalement utilisés pour caractériser la météorologie du site, à hauteur de mât. Les autres anémomètres le long du mât servent à calculer un profil vertical du vent, c'est-à-dire la variation des vitesses de vent en fonction des hauteurs. Les capteurs météorologiques permettent également de mesurer la densité de l'air en fonction des périodes de l'année ou de la journée. Toutes ces informations sont essentielles pour estimer de façon très précise le potentiel éolien pour chaque position de turbine et à la hauteur au-dessus du sol souhaitée.

Le but du mât est de mesurer le gisement éolien à une hauteur proche de celle du futur moyeu. Cette courte période de temps est ensuite analysée et corrélée aux données météorologiques régionales pour estimer un potentiel long-terme pour le projet. Le mât de mesures reste sur site généralement au moins un an dans le but d'obtenir les quatre saisons de l'année.

Climatologie sur site

La France bénéficie du deuxième potentiel éolien d'Europe, juste après celui du Royaume-Uni. Le gisement éolien est réparti de façon hétérogène sur l'ensemble du territoire, comme le montre la carte ci-dessous de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). Les zones où le gisement éolien est particulièrement intéressant sont situées à proximité des façades méditerranéenne, atlantique et de la Manche.

La météorologie dépend de deux facteurs principaux : la météo régionale, que l'on appelle méso-échelle, et les conditions météorologiques rencontrées localement, impactées par l'environnement et caractéristiques du site en question. Le site d'Aulnay l'Aître se trouve en zone 2 (voir image ci-dessus), montrant des niveaux de vent relativement bons à 50 m de hauteur.

Le potentiel sera tout naturellement plus élevé à la hauteur de moyeu des futures éoliennes.

La rose des vents sur site est homogène avec principalement un large secteur de vents de sud-ouest. Dans un deuxième temps le secteur du nord-est est également visible. Ces deux orientations sont typiques de cette région, et de nombreuses régions françaises en général.

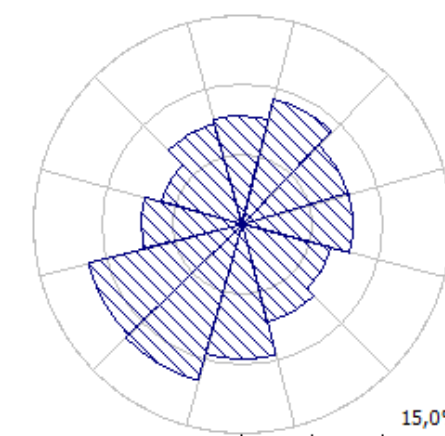


Figure 5 : Rose des vents (source : EUROCAPE, 2020)

- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un climat océanique dégradé.
- ⇒ La vitesse des vents observée au niveau du périmètre d'étude de dangers définit aujourd'hui ce dernier comme bien venté.

4 - 2b Risques naturels

L'information préventive sur les risques majeurs naturels et technologiques est essentielle, à la fois pour renseigner la population sur ces risques, mais aussi sur les mesures de sauvegarde mises en œuvre par les pouvoirs publics.

Le droit à cette information, institué en France par la loi du 22 juillet 1987 et inscrit à présent dans le Code de l'Environnement, a conduit à la rédaction dans le département de la Marne d'un Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) approuvé le 23 mars 2012.

⇒ *L'arrêté préfectoral de la Marne, en date du 12 janvier 2018, fixe la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs. Il indique que les territoires communaux d'Aulnay-l'Aître, d'Ablancourt, de Saint-Amand-sur-Fion et de Soulanges sont concernés par les risques naturels majeurs suivants.*

| Commune | Inondation | | | Mouvement de terrain | | | Feu de forêt | Séisme | Arrêtés de catastrophes naturelles (Nombre) |
|----------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------|-----------------------------|--------------|---|---|
| | Type (Débordement de cours d'eau, littoral, de plaine...) | PPRi (Approuvé ou Prescrit) | Autres plans (AZI, PAPI...) | Retrait gonflement des argiles | Cavités | PPRn (Approuvé ou Prescrit) | Sensibilité | Sensibilité 1 (très faible) à 5 (forte) | |
| Aulnay-l'Aître | - | - | - | Nul à Faible | 0 | - | - | 1 | 7 |
| Ablancourt | Débordement de cours d'eau | PPRi de Vitry-le-François | AZI de la Marne (secteur de Vitry) | Nul à Faible | 0 | - | - | 1 | 3 |
| Saint-Amand-sur-Fion | - | - | - | Nul à Faible | 0 | - | - | 1 | 4 |
| Soulanges | Débordement de cours d'eau | PPRi de Vitry-le-François | AZI de la Marne (secteur de Vitry) | Nul à Faible | 0 | - | - | 1 | 3 |

Légende :

Inondation : PPRi : Plan de Prévention des Risques d'inondation ; AZI : Atlas des Zones Inondables ; PAPI : Plan d'Action et de Prévention des Inondations ;

Mouvements de terrain : PPRn : Plan de Prévention des Risques naturels relatif aux mouvements de terrain ;

[Tableau 12](#) : Synthèse des risques naturels identifiés sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : DDRM 51, 2018)

Inondation

Définition

Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. On distingue trois types d'inondations :

- La montée lente des eaux par débordement d'un cours d'eau ou remontée de la nappe phréatique ;
- La formation rapide de crues torrentielles consécutives à des averses violentes ;
- Le ruissellement pluvial renforcé par l'imperméabilisation des sols et les pratiques culturales limitant l'infiltration des précipitations.

Dans le périmètre d'étude de dangers

Inondation par débordement de cours d'eau

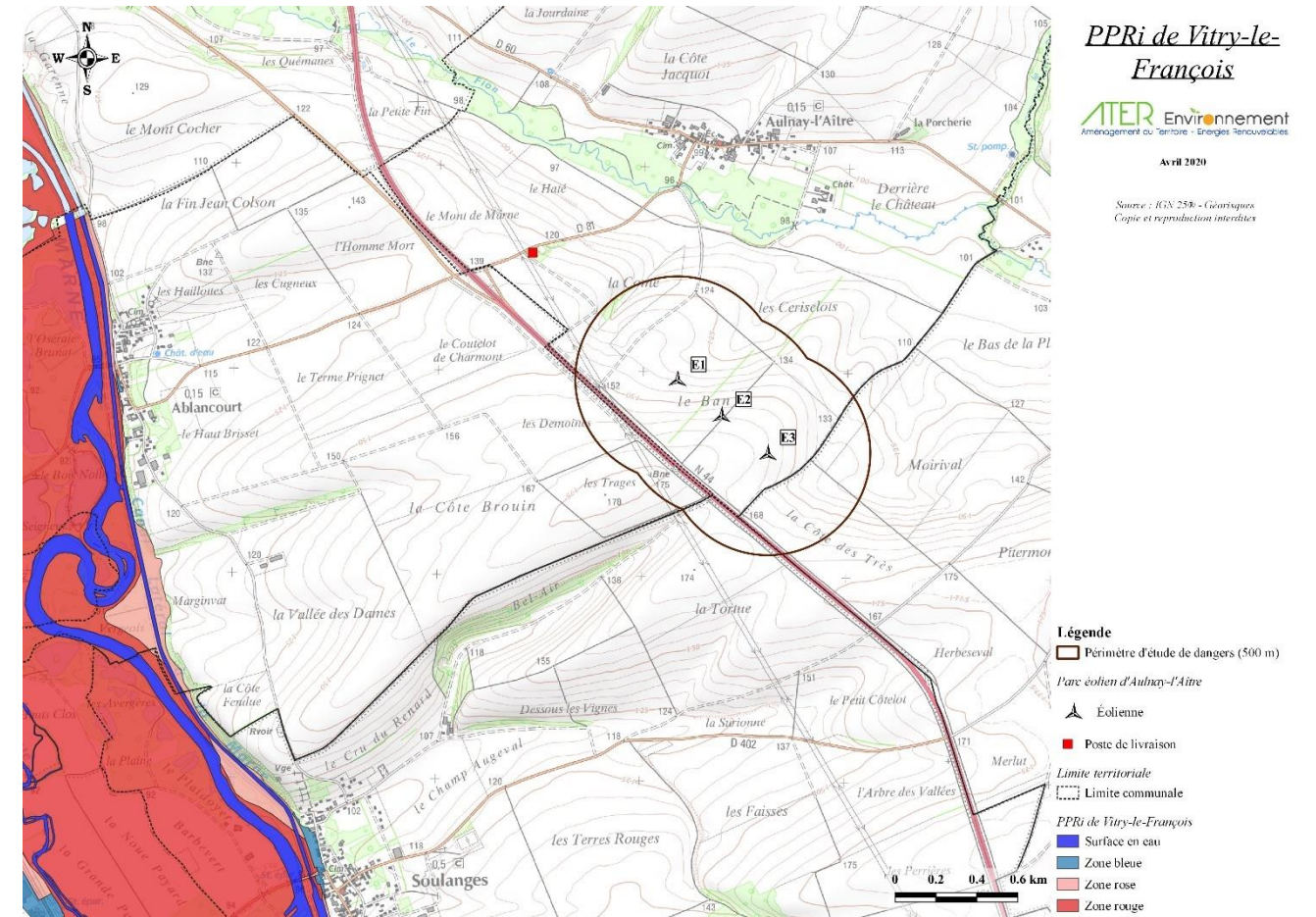
D'après le DDRM de la Marne, la commune d'accueil du projet et celle de Saint-Amand-sur-Fion ne sont pas concernées par le risque d'inondation par débordement de cours d'eau.

Le site Géorisques recense cependant la commune d'Aulnay-l'Aître comme étant soumise à l'Atlas des Zones Inondables de la Marne, au même titre que les communes d'Ablancourt et de Soulanges. Toutefois, d'après les données cartographiques, le périmètre d'étude de dangers est situé hors de tout zonage réglementaire.



Carte 10 : Inondation par débordement de cours d'eau – AZI de la Marne

Les communes d'Ablancourt et de Soulanges sont également soumises au PPRi de Vitry-le-François. Toutefois, le périmètre d'étude de dangers est situé hors de tout zonage réglementaire.



Carte 11 : Inondation par débordement de cours d'eau – PPRi de Vitry-le-François

Inondation par remontée de nappe

Le périmètre d'étude de dangers a une sensibilité allant de « très faible à inexistante » à « faible » au phénomène d'inondation par remontée de nappes.



Carte 12 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers au phénomène d'inondation par remontée de nappes

- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers n'est pas soumis au risque d'inondation par débordement de cours d'eau.
- ⇒ La sensibilité du périmètre d'étude de dangers au phénomène d'inondation par remontée de nappe va de « très faible à inexistante » à « faible ».

Mouvements de terrain

Définition

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol et/ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu peuvent aller de quelques mètres cubes à quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (plusieurs centaines de mètres par jour).

Dans le périmètre d'étude de dangers

Glissement de terrain

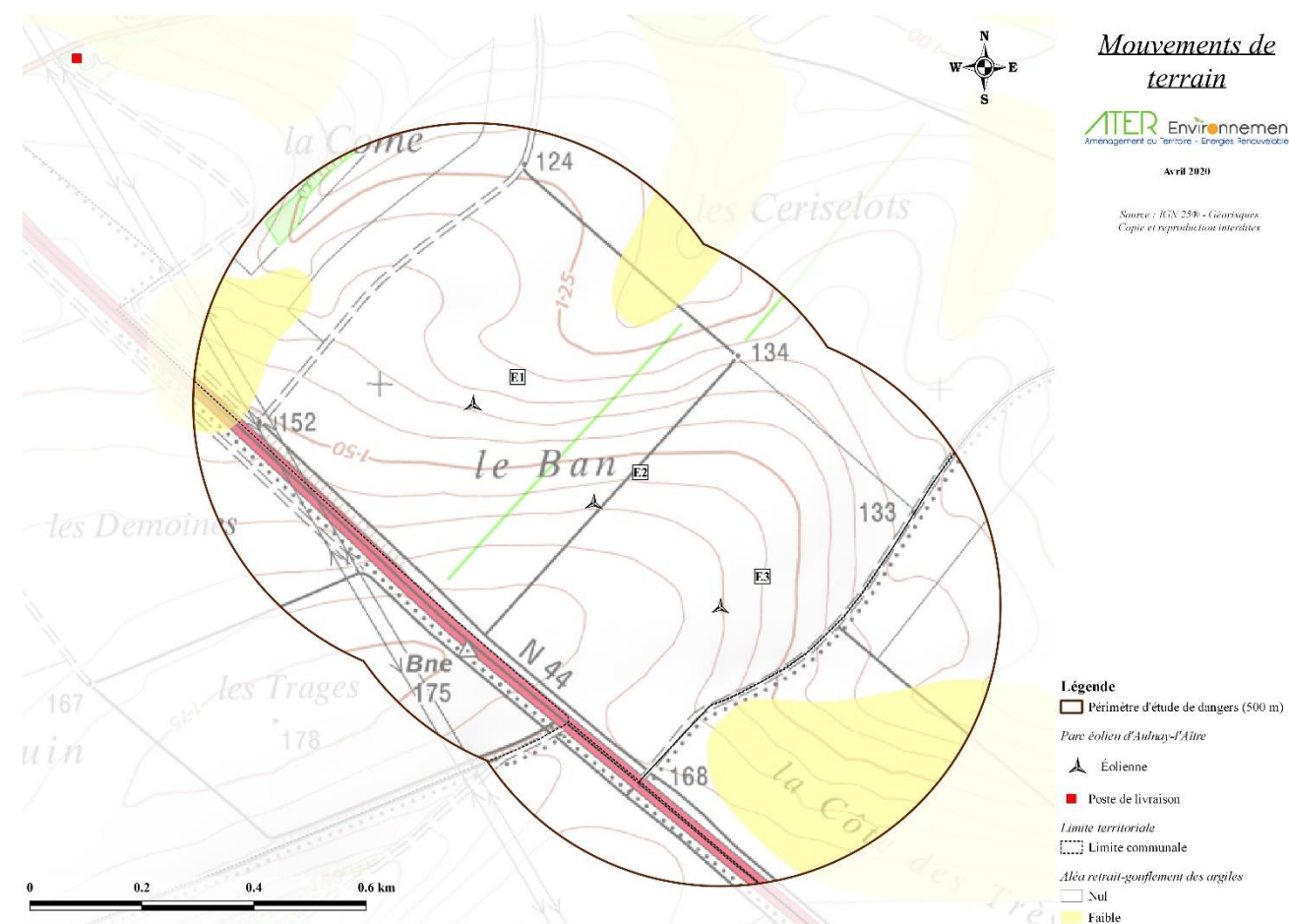
Les communes du périmètre d'étude de dangers ne sont pas concernées par le risque de glissement de terrain d'après le DDRM de la Marne.

Cavités

Aucune cavité n'est recensée dans le périmètre d'étude de dangers et plus largement sur les communes d'étude.

Aléa retrait et gonflement des argiles

L'aléa lié au retrait-gonflement des argiles varie de « nul » à « faible » au niveau du périmètre d'étude de dangers. Au niveau des éoliennes, cet aléa est nul.



Carte 13 : Mouvements de terrain

- ⇒ Aucune cavité n'est recensée au niveau du périmètre d'étude de dangers et les communes étudiées ne sont pas concernées par le risque de glissement de terrain.
- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un aléa « nul » à « faible » pour le retrait et le gonflement des argiles. Ce point sera confirmé ou infirmé par la réalisation de sondages préalablement à la phase de travaux.

Tempête

Définition

L'atmosphère terrestre est un mélange de gaz et de vapeur d'eau, répartis en couches concentriques autour de la Terre. Trois paramètres principaux caractérisent l'état de l'atmosphère :

- **La pression** : les zones de basses pressions sont appelées **dépressions** et celles où les pressions sont élevées, **anticyclones** ;
- **La température** ;
- **Le taux d'humidité**.

Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, où se confrontent deux masses d'air aux caractéristiques bien distinctes (température – humidité). Cette confrontation engendre un gradient de pression très élevé, à l'origine de vents violents et/ou de précipitations intenses. On parle de tempêtes pour des vents moyens supérieurs à 89 km/h (degré 10 de l'échelle de Beaufort, qui en comporte 12). Les tempêtes d'hiver sont fréquentes en Europe, car les océans sont encore chauds et l'air polaire déjà froid. Venant de l'Atlantique, elles traversent généralement la France en trois jours, du Sud-Ouest au Nord-Est, leur vitesse de déplacement étant de l'ordre de 50 km/h.

Dans le département de la Marne

En France, ce sont en moyenne chaque année quinze tempêtes qui affectent les côtes, dont une à deux peuvent être qualifiées de " fortes " selon les critères utilisés par Météo France. Bien que le risque tempête intéresse plus spécialement le quart Nord-Ouest du territoire métropolitain et la façade atlantique dans sa totalité, les tempêtes survenues en décembre 1999 ont souligné qu'aucune partie du territoire n'est à l'abri du phénomène.

Selon le DDRM de la Marne, six grandes tempêtes ont touché le département à divers degrés depuis 1990 : le 3 février 1990, le 28 février 1990, le 26 décembre 1999, le 17 décembre 2004, le 8 décembre 2006 et le 28 février 2010. Par ailleurs, d'autres phénomènes météorologiques engendrant des vents forts ont été recensés dans le département. Il s'agit de rafales accompagnant les orages et de tornades. Ainsi, la station anémométrique sur l'aérodrome de Châlons-Vatry a mesuré 121 km/h lors d'un orage le 12 juillet 2010. Plus récemment, une rafale de 102 km/h a été enregistrée à Chouilly le 12 juillet 2011. Depuis l'an 2000, plusieurs tornades ont été observées dans le département de la Marne : Mourmelon-le-Grand en 2000, Pargny-sur-Saulx en 2008, Hermonville en 2011 et Gueux en 2014.

⇒ **Le risque de tempête est modéré dans le département de la Marne.**

Feux de forêt

Définition

Les feux de forêts sont des incendies qui se déclarent et se propagent sur une surface d'au moins un demi-hectare de forêt, de lande, de maquis, ou de garrigue. Pour se déclencher et progresser, le feu a besoin des trois conditions suivantes :

- **Une source de chaleur** (flamme, étincelle) : très souvent l'homme est à l'origine des feux de forêts par imprudence (travaux agricoles et forestiers, cigarettes, barbecue, dépôts d'ordures...), accident ou malveillance ;
- **Un apport d'oxygène** : le vent active la combustion ;
- **Un combustible** (végétation) : le risque de feu est lié à différents paramètres : sécheresse, état d'entretien de la forêt, composition des différentes strates de végétation, essences forestières constituant les peuplements, relief, etc.

Dans le département de la Marne

Le DDRM de la Marne n'identifie pas de risque concernant les incendies de forêt. Il peut donc être considéré comme très faible au niveau du périmètre d'étude de dangers, d'autant plus que celui-ci se situe essentiellement au niveau de terrains agricoles utilisés pour de la grande culture céréalière.

⇒ **Le risque de feux de forêt est très faible.**

Projet éolien d'Aulnay-l'Aître (51)

Dossier de demande d'Autorisation Environnementale

Risque sismique

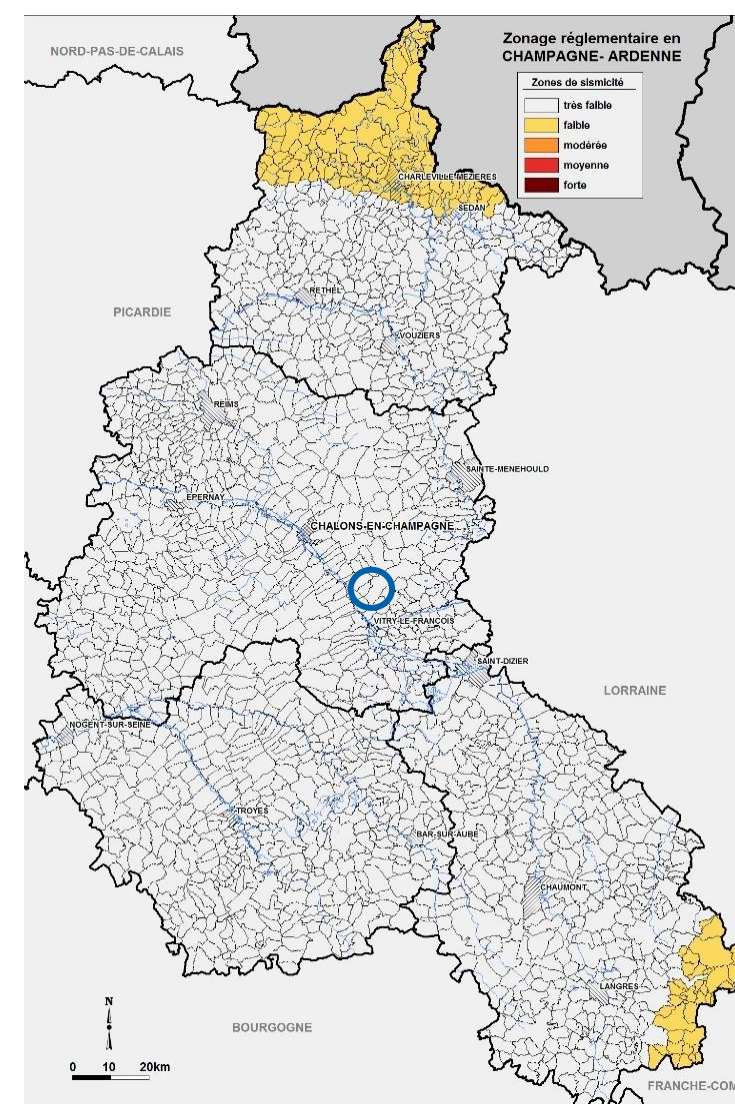
Définition

Un séisme est une fracturation brutale des roches en profondeur, créant des failles dans le sol et parfois en surface, et se traduisant par des vibrations du sol transmises aux bâtiments. Les dégâts observés sont fonction de l'amplitude, de la durée et de la fréquence des vibrations.

Le séisme est le risque naturel majeur qui cause le plus de dégâts. Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (source : planseisme.fr).

Dans le périmètre d'étude de dangers

L'actuel zonage sismique classe les communes du périmètre d'étude de dangers en zone de sismicité 1 (très faible). Ce secteur ne présente pas de prescriptions parasismiques particulières pour les bâtiments à risque normal.



Carte 14 : Zonage sismique de l'ancienne région Champagne-Ardenne – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : planseisme.fr, 2015)

⇒ **Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque sismique très faible.**

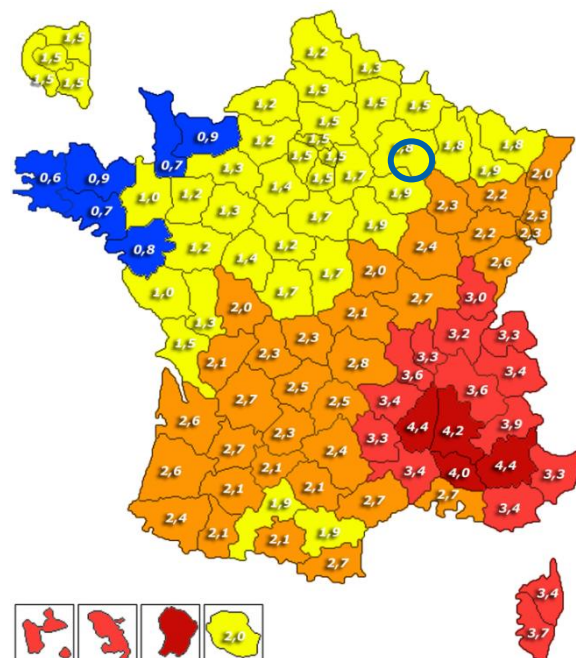
Foudre

Définition

Pour définir l'activité orageuse d'un secteur, il est fait référence à la densité de foudroiement, qui correspond au nombre d'impacts de foudre par an et par km² dans une région.

Dans le département de la Marne

Le climat global du département est moyennement orageux : la densité de foudroiement est de 1,8 impact de foudre par an et par km², légèrement inférieure à la moyenne nationale de 2,0 impacts de foudre par an et par km².



Carte 15 : Densité de foudroiement – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : Météo Paris, 2018)

⇒ Le risque de foudre est faible, légèrement inférieur à la moyenne nationale.

Grand Froid

Définition

On entend par risque grand froid, le risque de gelures et/ou de décès par l'hypothermie des personnes durablement exposées à de basses ou très basses températures. Les périodes de grand ou très grand froid sont directement liées aux conditions météorologiques et correspondent souvent à des conditions stables anticycloniques sous un flux de masse d'air provenant du Nord-Est (air froid et sec).

Dans le département de la Marne

Ce risque est présent sur toutes les communes du département de la Marne.

⇒ Le risque de grand froid est modéré pour le périmètre d'étude de dangers, au même titre que l'ensemble du département de la Marne.

Canicule

Définition

Ce risque est défini par l'Organisation Météorologique Mondiale comme étant « un réchauffement important de l'air, ou une invasion d'air très chaud sur un vaste territoire, généralement de quelques jours à quelques semaines ». Cela correspond à une température qui ne descend pas la nuit, en dessous de 18°C pour le Nord de la France et 20°C pour le Sud, et atteint ou dépasse le jour, 30°C pour le Nord et 35°C pour le Sud. Ce risque est d'autant plus marqué que le phénomène dure plusieurs jours, et a fortiori plusieurs semaines, la chaleur s'accumulant plus vite qu'elle ne s'évacue par convection ou rayonnement.

Dans le département de la Marne

Ce risque est présent sur toutes les communes du département de la Marne.

⇒ Le risque de canicule est modéré pour le périmètre d'étude de dangers, au même titre que l'ensemble du département de la Marne.

4 - 3 Environnement matériel

4 - 3a Voies de communication

Les seules voies de communication présentes dans le périmètre d'étude de dangers sont des infrastructures routières, aucune voie navigable ou ferroviaire n'étant présente.

Infrastructures aéronautiques

Aviation civile

Dans son courrier du 24 mai 2019, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) précise que le projet n'est affecté d'aucune servitude ou contrainte aéronautique rédhibitoire liée à la proximité immédiate d'un aéroport civil, à la circulation aérienne ou à la protection d'appareils de radionavigation.

Armée

L'armée de l'air a été consultée le 6 décembre 2018, aucune réponse n'a été reçue à ce jour. En fonction de la réponse de l'armée, les prescriptions seront intégrées dans le cadre du projet. A noter toutefois que, lors du pôle éolien du 26 septembre 2019, un plafond aéronautique à 354 m NGF a été mentionné. Toutes les éoliennes du projet respectent ce plafond.

Remarque : Le plafond aéronautique recouvrant la totalité du périmètre d'étude de dangers, celui-ci n'a pas été représenté sur les cartes ci-après pour des raisons de lisibilité. Celui-ci reste toutefois bien pris en compte dans le cadre de cette étude.

⇒ **Un plafond aéronautique à 354 m NGF est recensé au niveau du parc éolien d'Aulnay-l'Aître.**

Infrastructures routières

La gestion du domaine routier est confiée au Conseil Départemental de la Marne.

Infrastructures routières présentes dans le périmètre d'étude de dangers

Le périmètre d'étude de dangers recoupe des portions des infrastructures routières suivantes :

- La route nationale (RN) 44 ;
- Plusieurs chemins ruraux, notés Cr sur la carte des enjeux matériels.

Remarque : Les chemins ruraux n'ont pas forcément de toponyme propre. Ainsi ils sont identifiés par une numérotation arbitraire sur les cartes suivantes, pour les besoins des calculs de l'étude de dangers. Les infrastructures présentées ont été recensées en se basant sur l'IGN 25, le cadastre des communes étudiées et l'orthophotographie.

Ci-dessous sont présentées les distances des éoliennes par rapport aux différentes voies de communication recensées dans le périmètre d'étude de dangers, dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne.

| Numéro de l'éolienne | RN 44 | Chemins ruraux | | |
|----------------------|-------|--|--|--|
| | | 285 m Cr n°1 270 m Cr n°2 | 373 m Cr n°3 355 m Cr n°4 | 360 m Cr n°5 |
| E1 | 300 m | | | |
| E2 | 320 m | 307 m Cr n°1 363 m Cr n°3 370 m Cr n°4 | 433 m Cr n°5 415 m Cr n°6 424 m Cr n°7 | 18 m Cr n°8 420 m Cr n°9 485 m Cr n°10 |
| | | 311 m Cr n°1 355 m Cr n°3 369 m Cr n°4 | 382 m Cr n°6 377 m Cr n°7 275 m Cr n°8 | 153 m Cr n°9 209 m Cr n°10 |

Légende : - : Distance supérieure à 500 m

Tableau 13 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières, dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne

Définition du trafic

D'après les données de la région Grand Est, le trafic de la route nationale 44 est estimé à 26 248 véhicules par jour en 2017 au niveau de Châlons-en-Champagne.

Remarque : En raison de leur taille moins importante, les chemins ruraux n'ont pas fait l'objet de comptages routiers. Toutefois, d'après la connaissance du terrain, le trafic est estimé largement inférieur aux routes départementales environnantes, soit bien deçà de 2 000 véhicules/jour. Ces infrastructures sont donc non structurantes.

Eloignement des voiries

En dehors des espaces urbanisés, l'article L.116 du code de l'urbanisme crée une servitude de reculement pour les autoroutes, les routes express, les déviations au sens du code de la voirie routière et les routes classées à grande circulation :

- « De 100 m de part et d'autre de l'axe des autoroutes, des routes express et des déviations au sens du code de la voirie routière ;
- Une bande de 75 m de part et d'autre de l'axe des autres routes classées à grande circulation ».

Aucune préconisation particulière d'éloignement aux voiries n'est formulée pour les chemins ruraux.

⇒ **Une route nationale et plusieurs chemins ruraux intègrent le périmètre d'étude de dangers.**

⇒ **Avec un trafic très largement supérieur à 2 000 véhicules/jour, la RN 44 représente une voie structurante. Les autres infrastructures recensées sont non structurantes.**

⇒ **Conformément aux préconisations du code de l'urbanisme, les éoliennes ont été éloignées de plus de 75 m de la RN 44.**

Chemins de Randonnée

⇒ **Aucun chemin de randonnée n'intègre le périmètre d'étude de dangers.**

4 - 3b Réseaux publics et privés

Risque de Transport de Matières Dangereuses (TMD) et canalisation de gaz

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

Les communes d'Aulnay-l'Aître, d'Ablancourt, de Saint-Amand-sur-Fion et de Soulanges sont concernées par le risque TMD en raison du passage de la RN 44 sur leur territoire.

⇒ *Le périmètre d'étude de dangers est concerné par un risque lié au transport de matières dangereuses en raison de la présence de la RN 44.*

Faisceau hertzien

Un faisceau appartenant au SGAMI intègre le périmètre d'étude de dangers en passant au plus près à 200 m de l'éolienne E1. Aucune gêne n'est toutefois attendue sur le fonctionnement du faisceau et le SGAMI donne un avis favorable au projet (source : courrier du 1^{er} avril 2020).

⇒ *Un faisceau hertzien appartenant au SGAMI traverse le périmètre d'étude de dangers.*

Infrastructures électriques

Dans son courrier du 17 décembre 2018, le gestionnaire RTE précise qu'il exploite les lignes 63 kV la Chaussée-Basin n°1 et La Chaussée-Marolles-Basin n°1, situées au plus près à 330 m au Sud-Ouest de l'éolienne E1.

Afin de préserver l'intégrité de ces lignes, le gestionnaire préconise le respect d'une distance de sécurité équivalent à minima à la hauteur de l'éolienne, pale comprise, et au respect d'une distance de garde de 3 m, soit 168 m dans le cas du projet d'Aulnay-l'Aître. Cette distance est donc respectée.

⇒ *Deux lignes électriques haute tension traversent le périmètre d'étude de dangers. Les éoliennes du projet du parc d'Aulnay-l'Aître respectent les préconisations qui leur sont associées.*

Captage d'alimentation en eau potable

⇒ *Aucun captage ou périmètre de protection de captage n'intègre le périmètre d'étude de dangers.*

Radar Météo France

Le projet de parc éolien d'Aulnay-l'Aître est situé au-delà de la distance minimale d'éloignement fixée par l'arrêté du 26 août 2018 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie éolienne.

⇒ *Aucune contrainte réglementaire spécifique ne pèse sur le projet éolien d'Aulnay-l'Aître au regard des radars météorologiques.*

4 - 3c Patrimoine historique et culturel

Monument historique

Aucun monument historique et aucun périmètre de protection réglementaire d'un monument historique ne recoupe le périmètre d'étude de dangers.

Le monument le plus proche est l'église classée de Saint-Amand-sur-Fion, située à 3,2 km à l'Est de l'éolienne E3.

⇒ *Aucun monument historique ou périmètre de protection réglementaire associé ne recoupe le périmètre d'étude de dangers.*

Archéologie

Conformément aux dispositions du Code du Patrimoine, notamment son livre V, le service Régional de l'Archéologie pourra être amené à prescrire, lors de l'instruction du dossier, une opération de diagnostic archéologique visant à détecter tout élément du patrimoine archéologique qui se trouverait dans l'emprise des travaux projetés.

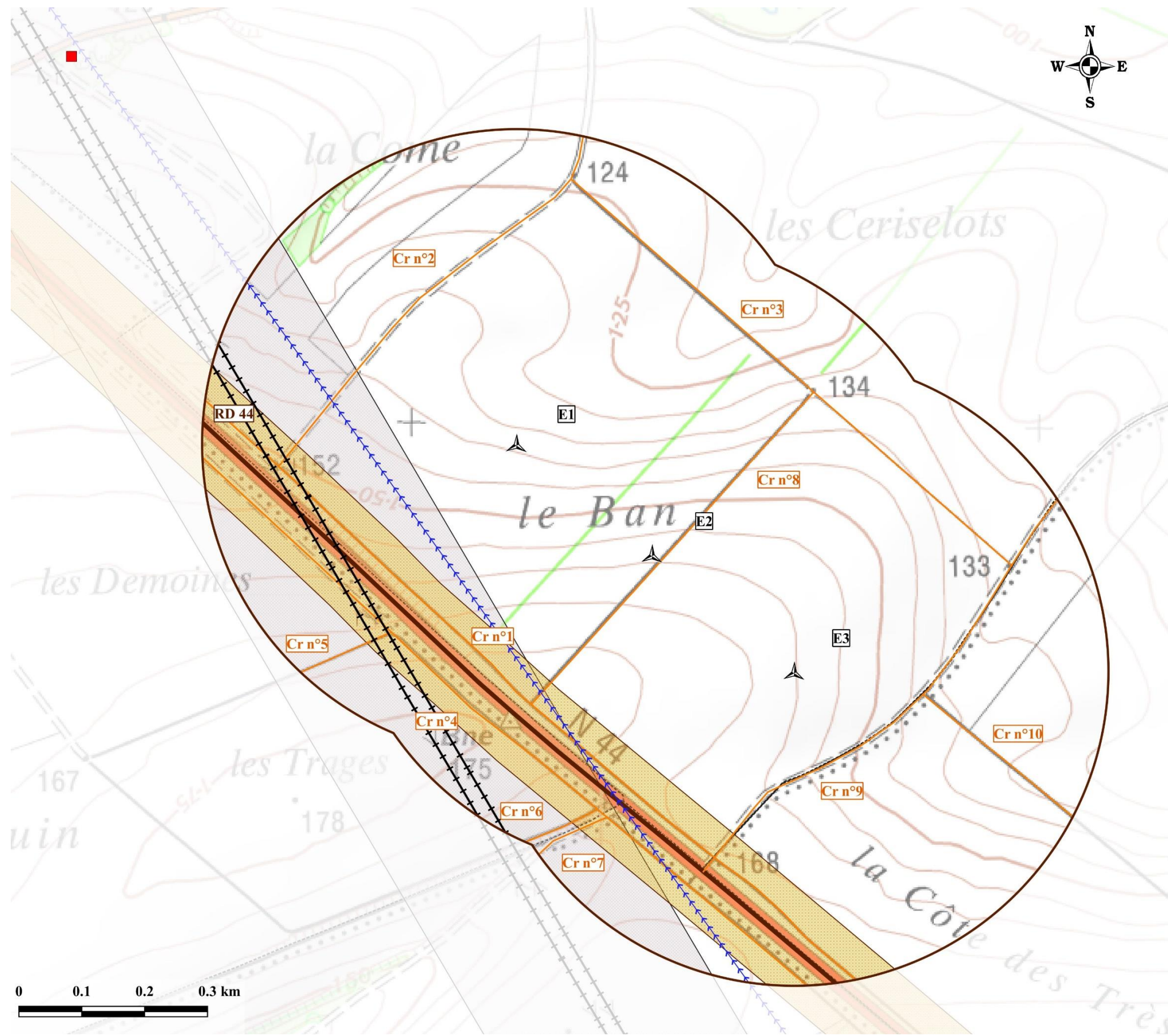
⇒ *Le projet éolien d'Aulnay-l'Aître respectera les dispositions du Code du Patrimoine.*

Enjeux matériels



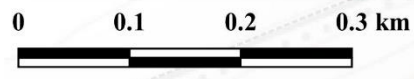
Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



Légende

- ▭ Périmètre d'étude de dangers (500 m)
- Parc éolien d'Aulnay-l'Aître
 - ▲ Éolienne
- Poste de livraison
- Limite territoriale
 - ▭ Limite communale
- Servitude radioélectrique
 - ↔ SGAMI
- Infrastructures routières
 - Chemin rural
 - Route nationale
- Périmètre de protection de 75 m
- Servitude électrique
 - Ligne électrique aérienne
- ▭ Périmètre de protection de 168 m



Carte 16 : Enjeux matériels

4 - 4 Cartographie de synthèse

En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans le périmètre d'étude de dangers. Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, d'effondrement, de projection de glace et de pale) correspondent aux différents scénarios de risques développés dans le chapitre 8.

4 - 4a Définitions des périmètres d'étude

Selon les risques encourus, différents périmètres d'étude (ou zone d'effet) ont été identifiés :

- **Zone de surplomb (0 – 66 m)** : elle correspond à la zone de risque de chute d'éléments provenant de la machine ou de chute de glace, par action de la gravité. Le rayon de rotor de 66 m est donc retenu comme rayon de cette zone autour de chaque éolienne.

La surface au sol potentiellement impactée par une chute d'éléments est maximisée en considérant la chute d'une pale entière. Elle est donc définie par la formule :

$$\text{Rayon rotor} \times \text{diamètre base pale} / 2$$

La surface au sol potentiellement impactée par une chute d'éléments est de 148,6 m² dans le cas présent.

- **Zone d'effondrement (0 – 165 m)** : aussi appelée zone de ruine de machine, elle correspond à la zone où l'éolienne peut tomber au sol, soit une zone de rayon correspondant à la hauteur totale de l'éolienne.

La surface au sol potentiellement impactée par l'effondrement de la machine est définie par la formule suivante :

$$(\text{Hauteur moyeu} \times \text{diamètre base mât}) + (3 \times \text{rayon rotor} \times \text{diamètre base pale} / 2)$$

La surface d'impact de l'effondrement est donc de 1 124,5 m².

- **Zone de projection de glace (0 – 343,5 m)** : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de la machine et pendant son fonctionnement. Ce périmètre est défini selon la formule suivante :

$$1,5 \times (\text{hauteur au moyeu} + \text{diamètre du rotor})$$

Le rayon de projection de glace est donc de 343,5 m.

- **Zone de projection de pale (0 – 500 m)** : elle correspond à la zone où des morceaux de pale, dans le cas d'une fracture de cette dernière, peuvent être projetés. Cette zone a été définie par le SER/FEE/INERIS dans sa trame type (2012) comme étant limitée à **500 m du mât de la machine**.

4 - 4b Les enjeux humains

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Terrains non bâtis – terrains non aménagés très peu fréquentés

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 100 ha, afin de calculer le nombre d'individus présents sur ces terrains.

Pour chaque éolienne, la superficie de ces terrains non bâtis a été calculée à partir de la formule suivante :

$$Z_E = \pi \times R^2$$

Remarque : Z_E correspond à la zone d'effet du risque identifié (voir paragraphe 8.2).

| | Zone de surplomb | Zone d'effondrement | Zone de projection de glace | Intégralité du périmètre |
|---------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Rayon (m) | 66 | 165 | 343,5 | 500 |
| Superficie (ha) | 1,37 | 8,55 | 37,07 | 78,54 |
| Nombre d'individus | 0,02 personne | 0,09 personne | 0,38 personne | 0,79 personne |

Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés

Infrastructures routières non structurantes – terrains aménagés peu fréquentés

Selon le guide de l'INERIS, sont considérés comme terrains aménagés mais peu fréquentés, les voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules par jour). Pour rappel, les terrains non aménagés et très peu fréquentés correspondent aux terrains non bâtis à savoir les champs, prairies, forêts, friches, marais, etc.

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage, etc.) la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 10 ha, afin de calculer le nombre d'individus présent sur ces terrains.

Le tableau suivant comptabilise le nombre de personnes impactées par éolienne par zone d'effet des risques identifiés. Pour les calculs de surface impactée, on considère une largeur d'infrastructure de 5 m pour les chemins ruraux.

| Nom de la voie de circulation | Périmètre concerné | Longueur de l'infrastructure (mètres) | Surface en ha | Nombre d'individus exposés |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------|----------------------------|
| | | | | 1 personne / 10 ha |
| Eolienne E1 | | | | |
| Cr n°1 | Zone de projection de glace | 394 | 0,20 | 0,02 |
| | Zone de projection de pale | 823 | 0,41 | 0,05 |
| Cr n°2 | Zone de projection de glace | 482 | 0,24 | 0,03 |
| | Zone de projection de pale | 727 | 0,36 | 0,04 |
| Cr n°3 | Zone de projection de pale | 543 | 0,27 | 0,03 |
| Cr n°4 | Zone de projection de pale | 717 | 0,36 | 0,04 |
| Cr n°5 | Zone de projection de pale | 159 | 0,08 | 0,01 |
| Cr n°8 | Zone de projection de glace | 349 | 0,17 | 0,02 |
| | Zone de projection de pale | 670 | 0,34 | 0,04 |

| Eolienne E2 | | | | |
|-------------|-----------------------------|-----|------|------|
| Cr n°1 | Zone de projection de glace | 333 | 0,17 | 0,02 |
| | Zone de projection de pale | 808 | 0,40 | 0,05 |
| Cr n°3 | Zone de projection de pale | 686 | 0,34 | 0,04 |
| Cr n°4 | Zone de projection de pale | 690 | 0,35 | 0,04 |
| Cr n°5 | Zone de projection de pale | 68 | 0,03 | 0,01 |
| Cr n°6 | Zone de projection de pale | 122 | 0,06 | 0,01 |
| Cr n°7 | Zone de projection de pale | 112 | 0,06 | 0,01 |
| Cr n°8 | Zone de surplomb | 127 | 0,06 | 0,01 |
| | Zone d'effondrement | 328 | 0,16 | 0,02 |
| | Zone de projection de glace | 649 | 0,32 | 0,04 |
| | Zone de projection de pale | 670 | 0,34 | 0,04 |
| Cr n°9 | Zone de projection de pale | 490 | 0,25 | 0,03 |
| Cr n°10 | Zone de projection de pale | 15 | 0,01 | 0,01 |
| Eolienne E3 | | | | |
| Cr n°1 | Zone de projection de glace | 310 | 0,16 | 0,02 |
| | Zone de projection de pale | 792 | 0,40 | 0,04 |
| Cr n°3 | Zone de projection de pale | 500 | 0,25 | 0,03 |
| Cr n°4 | Zone de projection de pale | 668 | 0,33 | 0,04 |
| Cr n°6 | Zone de projection de pale | 119 | 0,06 | 0,01 |
| Cr n°7 | Zone de projection de pale | 126 | 0,06 | 0,01 |
| Cr n°8 | Zone de projection de glace | 414 | 0,21 | 0,03 |
| | Zone de projection de pale | 670 | 0,34 | 0,04 |
| Cr n°9 | Zone d'effondrement | 124 | 0,06 | 0,01 |
| | Zone de projection de glace | 650 | 0,33 | 0,04 |
| | Zone de projection de pale | 830 | 0,42 | 0,05 |
| Cr n°10 | Zone de projection de glace | 146 | 0,07 | 0,01 |
| | Zone de projection de pale | 307 | 0,15 | 0,02 |

Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés

Infrastructures routières structurantes

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, « Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installation [...] ».

L'inventaire des voies de communications présentes au sein du périmètre d'étude de dangers est présenté dans la partie 3.3 de la présente étude de dangers. **La RN 44 constitue une infrastructure routière structurante (> 2 000 véhicules/jour). En 2017, 26 248 véhicules par jour ont été dénombrés.**

Dans le guide technique de l'INERIS, utilisé pour la rédaction de la présente étude de dangers, il est indiqué que dans le cadre des voies de circulation automobiles structurantes « l'on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules / jour ».

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur un linéaire de 500 m : $0,4 \times 0,5 \times 20\,000/100 = 40$ personnes.

| Eolienne | Périmètre concerné | Longueur de l'infrastructure (mètres) | Nombre d'individus exposés |
|----------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| E1 | Zone de projection de glace | 263 | 27,6 personnes |
| | Zone de projection de pale | 778 | 81,7 personnes |
| E2 | Zone de projection de glace | 157 | 16,5 personnes |
| | Zone de projection de pale | 765 | 80,3 personnes |
| E3 | Zone de projection de glace | 141 | 14,8 personnes |
| | Zone de projection de pale | 738 | 77,5 personnes |

Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux voies de circulation structurantes

Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est intégré dans le périmètre d'étude de dangers.

Synthèse des risques

Ci-dessous se trouve le tableau récapitulatif des différents enjeux humains totaux, cumulant les enjeux humains relatifs aux terrains non aménagés et aménagés et à la RN 44 par périmètre d'étude (ou zone d'effet) et par éolienne.

| Eolienne | Ensemble homogène | Superficie exposée (ha ou km) | Règle de calcul | Enjeux humains | Enjeux humains totaux |
|------------------------------------|--|-------------------------------|---|----------------|-----------------------|
| Zone de surplomb | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 1,37 | 1 pers / 100 ha | 0,02 | 0,02 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,00 | 1 pers / 10 ha | 0,00 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 1,30 | 1 pers / 100 ha | 0,02 | 0,03 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,06 | 1 pers / 10 ha | 0,01 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 1,37 | 1 pers / 100 ha | 0,02 | 0,02 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,00 | 1 pers / 10 ha | 0,00 | |
| Zone d'effondrement | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 8,55 | 1 pers / 100 ha | 0,09 | 0,09 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,00 | 1 pers / 10 ha | 0,00 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 8,39 | 1 pers / 100 ha | 0,09 | 0,11 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,16 | 1 pers / 10 ha | 0,02 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 8,49 | 1 pers / 100 ha | 0,09 | 0,10 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,06 | 1 pers / 10 ha | 0,01 | |
| Zone de projection de glace | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 35,80 | 1 pers / 100 ha | 0,36 | 28,03 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,61 | 1 pers / 10 ha | 0,07 | |
| | RN 44 | 0,66 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 27,6 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 36,18 | 1 pers / 100 ha | 0,37 | 16,92 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,49 | 1 pers / 10 ha | 0,05 | |
| | RN 44 | 0,39 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 16,5 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 35,96 | 1 pers / 100 ha | 0,36 | 15,24 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 0,76 | 1 pers / 10 ha | 0,08 | |
| | RN 44 | 0,35 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 14,8 | |

| Eolienne | Ensemble homogène | Superficie exposée (ha ou km) | Règle de calcul | Enjeux humains | Enjeux humains totaux |
|-----------------------------------|--|-------------------------------|---|----------------|-----------------------|
| Zone de projection de pale | | | | | |
| E1 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 74,78 | 1 pers / 100 ha | 0,75 | 82,64 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 1,82 | 1 pers / 10 ha | 0,19 | |
| | RN 44 | 1,95 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 81,7 | |
| E2 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 74,80 | 1 pers / 100 ha | 0,75 | 81,24 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 1,83 | 1 pers / 10 ha | 0,19 | |
| | RN 44 | 1,91 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 80,3 | |
| E3 | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | 74,69 | 1 pers / 100 ha | 0,75 | 78,46 |
| | Terrains aménagés mais peu fréquentés | 2,01 | 1 pers / 10 ha | 0,21 | |
| | RN 44 | 1,85 | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | 77,5 | |

Tableau 17 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale

4 - 4c Les enjeux matériels

Outre l'installation en elle-même, les principaux enjeux matériels sont :

- Les infrastructures routières non structurantes ;
- La RN 44 ;
- Les deux lignes électriques haute tension ;
- Le faisceau hertzien appartenant au SGAMI.

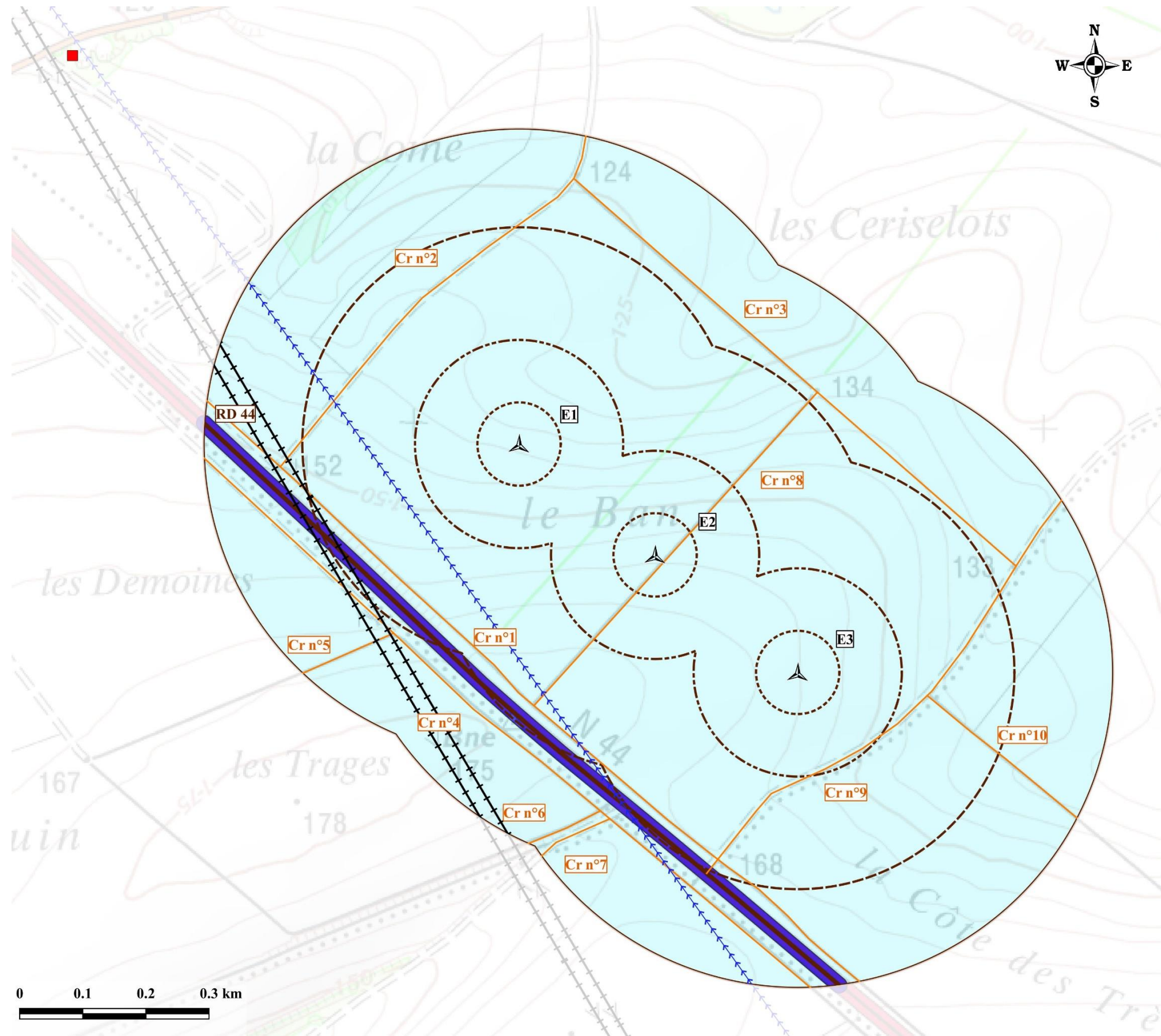
Remarque : Afin de faciliter la lecture de la carte « Enjeux humains et matériels », les différents périmètres de protection et les limites communales n'ont pas été affichés. Pour toute précision relative à ces thématiques, le lecteur est invité à se référer au chapitre 3-3 « Environnement matériel ».

Enjeux humains et matériels

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



Légende

Parc éolien d'Aulnay-l'Aître

▲ Éolienne

■ Poste de livraison

Scénarii étudiés

▭ Chute de glace ou d'éléments (66 m)

▭ Effondrement (165 m)

▭ Projection de glace (343,5 m)

▭ Projection de pale (500 m)

Personnes exposées

□ Moins de 1 personne

■ Entre 10 et 100 personnes

Servitude radioélectrique

↔ SGAMI

Infrastructures routières

— Chemin rural

— Route nationale

Servitude électrique

— Ligne électrique aérienne

Carte 17 : Enjeux humains et matériels dans le périmètre d'étude de dangers

5 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

5 - 1 Caractéristiques de l'installation

5 - 1a Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité fonctionnant à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.3a) :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers une ou plusieurs structure(s) de livraison. Chaque structure est composée d'un poste de livraison électrique. Ce réseau est appelé « réseau inter-éolien » ;
- Une ou plusieurs structures de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers d'un ou plusieurs postes sources locaux (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

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

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent ;
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 5 tronçons en acier ou de 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne pour le transport de l'énergie sur le réseau électrique ;
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - ✓ Le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - ✓ Le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - ✓ Le système de freinage mécanique ;
 - ✓ Le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - ✓ Les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
 - ✓ Le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

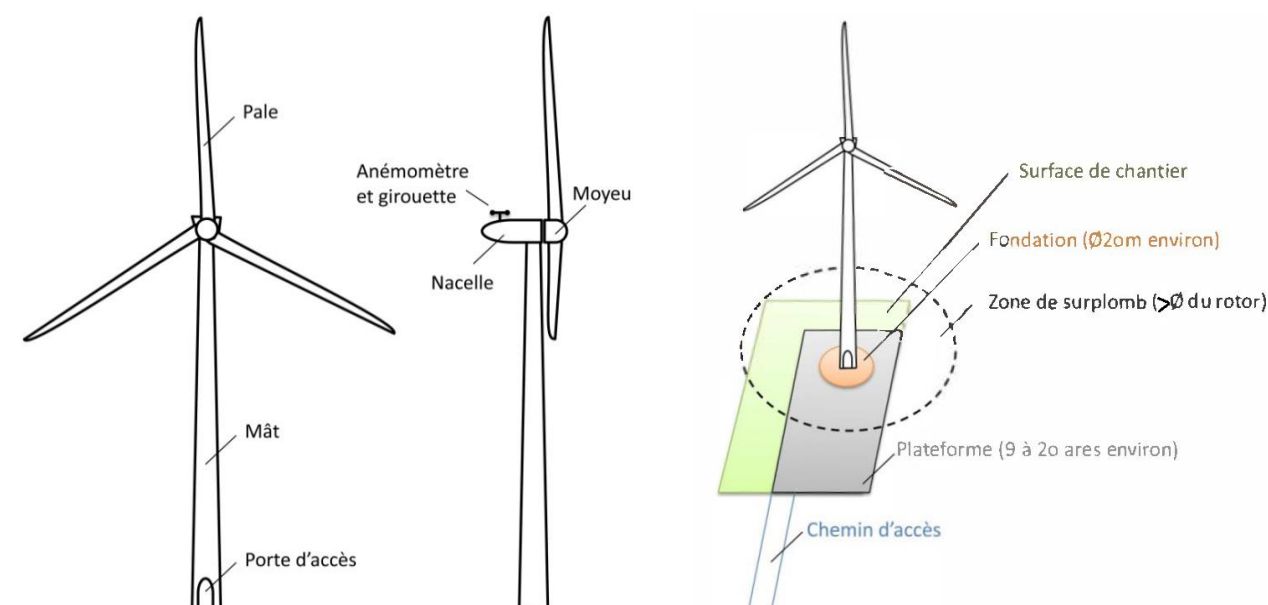


Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : Guide de l'INERIS, mai 2012)

Emprise au sol

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

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

Chemins d'accès

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

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

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

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

Autres installations

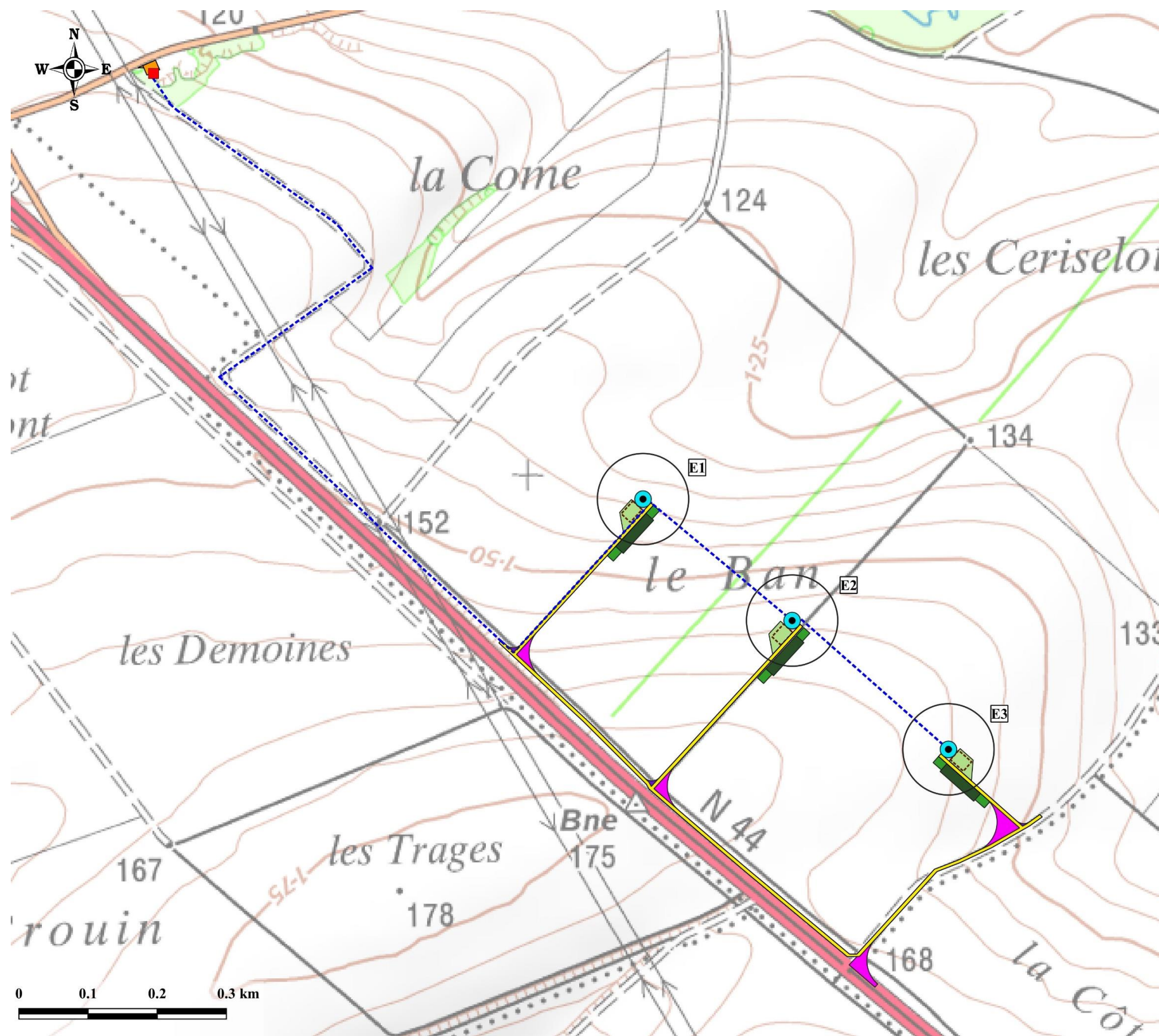
Certains parcs éoliens peuvent aussi être constitués d'aires d'accueil pour informer le public, de parkings d'accès, de parcours pédagogiques, etc.

Présentation de l'installation

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



Légende

Parc éolien d'Aulnay-l'Aître

- Éolienne
- Survol
- Fondation
- Poste de livraison
- Réseau interne
- Plateforme permanente
- Plateforme permanente (poste de livraison)
- Plateforme de stockage des pales (temporaire)
- Plateforme de stockage du matériel (temporaire)
- Chemin d'accès
- Virage
- Survirage
- ⋯ Emplacement de la grue

Carte 18 : Plan détaillé de l'installation

5 - 1b Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien d'Aulnay-l'Aître est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur totale maximale de 165 m et une hauteur de nacelle de 100 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

5 - 1c Composition de l'installation

Le parc éolien d'Aulnay-l'Aître est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur au moyeu de 97 m et un diamètre rotor de 132 m, pour une hauteur totale en bout de pale de 165 m et une hauteur de nacelle de 100 m.

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

| Infrastructure | X L93 | Y L93 | Latitude | Longitude |
|--------------------|------------|--------------|------------|--------------|
| E1 | 814 445,05 | 6 858 070,31 | 763 259,2 | 2 426 101,5 |
| E2 | 814 660,62 | 6 857 894,67 | 763 476,42 | 2 425 927,59 |
| E3 | 814 886,64 | 6 857 708,48 | 763 704,18 | 2 425 743,14 |
| Poste de livraison | 813 737,5 | 6 858 685,95 | 762 546,01 | 2 426 711,46 |

Tableau 18 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : EUROCAPE, 2020)

5 - 2 Fonctionnement de l'installation

5 - 2a Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h à hauteur de la nacelle, et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 6 et 12 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

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

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 72 km/h (variable selon le type d'éolienne) sur une moyenne de 10 minutes, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

Découpage fonctionnel de l'installation

Fondations

| | |
|--------------------|---|
| Fonction | Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol |
| Description | <p>Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations ont entre 3 et 5 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre d'une vingtaine de mètres (24 m environ pour l'éolienne SG 132). Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 tonnes. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Il répond aux prescriptions de l'Eurocode 3.</p> <p>Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le type d'éolienne ; La nature des sols ; Les conditions météorologiques extrêmes ; Les conditions de fatigue. <p>Les dimensions exactes des fondations seront établies suite à l'étude de sol qui sera réalisée après l'obtention des autorisations administratives, à l'emplacement de chaque éolienne. Elles seront entièrement enterrées et seront donc invisibles.</p> |

Tour / mât

| | |
|--|---|
| Fonction | Supporter la nacelle et le rotor |
| Description | La tour des éoliennes (également appelée mât) est constituée de plusieurs sections tubulaires en acier et/ou en béton, de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par des brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, la tour est autoportante. |
| | La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. |
| Tension dans les câbles présents dans la tour | La tour a, avant tout, une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Une échelle d'accès à la nacelle ; ▪ Un élévateur de personnes ; ▪ Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ; ▪ Les cellules de protection électriques. |
| | Jusqu'à 690 V |

Nacelle

| | |
|--|--|
| Fonctions | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Supporter le rotor ; ▪ Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité. |
| Description | La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne. |
| | Elle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, et est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur. |
| | Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande. |
| | La nacelle n'est pas fixée de façon rigide à la tour. La partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation, appelé « yaw drives », permettant à la nacelle de s'orienter face au vent, c'est-à-dire de positionner le rotor dans la direction du vent (l'orientation du rotor est forcée). |
| Tension dans les armoires électriques | Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs solidaires de la nacelle, dont les arbres de sortie comportent un pignon s'engrenant sur une couronne dentée solidaire de la tour. Ces dispositifs permettent la rotation de la nacelle et son maintien en position face au vent. La vitesse maximum d'orientation de la nacelle est de moins de 0,5 degrés par seconde soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet. |
| | Afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public, il existe un dispositif de contrôle de rotation de la nacelle. Celle-ci peut faire 3 à 5 tours de part et d'autre d'une position moyenne. Au-delà, un dispositif automatique provoque l'arrêt de l'éolienne, le retour de la nacelle à sa position dite « zéro », puis la turbine redémarre. |
| | Entre 0 et 1 200 V |

Rotor / Pales

| | |
|--------------------|---|
| Fonction | Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice |
| Description | Les rotors sont composés de trois pales fixées au moyeu via des couronnes à deux rangées de billes et double contact radial. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur. |
| | Les pales peuvent pivoter d'environ 90 degrés sur leur axe grâce à des vérins hydrauliques montés dans le moyeu. La position des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison. Ainsi, les variations de vitesse de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales. |
| | Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante (supérieure à 25 m/s), risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le système de sécurité ramène les pales dans une position où elles offrent le moins de prise au vent, dite « en drapeau », conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique). Ce système comprend également la présence d'accumulateurs hydropneumatiques disposés au plus près des vérins. Ces accumulateurs permettent, même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique, de ramener les pales en drapeau. |
| | Chaque pale est indépendante et équipée de son propre pitch system afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande. |
| | Plusieurs notions caractérisent les pales : <ul style="list-style-type: none"> ▪ La longueur, fonction de la puissance désirée ; ▪ La corde (largeur maximale), fonction du couple nécessaire au démarrage et de celui désiré en fonctionnement ; ▪ Les matériaux, fonction de la résistance souhaitée. |
| | La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement. |

Multiplicateur (Gearbox)

| | |
|--------------------|--|
| Fonction | Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent |
| Description | Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent ». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor est connecté au multiplicateur. Le multiplicateur (Gearbox) permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur compris entre 100 et 120 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute. |
| | Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements. |
| | Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence. |
| | <i>Remarque : Certains modèles d'éoliennes ne possèdent pas de multiplicateur.</i> |

Générateur et transformateur

| | |
|--------------------|---|
| Fonction | <ul style="list-style-type: none"> Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique ; Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau. |
| Description | <p>Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante).</p> <p>Le générateur est ici de type asynchrone délivrant un courant alternatif sous 400 à 690 V à vitesse nominale. Un système de conversion appelé « Grid Streamer™ convertir » permet d'assurer la régulation du fonctionnement du générateur et la qualité du courant produit. Il permet d'alimenter le transformateur élévateur de tension en courant alternatif 50 Hz sous 690 V au maximum.</p> <p>Cette tension est élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec, puis régulée par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Le transformateur est localisé dans une pièce fermée à l'arrière de la nacelle. Un câble relie ensuite la nacelle et les cellules de protection du réseau, disposées dans une armoire en partie basse de la tour. Il s'agit de cellules à isolation gazeuse (SF₆) qui permettent une séparation électrique de l'éolienne par rapport aux autres machines du champ éolien en cas d'anomalie (court-circuit, surtension, défaut d'isolement, etc.).</p> <p>Le refroidissement du générateur et du dispositif de conversion est effectué par une boucle d'eau et d'huile.</p> |

Connexion au réseau électrique public

| | |
|--|--|
| Fonction | Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public |
| Description | <p>Les éoliennes d'un même champ éolien sont ensuite raccordées au réseau électrique de distribution (ENEDIS ou régies) ou de transport (RTE) via un poste de livraison. Ce poste fait ainsi l'interface entre les installations et le réseau électrique. Chaque poste est équipé d'appareils de comptage d'énergie indiquant l'énergie soutirée au réseau mais également celle injectée. Il comporte aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont.</p> <p>Les liaisons électriques entre éoliennes et le poste de livraison sont assurées par des câbles souterrains.</p> |
| Tension dans les câbles souterrains | 20 000 V |
| Tensions dans le poste de livraison | 20 000 V |

| Élément de l'installation | Fonction | Caractéristiques |
|---------------------------|--|--|
| Fondation | <i>Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol</i> | <ul style="list-style-type: none"> En béton armé, de forme circulaire ; Dimension : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. <i>Les dimensions exactes des fondations seront définies suite à l'étude de sol, prévue après l'obtention des autorisations administratives. Elles seront entièrement enterrées et seront donc invisibles. Un insert métallique disposé au centre sert de fixation pour la base de la tour. Elles sont conçues pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2 et 3 et aux calculs de dimensionnement des massifs ;</i> Profondeur : en standard, entre 3 et 5 m environ. |
| Mât | <i>Supporter la nacelle et le rotor</i> | <ul style="list-style-type: none"> Tubulaire en acier ou béton ou hybride ; Hauteur au moyeu de 97 mètres ; Composé de 3 pièces ; Revêtement multicouche résine époxy ; Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation ; Accès : porte verrouillable au pied du mât, échelle d'accès à la nacelle, élévateur de personnes. |
| Nacelle | <i>Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i> | <ul style="list-style-type: none"> L'arbre en rotation, entraîné par les pales ; Le multiplicateur est à engrenage planétaire comportant plusieurs étages ainsi qu'un étage à roue dentée droite ou à entraînement différentiel – Tension nulle ; La génératrice annulaire, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 400 à 690 V ; Composition : structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, fenêtres de toit permettant d'accéder à l'intérieur. |
| Rotor / pales | <i>Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice</i> | <ul style="list-style-type: none"> Orientation active des pales face au vent ; Sens de rotation : sens horaire ; 3 par machine ; Surface balayée de 13 684 m² ; Vitesse de rotation théorique : entre 6,5 et 13,8 tour/min ; Longueur : 64,5 m au maximum ; Poids : 15 t au maximum ; Contrôle de vitesse variable via microprocesseur ; Contrôle de survitesse : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale ; Constitué de plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 400-22. |

| Élément de l'installation | Fonction | Caractéristiques |
|---------------------------|--|---|
| Transformateur | Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau | <ul style="list-style-type: none"> Tension de 20 kV à la sortie ; Localisation : pièce fermée à l'arrière de la nacelle. |
| Poste de livraison | Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public | <ul style="list-style-type: none"> Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV ; Habillage : bardage bois. |

Tableau 19 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012

5 - 2b Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité.

Système de fermeture de la porte

L'accès à l'intérieur de l'éolienne ne peut se faire que par la porte de service située au pied du mât. Cette porte est dotée d'un verrou à clé. Un dispositif manuel permet d'ouvrir et de fermer le verrou de la porte depuis l'intérieur, même si la clé se trouve à l'extérieur de la porte.

Un détecteur avertit les personnels d'exploitation et de maintenance en cas d'ouverture d'une porte d'accès à une éolienne.

Balisage des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. Les éoliennes retenues sont conformes à cet arrêté et sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

Dans le cas d'une éolienne de hauteur totale supérieure à 150 m, le balisage par feux d'obstacles moyenne intensité est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés sur le mât. Ces feux de balisage intermédiaire sur le mât sont donc requis pour le projet éolien d'Aulnay-l'Aître (hauteur des éoliennes en bout de pale de 165 m).

Les feux de balisage d'obstacles font l'objet d'un certificat de conformité type, délivré par le service technique de l'aviation civile de la direction générale de l'aviation civile (STAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes.

L'alimentation électrique, desservant le balisage lumineux, est secourue par l'intermédiaire d'un dispositif automatique et commute dans un temps n'excédant pas 15 secondes. La source d'énergie assurant l'alimentation de secours des installations de balisage lumineux possède une autonomie au moins égale à 12 heures.

Le balisage est surveillé par l'exploitant et celui-ci signale dans les plus brefs délais toute défaillance ou interruption du balisage à l'autorité de l'aviation civile territorialement compétente.

Balisage lumineux de jour

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de jour assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas [cd]). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Balisage lumineux de nuit

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de nuit assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Le passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit est assuré par un détecteur crépusculaire. Le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/m², le crépuscule est caractérisé par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m² et 500 cd/m², et la nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m². Le balisage actif lors du crépuscule est le balisage de jour, le balisage de nuit est activé lorsque la luminance de fond est inférieure à 50 cd/m².

Balisage en phase chantier

Lors de la période de travaux, la présence du chantier et d'éoliennes en cours de levage est communiquée aux différents usagers de l'espace aérien par la voie de l'information aéronautique. A cette fin, l'exploitant des éoliennes, après coordination avec le responsable du chantier, fournit les informations nécessaires aux autorités de l'aviation civile et de la défense territorialement compétentes au moins 7 jours avant le début du chantier.

Un balisage temporaire constitué de feux d'obstacles basse intensité de type E (rouges, à éclats, 32 cd) est mis en œuvre dès que la nacelle de l'éolienne est érigée. Ces feux d'obstacle sont opérationnels de jour comme de nuit. Ils sont installés sur le sommet de la nacelle et sont visibles dans tous les azimuts (360°). Le balisage définitif prescrit dans l'arrêté du 23 avril 2018 est effectif dès que l'éolienne est mise sous tension. Le balisage définitif peut également être utilisé en lieu et place du balisage temporaire décrit ci-dessus.

Protection contre le risque incendie

Système de détection et d'alarme

Tous les composants mécaniques et électriques de l'éolienne dans lesquels un incendie pourrait potentiellement se déclencher en raison d'une éventuelle surchauffe ou de court-circuit, sont continuellement surveillés par des capteurs lors du fonctionnement, et cela en premier lieu afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Si le système de commande détecte un état non autorisé, l'éolienne est stoppée ou continue de fonctionner mais avec une puissance réduite. Le choix des matériaux est également un aspect clé de la protection incendie, par la conception en matériaux ignifuges, difficilement, ou non inflammables pour certains composants.

Un système d'alarme est couplé avec un système de détection qui informe l'exploitant à tout moment d'un départ de feu dans une éolienne, via le système SCADA. La détection se fait selon deux zones indépendantes, la base du mât et la nacelle. Le départ d'un feu entraîne l'arrêt d'urgence de l'éolienne, sa mise en sécurité, l'arrêt des ventilations et déclenche une alarme sonore et lumineuse dans l'éolienne.

Les détecteurs de fumée et/ou les capteurs de température émettent des signaux qui sont immédiatement transmis par le système de surveillance à distance SCADA qui alerte alors l'exploitant, par un message SMS et/ou email, qui prévient alors les pompiers. Ces derniers décident sur place des actions à entreprendre. Les centres de service de suivi d'exploitation sont ouverts 24h/24, 7j/7 et par conséquent joignables à tout moment.

Système de lutte contre l'incendie

Les éoliennes envisagées disposent de plusieurs extincteurs manuels portatifs à CO₂ localisés dans la nacelle et le mât. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Ils font l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé. Par ailleurs lors des interventions, les techniciens emmènent également un extincteur dans leur véhicule de service.

Procédure d'urgence en cas d'incendie

L'exploitant est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Un plan d'évacuation permet au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel dispose également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et est formé pour le faire.

Protection contre le risque foudre

La fonction principale du système de protection contre la foudre (Lightning Protection System - LPS) est de protéger les vies et les biens contre les effets destructeurs de la foudre. Tous les éléments du système sont conçus de manière à résister à l'impact de la foudre, et à ce que le courant de foudre puisse être conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans dommage ou sans perturbation des systèmes.

Les éoliennes retenues seront équipées d'un système de protection contre la foudre afin de minimiser les dommages sur les composants mécaniques, les systèmes électriques et les systèmes de contrôle. Le système de protection contre la foudre est basé sur des solutions de protection interne et externe.

Le système de protection externe est conçu pour gérer un coup de foudre direct sur l'éolienne et pour conduire le courant de foudre à la terre au bas de l'éolienne.

La protection interne est conçue pour minimiser les dégâts et les interférences sur les équipements électriques et les composants électroniques à l'intérieur de l'éolienne grâce à une ligne équipotentielle, à une protection contre les surtensions et les perturbations électromagnétiques.

Le système de protection contre la foudre a été conçu pour atteindre un niveau de protection I selon la norme IEC 61400-24. Le Maître d'Ouvrage tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée.

Protection contre la survitesse

Chaque éolienne est dotée d'un dispositif de freinage pour diminuer les contraintes mécaniques qui s'exercent sur cette dernière lorsque le vent augmente. Ce dispositif arrête tout fonctionnement de l'éolienne en cas de tempête par exemple. Cela s'effectue par une rotation des pales limitant la prise au vent puis par des freins moteurs.

En cas de défaillance, un système d'alarme est couplé avec un système de détection de survitesse qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est 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. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Protection contre l'échauffement

Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne.

En cas de dépassement de seuils (seuils différents en fonction du type d'aérogénérateur, du type de composant et prédéfinis), des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif), voire un arrêt de la machine. Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire à des interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure de coupure sera lancée si la vitesse du vent est supérieure à la vitesse du vent de coupure, en valeur moyennée sur 10 min. Cependant, pour faire face aux rafales, l'éolienne lancera également la procédure de coupure si la vitesse du vent dépasse certains seuils prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne en valeur moyennée sur 3 secondes. La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité.

Protection contre la glace

Durant les mois d'hiver et au début du printemps, du givre puis de la glace peuvent se former sur les pales et la nacelle des éoliennes entraînant un surpoids, un déséquilibre du rotor et des risques de projection de cette glace. La glace sur les pales de l'éolienne diminue sa puissance et augmente les efforts sur la machine. Le balourd créé déséquilibre la rotation du rotor.

Un système de protection contre la glace est donc fourni le cas échéant avec les éoliennes pour prévenir de ces dangers, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011.

Le système de protection se base sur trois méthodes redondantes :

- Comparaison des mesures de vent par deux anémomètres sur la nacelle, l'un étant chauffé, l'autre non, associé à des paramètres climatiques additionnels (notamment critère de température) ;
- Analyse de données de fonctionnement de l'éolienne, le dépôt de givre modifiant le profil aérodynamique de la pale et impactant par conséquent la production électrique de la machine ;
- Système de mesure des oscillations et des vibrations qui sont causées par le balourd provoqué par la formation de glace sur les pales qui peuvent, en cas extrême, déclencher un arrêt d'urgence (intégré dans la chaîne de sécurité de l'éolienne).

La détection de glace génère une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) et informe l'exploitant de l'événement. Celui-ci stoppe l'éolienne et ne peut la redémarrer que sur place, après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace (redémarrage à distance impossible).

En cas de conditions de gel prolongé, les éoliennes sont maintenues à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes.

Protection contre le risque électrique

Les installations électriques à l'intérieur de l'éolienne respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006.

Les installations électriques extérieures à l'éolienne sont conformes aux normes NFC 15100 (dernière version en date d'août 2016), NFC 13100 (version d'avril 2015) et NFC 13-200 (version de juin 2018). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

Les nacelles des éoliennes sont conçues de sorte que tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle soit récupéré dans un bac de rétention. Un réservoir de 1 000 L, situé dans la tour de l'éolienne, permet ensuite de recueillir les produits de fuite temporairement avant leur évacuation par les moyens appropriés.

L'utilisation de liquide est liée au multiplicateur et aux éléments graissés dont la quantité est limitée (15 à 20 litres utilisés) (roue dentée/engrenage, transmission d'orientation de l'éolienne, frein hydraulique).

Des vérifications des niveaux sont également partie intégrante des opérations de maintenance préventive.

Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

L'éolienne est dotée d'un grand nombre de capteurs (capteurs de température, de pression, de contact, de mesure de vitesse, d'accélération, du retour d'information de chaque état du système ...) sur absolument chaque partie de l'éolienne.

Ainsi, si l'un d'eux est cassé, celui qui est juste après dans la chaîne détectera l'anomalie et signalera par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien d'Aulnay-l'Aître est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de maintenance qui s'occupera du parc.

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres. Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

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

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

Dans le cas où le système SCADA est défectueux

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, chaque éolienne dispose de son propre SCADA relié lui-même à un SCADA central qui a pour objectif principal :

- De regrouper les informations des SCADAS des éoliennes ;
- De transmettre à toutes les éoliennes une information identique, en même temps, plutôt que de passer par chaque éolienne à chaque fois.

Ainsi en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie), l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Le seul inconvénient est qu'il faut donner l'information à chacune des éoliennes du parc.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine.

Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

Dans le cas d'une rupture du réseau de fibres optiques

Le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs. En cas de rupture de la fibre optique entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement en passant par le SCADA propre à l'éolienne ou par le SCADA central. Il s'agit d'un système en anneau qui permet de garantir une communication continue des éoliennes.

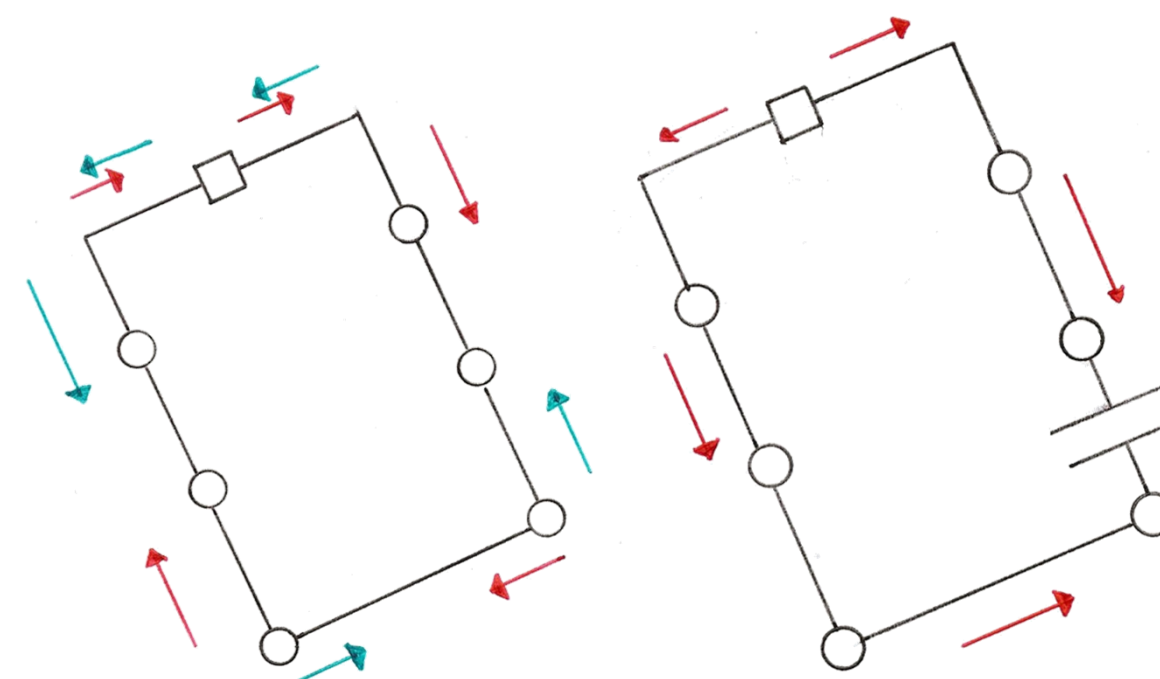


Figure 7 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –

Légende : ○ Eolienne □ SCADA → Circulation de l'information

Certification des éoliennes

Les éoliennes sont conformes à la norme IEC 61400-22 et à la Directive « Machines » du 17 mai 2006 ainsi qu'à la norme NF EN 61400-1 (novembre 2015) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'UE.

Les éoliennes sont mises à la terre et l'installation répond aux dispositions de la norme IEC 61400-22 (cf annexe 10.7 – « Type certificate » des éoliennes envisagées).

La société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Le tableau ci-après présente un récapitulatif des notions abordées précédemment.

| Article de l'arrêté du 26/08/11 | Disposition | Données constructeur | Autres données | Conformité |
|---------------------------------|---|--|--|------------|
| 3 | Distance > 500 m des habitations Distance > 300 m d'une installation nucléaire ou d'une ICPE | - | Première zone urbanisée ou urbanisable à 983 m de E1. Site industriel le plus proche : parc éolien construit de Soulanges et Saint-Amand-sur-Fion à 580 m au Sud-Est de E3. | OUI |
| 4 | Distance d'éloignement des radars Aucune gêne du fonctionnement des équipements militaires | - | Le radar météorologique d'Arcis-sur-Aube est localisé à 41 km. | OUI |
| 5 | Etude stroboscopique dans le cadre de bureaux à moins de 250 m | - | Non concerné | OUI |
| 6 | Limitation du champ magnétique (100 microteslas à 50-60 Hz) | Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture | Les distances d'éloignement par rapport aux habitations permettent d'affirmer que le champ magnétique n'aura aucun impact potentiel sur les personnes (voir paragraphe 3.1 du présent document) | OUI |
| 7 | Voie carrossable pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours Accès bien entretenu et abords de l'installation maintenus en bon état de propreté. | - | Les chemins d'accès prennent place sur des parcelles communales, pour lesquelles la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » a signé des conventions de servitude de passage et d'utilisation. L'entretien reste à la charge de la commune mais financé par l'exploitant du parc éolien. Le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée : l'accès sera donc en permanence dégagé pour les secours. | OUI |

| Article de l'arrêté du 26/08/11 | Disposition | Données constructeur | Autres données | Conformité |
|---------------------------------|---|--|----------------|------------|
| 8 | Conformité aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou IEC 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne | Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture | | OUI |
| 9 | Mise à la terre de l'installation Conformité à la norme IEC 61 400-24 (version d'avril 2015) Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre lors de la maintenance | Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture | | OUI |
| 10 | Conformité de la directive du 17 mai 2006 Conformités aux normes NFC 15-100 (2008), NFC 13-100 (2001) et NFC 13-200 (2009) Contrôle des installations électriques avant la mise en service puis annuellement Vérification des installations fixées par l'arrêté du 10 octobre 2000 | Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture | | OUI |

| Article de l'arrêté du 26/08/11 | Disposition | Données constructeur | Autres données | Conformité |
|---------------------------------|--|--|--|------------|
| 11 | Balisage approprié | Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgørelse om teknisk certificeringsordning for vindmøller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture | Balisage conforme aux articles L6351-6 et L6352-1 du code des transports et R243-1 et R244-1 du code de l'aviation civile ; Le parc éolien d'Aulnay-l'Aître respectera ces normes. | OUI |
| 12 | Suivi environnemental sur l'avifaune et les chiroptères - Au moins une fois au cours des 3 premières années de fonctionnement - Puis une fois tous les 10 ans | - | Un tel suivi sera réalisé, notamment d'après les préconisations de l'étude écologique réalisée dans le cadre de l'étude d'impact environnementale. | OUI |
| 13 | Accès à l'intérieur des aérogénérateurs et du poste de livraison fermés à clef | - | Accès à l'intérieur des éoliennes et du poste de livraison impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation. La porte des éoliennes est sans verrouillage depuis l'intérieur pour ne pas y rester coincé. Les portes des éoliennes sont équipées de contact de porte envoyant également une alarme sur le système de supervision en cas d'ouverture. | OUI |
| 14 | Affichage des consignes de sécurité, d'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur, de la mise en garde des risques d'électrocution et de risque de chute de glace. | - | Présence et affichage clair des consignes de sécurité aux abords de l'entrée des chemins d'exploitation et au niveau des plateformes. Affichage, sur le parc éolien, du plan de secours et des coordonnées des moyens de secours en cas d'accident ou d'incident. | OUI |
| 15 | Essais d'avant mise en service et contrôle périodique (arrêt, arrêt d'urgence et arrêt survitesse) | Réalisation d'essais prouvant le bon fonctionnement des installations. L'arrêt d'urgence est testé au bout de 3 mois de fonctionnement, puis tous les ans. | Réalisation des tests lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an). L'exploitant s'engage à remettre un rapport de test lors de la réception validant ces éléments. L'exploitant s'engagera à remettre au moins annuellement un rapport de contrôle et de bon fonctionnement conformément aux procédures du fabricant des aérogénérateurs. | OUI |

| Article de l'arrêté du 26/08/11 | Disposition | Données constructeur | Autres données | Conformité |
|---------------------------------|---|--|--|------------|
| 16 | Interdiction d'entreposer des matériaux combustibles ou inflammables à l'intérieur des éoliennes. | - | Les maintenances comprennent une phase finale de nettoyage de l'éolienne afin de maintenir propre les installations et ne laisser aucun déchet. Le manuel de sécurité indique l'interdiction d'entreposage de matériaux dangereux. | OUI |
| 17 | Formation du personnel sur les risques, les moyens pour les éviter, les procédures d'urgence et mise en place d'exercices d'entraînement | - | Les techniciens de maintenance possèdent des formations en interne concernant le travail à effectuer. Ils sont également soumis à l'obtention de plusieurs habilitations, mises à jour périodiquement : - Travail en hauteur ; - Habilitation électrique BT/HT ; - Sauveteur secouriste du travail ; - Certificat d'aptitude par la médecine du travail. Les habilitations de l'ensemble des techniciens sont mises à disposition des sociétés EUROCAPE et « SAS Ferme Éolienne de Aulnay ». Les consignes de sécurité enseignées aux techniciens sont celles conformes à l'article 22 de l'arrêté du 26/08/2011. Le personnel de maintenance procède annuellement à des exercices d'entraînement aux situations d'urgence. Les scénarios effectués sont l'évacuation d'une personne sur l'échelle et l'évacuation de l'éolienne en cas d'incendie. Ces exercices d'entraînement sont assurés le cas échéant en lien avec les services de secours. | OUI |
| 18 | Contrôle des brides de fixation, des brides de mât, de la fixation des pales et contrôle visuel du mât (3 mois, puis un an après la mise en service, puis tous les 3 ans). Contrôle des systèmes instrumentés de sécurité (selon une périodicité qui ne peut excéder un an). | La société construisant les éoliennes fournit les rapports de torquage de leur sous-traitant | Les contrôles correspondants, faisant partie des opérations de maintenance préventive, sont consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, suivis par l'exploitant. | OUI |

| Article de l'arrêté du 26/08/11 | Disposition | Données constructeur | Autres données | Conformité |
|---------------------------------|--|--|---|------------|
| 19 | Tenue, par l'exploitant, d'un manuel d'entretien dans lequel sont précisés la nature et les fréquences des opérations. Tenue également d'un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées. | La société construisant les éoliennes fournit un manuel listant l'ensemble des tâches à accomplir lors de la maintenance, l'ensemble des protocoles de maintenance, ainsi que les fiches d'intervention des équipes de maintenance permettant ainsi à l'exploitant d'établir et de tenir à jour le registre cité par l'arrêté. | La société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » dispose des rapports de service et des rapports mensuels indiquant : - Les interventions réalisées sur site ; - Le descriptif des actions correctives réalisées ; - Les arrêts mensuels par éolienne. Le registre sera fourni à l'inspecteur des installations classées. | OUI |
| 20 | Gestion des déchets | Lors de la maintenance préventive, le constructeur fait installer des containers appelés Eoltainer. Les déchets engendrés par les maintenances y sont ramenés et triés dans les différents compartiments puis collectés pour leur traitement/valorisation. Des bordereaux de suivi des déchets sont ensuite transmis à l'exploitant. | Les déchets seront triés et stockés de manière à éviter toute contamination du sol. Lors de la production de déchets dangereux, un Bordereau de Suivi des Déchets (BSD) sera émis. La société EUROCAPE, qui assistera la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » dans le chantier, utilise une charte de suivi de chantier afin de prévenir la gestion des déchets tout au long de cette phase. | OUI |
| 21 | Elimination des déchets non dangereux | | Les déchets provenant du parc éolien sont gérés par le SICTOM local. Ils sont traités par incinération avec valorisation énergétique. | OUI |
| 22 | Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité. | La société construisant les éoliennes fournit à ses employés un manuel de sécurité et un plan d'évacuation et participe aux formations annuelles du personnel. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel | Les sociétés EUROCAPE et « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » s'engagent à former leur personnel sur les consignes de sécurité du site. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel. Un plan d'évacuation est affiché en pied d'éolienne (intérieur). | OUI |

| Article de l'arrêté du 26/08/11 | Disposition | Données constructeur | Autres données | Conformité |
|---------------------------------|---|---|---|------------|
| 23 | Mise en place d'un système de détection d'incendie ou de survitesse. Transmission de l'alerte dans un délai de 15 minutes. Opération de maintenance de ce système de détection. | Compatibilité couverture GSM : un système d'alerte automatique équipe chaque éolienne et permet d'alerter les secours ainsi que l'exploitant de l'installation en cas de danger. Les communications et en particulier les signaux d'alarme sont assurés en cas d'urgence. | Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur. La société EUROCAPE, qui assistera la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » dans l'exploitation du parc, justifie sa capacité d'alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur grâce à son contrat de maintenance 24h/24 et 7j/7 ainsi que grâce à la supervision en temps réel. | OUI |
| 24 | Moyens de lutte contre l'incendie à disposition dans chaque aérogénérateur (système d'alarme et deux extincteurs) | - | En cas d'accident, des procédures d'urgence permettent au personnel présent sur le site ou au centre de conduite de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, ... Sur site, le personnel dispose de plusieurs extincteurs visibles et facilement accessibles (situés en bas du mât et dans la nacelle) adaptés aux risques à combattre, et d'une trousse de premiers secours. Une fois les différentes autorisations administratives nécessaires obtenues, un plan d'intervention sera réalisé avec les services de secours afin de lister : - Les noms et numéros des services secours à contacter ; - Les procédures à mettre en place (périmètre de sécurité, moyens de lutte incendie externe pouvant être mis en œuvre...); - La réalisation régulière d'exercices d'entraînement. Pour faciliter l'accès aux secours, le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée et les voies d'accès seront régulièrement entretenues. L'accès sera en permanence dégagé. | OUI |

| Article de l'arrêté du 26/08/11 | Disposition | Données constructeur | Autres données | Conformité |
|---------------------------------|---|---|--|------------|
| 25 | Mise en place d'un système de détection de formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur | Le système de détection de glace (qui équipe toutes les éoliennes) repose sur une comparaison entre différentes données (températures, vitesse de vent et production). Si une différence entre les productions réelle et attendue est mesurée, sous certaines conditions de température et de vent, l'éolienne s'arrête automatiquement. La remise en route est automatique, après disparition des conditions de givre. | L'exploitant garantit la conservation du système opérationnel et l'utilisation de la procédure d'exploitation conforme à la réglementation en vigueur. | OUI |
| 26-27-28 | Emergence contrôlée du bruit, limitation sonore des engins de chantier et suivi des mesures | La société construisant les éoliennes fournit aux sociétés EUROCAPE et « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » la courbe de bruit des éoliennes. | L'adéquation en termes d'urgence sonore de la machine avec le site sera à la charge du Maître d'Ouvrage. Les seuils réglementaires maximum à proximité des éoliennes seront respectés, de jour comme de nuit. Et le bruit total chez les riverains ne comportera pas de tonalité marquée au sens de la réglementation ICPE. La réception acoustique du parc éolien sera conforme aux prévisions acoustiques de l'étude d'impact. Les règles de chantier imposées aux sous-traitants suivent les prescriptions de l'article 27 du 26/08/11. | OUI |

Tableau 20 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE

5 - 2c Opération de maintenance de l'installation

La maintenance de l'installation sera réalisée par le constructeur de celle-ci (ou autre prestataire spécialisé) pour le compte de la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay ».

Personnel qualifié et formation continue

Tout personnel amené à intervenir dans les éoliennes est formé et habilité :

- Electriciquement, selon son niveau de connaissance ;
- Aux travaux en hauteur, port des EPI, évacuation et sauvetage ;
- Sauveteur secouriste du travail.

Ces habilitations sont recyclées périodiquement suivant la réglementation ou les recommandations en vigueur. Des contrôles des connaissances sont réalisés afin de vérifier la validité de ces habilitations.

Des points mensuels concernant la sécurité et les procédures sont effectués avec l'ensemble du personnel de maintenance. Une présentation du fonctionnement de la sécurité est réalisée auprès des nouveaux embauchés.

Planification de la maintenance

Préventive

La maintenance, réalisée sur l'ensemble des parcs éoliens, est préventive. Elle contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production (en l'absence de panne subie). Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure, par le graissage ou le nettoyage régulier de certains ensembles. Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

La société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » disposera d'un **manuel d'entretien de l'installation** dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. Elle tiendra à jour pour chaque installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

La société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » procédera, trois mois après la mise en service, à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât. Un nouveau contrôle sera effectué un an après la mise en service industrielle, puis ces contrôles se feront suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » procédera également à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'Inspection des Installations Classées.

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation.

Curative

En cas de défaillance, les techniciens interviennent rapidement sur l'éolienne afin d'identifier l'origine de la défaillance et y palier.

5 - 2d Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien d'Aulnay-l'Aître.

5 - 3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

5 - 3a Raccordement électrique

Sur la Carte 19 « Réseaux électriques internes à l'installation » est présenté le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes et des câbles de liaison jusqu'aux postes de livraison.

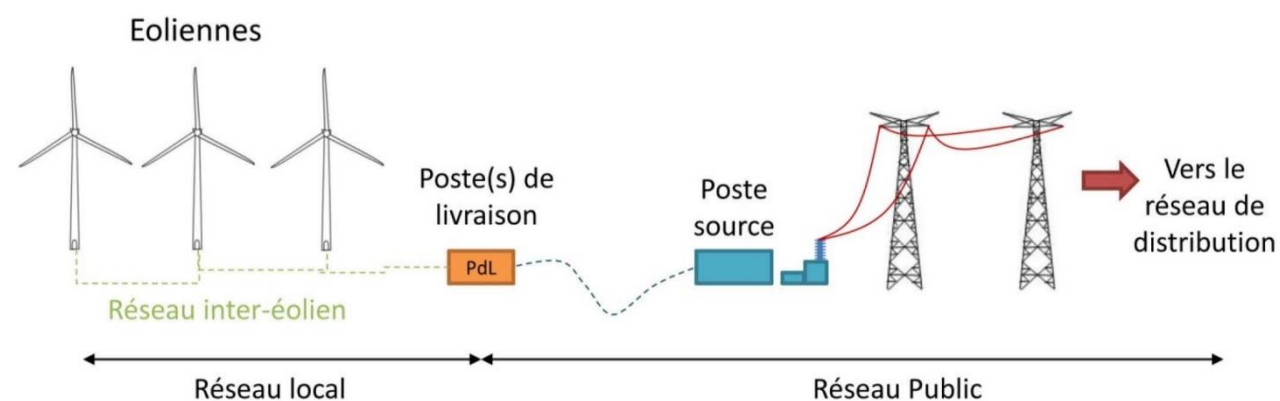


Figure 8 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Caractéristiques principales de l'ouvrage

Le câblage électrique du parc comprend deux parties distinctes : le câblage inter-éoliennes (objet de la présente demande) et le câblage de raccordement du parc éolien au poste source le plus proche. La jonction entre les deux parties se fait au niveau du poste de livraison du parc éolien.

Réseau inter-éolien (ou réseau local)

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Le poste de livraison et les câbles y raccordant les éoliennes constituent le réseau interne de la centrale éolienne.

Conformité des liaisons électriques

Le pétitionnaire s'engage à respecter les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les ouvrages électriques. Les liaisons électriques seront donc de fait conformes avec la réglementation technique en vigueur.

Caractéristiques du câble électrique

Le réseau de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et le poste de livraison sera enterré sur toute sa longueur, en longeant en partie les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et le poste de livraison. La tension des câbles électriques est de 20 000 V. Les câbles, en aluminium ou en cuivre, seront d'une section de 3x150 mm² et 3x240 mm² suivant le nombre d'éoliennes raccordées sur ceux-ci.

Caractéristique des tranchées

Pour le raccordement inter-éolien, les caractéristiques des tranchées sont en moyenne d'une largeur de 50 cm et d'une profondeur de 0,8 à 1,20 m selon les cas. Des illustrations de coupe type sont présentées ci-après. Les sols traversés sont de type crayeux.

Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès ou en plein champs, dans des lieux présentant peu d'intérêt écologique, et à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles.

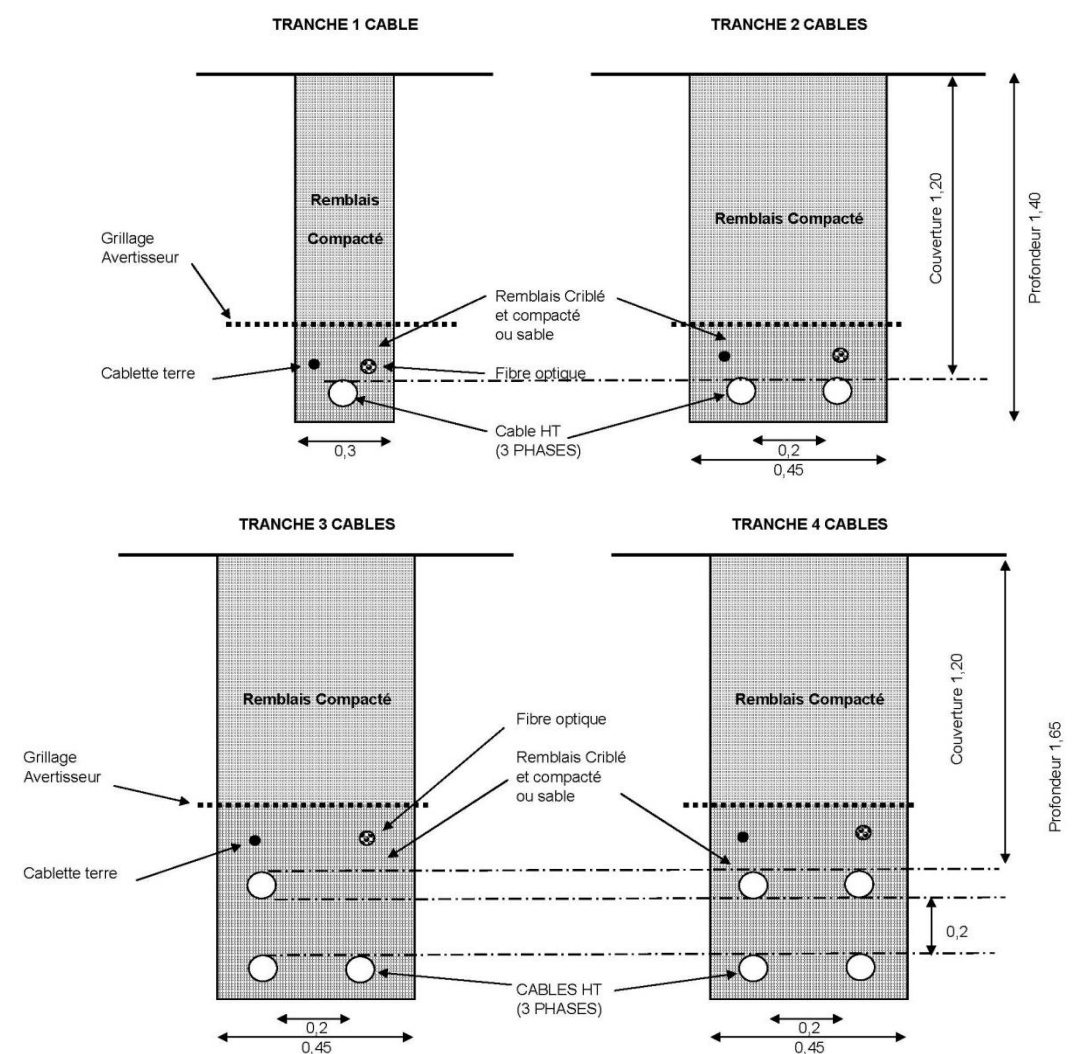


Figure 9 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés

Les câbles seront enfouis en utilisant de préférence la technique de pose au soc vibrant. Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérées en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier.

Représentation graphique

Une carte de situation sur fond IGN présentée en fin de partie (« Réseaux électriques internes à l'installation ») précise le tracé de principe des canalisations électriques projetées et les ouvrages électriques projetés.

Poste de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, une structure de livraison est prévue. Elle est composée d'un poste de livraison dont les dimensions sont de 9 m de long par 2,5 m de large et est localisée au niveau de la parcelle ZI 109, sur la commune d'Aulnay-l'Aître, à proximité de la RD 81.

Démarches préalables réalisées

Le pétitionnaire atteste détenir les autorisations foncières nécessaires à la réalisation des éoliennes et du poste de livraison dans le cadre du projet éolien d'Aulnay-l'Aître (jointes en annexe du volume 1 – Description de la demande).

Réseau électrique externe (ou réseau public)

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

5 - 3a Autres réseaux

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

Le planning de chantier ci-dessous présente, à titre indicatif, la durée d'exécution de chaque phase et les actions mises en place.

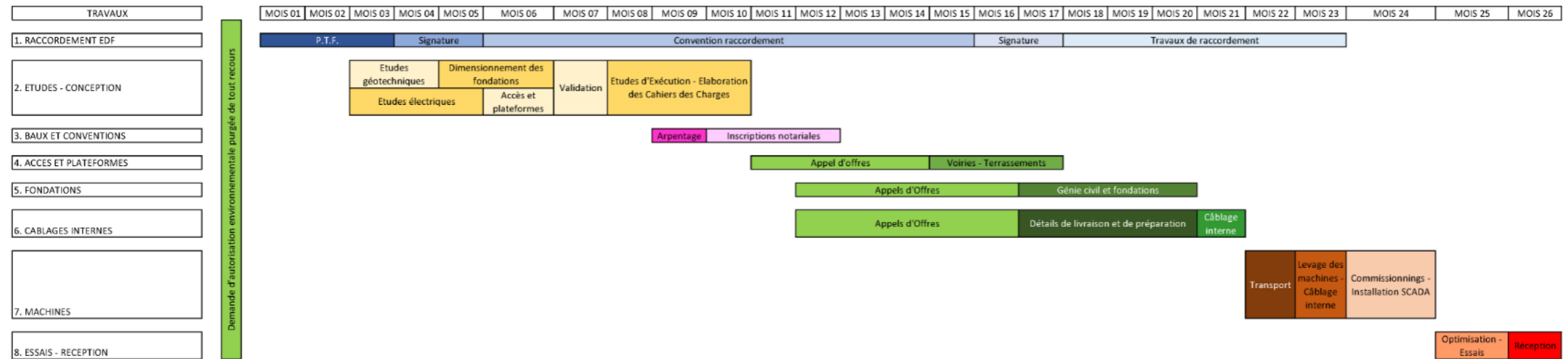
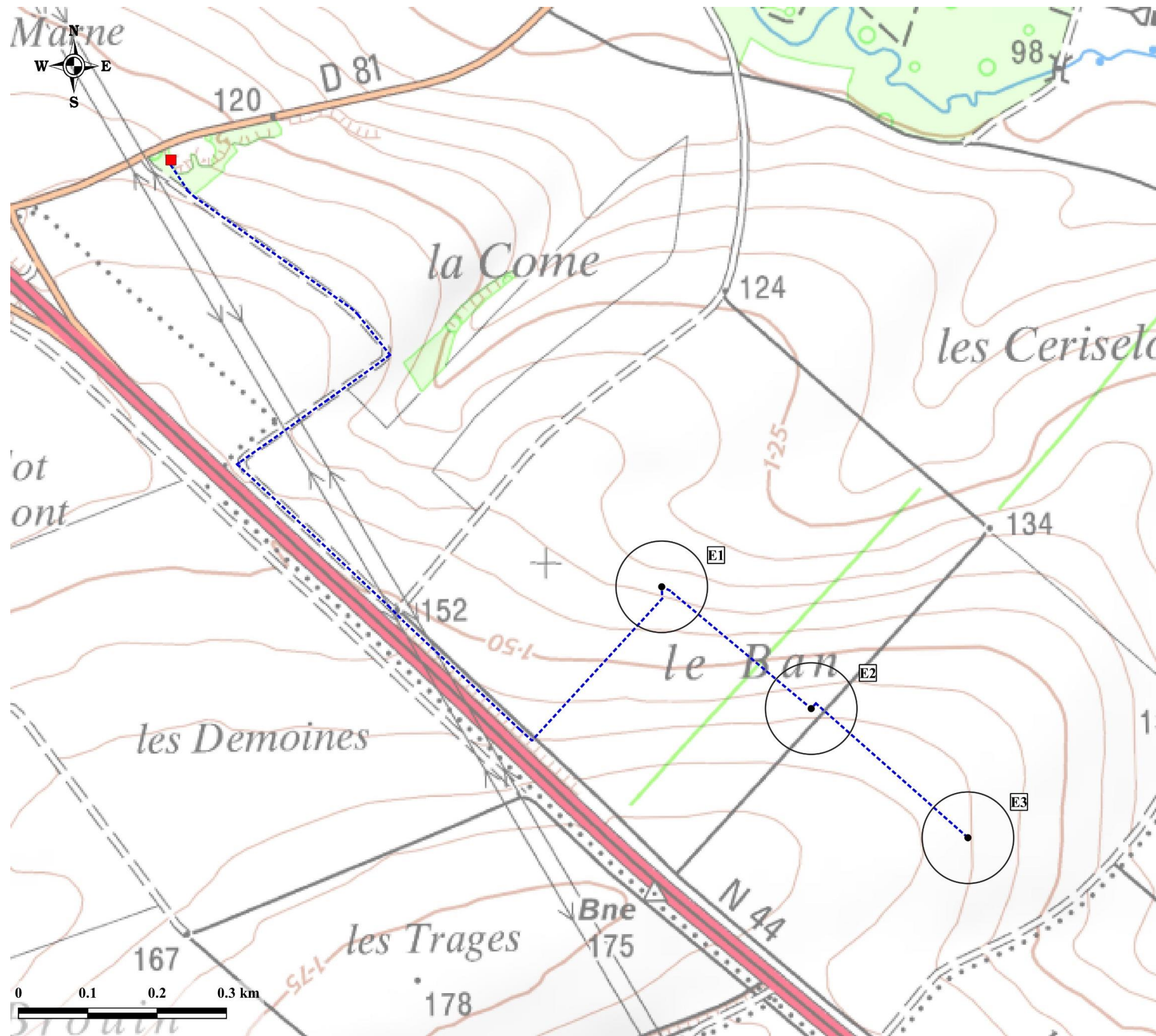


Figure 10 : Planning des travaux (source : ATER Environnement, 2019)



Raccordement interne

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites

- Légende**
- Parc éolien d'Aulnay-l'Aître
 - Éolienne
 - Survol
 - Poste de livraison
 - Raccordement électrique interne

Carte 19 : Réseaux électriques internes à l'installation

6 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

6 - 1 Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien d'Aulnay-l'Aître 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...).

L'ensemble de ces produits est listé dans le tableau ci-contre. Aucun brûlage des déchets à l'air libre ne sera réalisé puisqu'interdit.

L'ensemble des substances et produits utilisés répondent aux exigences de la Directive Européenne relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (*Directive 67/548/CEE du Conseil, du 27 juin 1967, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses ; modifiée par le nouveau règlement (CE) N° 1272/2008 et la création de l'Agence Européenne des produits chimiques*).

Des Equipements de Protection Individuels appropriés sont mis à disposition par l'employeur afin de protéger les opérateurs contre les risques chimiques générés par l'utilisation de certains produits.

Les dangers représentés par l'utilisation de certains produits ainsi que les mesures de prévention associées sont détaillés dans des instructions à usage interne ainsi que dans les plans de prévention des risques qui sont présents dans les éoliennes et dont les opérateurs prennent connaissance avant toute intervention. La liste des substances et produits utilisés lors des maintenances est disponible sur demande. De plus, un tableau regroupant l'ensemble des produits ainsi que les dangers leur étant associés est disponible sur demande. Des détails plus précis sur ces produits seront apportés au moment de la mise en service de l'installation.

⇒ Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes ou le poste de livraison.

| Code | Désignation | Contenu | Quantités émises | Stockage avant enlèvement | BSD | Opération de traitement |
|----------|------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|-----|--------------------------|
| 13 02 06 | Huiles usagées | Huiles issues des vidanges lors des opérations de maintenance et de dépannage | 500 L / tous les 5 ans / éolienne | Cuve fermée sur rétention | Oui | Régénération |
| 15 01 01 | Cartons | Contenants des produits utilisés lors des maintenances | - | Container fermé | Non | Recyclage |
| 15 01 02 | Emballages plastiques | Contenants des produits utilisés lors des maintenances | - | Container fermé | Non | Recyclage |
| 15 02 02 | Matériaux souillés | Chiffons, contenants souillés par de la graisse, de l'huile, de la peinture | 250 kg / maintenance | Bacs fermés sur rétention | Oui | Valorisation énergétique |
| 16 01 07 | Filtres à huile ou carburant | Filtres remplacés lors des opérations de maintenance et de dépannage | 60 kg / maintenance | Fûts fermés sur rétention | Oui | Recyclage |
| 16 05 04 | Aérosols | Aérosols usagés de peinture, graisse, solvants, etc. utilisés lors des maintenances et dépannages | 10 kg / maintenance | Fûts fermés sur rétention | Oui | Traitement |
| 16 06 01 | Batteries au plomb et acide | Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées lors des maintenances et dépannages | - | Bacs sur rétention | Oui | Recyclage |
| 17 04 11 | Câbles alu | Câbles électriques remplacés lors des maintenances | - | Bacs | Non | Recyclage |
| 20 01 35 | DEEE | Disjoncteurs, relais, condensateurs, sondes, prises de courant | 60 kg / maintenance | Bacs | Oui | Recyclage |
| 20 01 40 | Ferraille | Visserie, ferrailles diverses | - | Bacs | Non | Recyclage |
| 20 03 01 | DIB | Equipements de Protection Individuelle usagés, déchets divers (alimentaires, poussières) | - | Container fermé | Non | Valorisation énergétique |

BSD / Bordereau de Suivi des Déchets - DEEE / Déchets d'Équipement Électrique et Électronique - DIB / Déchets Industriels Banals
 Tableau 21 : Produits sortants de l'installation (source : EUROCAPE, 2019)

6 - 2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien d'Aulnay-l'Aître sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant.

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

Tableau 22 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

6 - 3 Réduction des potentiels de dangers à la source

6 - 3a Principales actions préventives

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

Choix techniques de développement de projet et de conception

Le porteur de projet a effectué plusieurs choix techniques au cours de la conception du projet afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Il a été choisi par le porteur de projet, en concertation avec la commune d'Aulnay-l'Aître, de respecter un éloignement d'au minimum 800 mètres autour des habitations, soit au-delà des exigences issues de la Loi Grenelle II (500 m). De plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain, des contraintes écologiques liées aux boisements notamment et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, à la définition des aires d'étude et au choix d'implantation des éoliennes.

Le contexte essentiellement agricole de l'environnement du projet et l'absence d'autres sources de dangers à proximité (ICPE, SEVESO, etc.) réduit la nécessité de mise en œuvre d'autres actions préventives.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement assurée par la prise en compte des servitudes techniques présentes sur le site (éloignement de la RN44, des lignes électriques, des faisceaux hertziens, etc.) et par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

Lors de l'exploitation, les principaux potentiels de dangers liés aux produits utilisés pour la maintenance, et à l'installation en elle-même (éoliennes et réseaux électriques) sont réduits au maximum à la source :

- **Produits :**
 - ✓ Aucun stockage dans l'aérogénérateur ou dans les postes électriques ;
 - ✓ Apport de la quantité nécessaire et suffisante uniquement ;
 - ✓ Personnel formé aux risques présentés par les produits utilisés ;
 - ✓ Consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...) ;
 - ✓ La maintenance annuelle prévoit un contrôle des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.) ;
 - ✓ La tour et la nacelle jouent le rôle de rétentions.
- **Installation :**
 - ✓ Conception de la machine (normes et certifications) ;
 - ✓ Maintenance régulière ;
 - ✓ Contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.) ;
 - ✓ Fonctions de sécurité ;
 - ✓ Report des messages d'alarmes au centre de conduite.

Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation (polygone au-delà de 500 mètres des premières habitations et intégrant d'autres contraintes techniques telles que les distances minimales aux routes etc.), un travail important d'itérations conduisant au choix de l'implantation a été engagé, faisant intervenir plusieurs spécialistes (ingénieur éolien, écologue et paysagiste, principalement).

Afin de permettre une implantation harmonieuse du parc, le projet a tenu compte de l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles.

Ce travail itératif doit également tenir compte du foncier, des pratiques agricoles et du ressenti et de l'acceptation locale (propriétaires, exploitants, riverains). Pour le foncier par exemple, bien que des promesses de bail soient signées en amont du projet, le choix de l'implantation se fait en concertation avec les propriétaires et exploitants des terrains. En cas d'opposition de ceux-ci, ce dernier paramètre devient, bien sûr, une contrainte majeure. Toute solution retenue résulte alors d'un compromis et cette question doit être prise en compte pour définir des variantes réalistes.

Compte tenu de la configuration de la zone d'étude, trois variantes d'implantation ont été étudiées. Un cheminement itératif a été mené par le porteur de projet ayant conduit à la définition d'une variante de moindre impact. En effet, la connaissance du site et des contraintes locales se sont affinées avec l'avancée progressive des résultats des études de terrain et les démarches de concertation, ce qui a permis de faire évoluer les projets d'implantation pour limiter les impacts du parc sur son environnement. Ce sont ensuite les expertises naturaliste, paysagère, acoustique et énergétique qui permettent d'affiner la conception du projet.

La variante finale comporte 3 éoliennes et respecte un maximum de contraintes écologiques et paysagères.

6 - 3b 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 Etats-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

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

7 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

L'objectif de ce chapitre de l'étude de dangers est de rappeler les différents incidents et accidents qui sont survenus dans la filière éolienne, afin d'en faire une synthèse en vue de l'analyse des risques pour l'installation et d'en tirer des enseignements pour une meilleure maîtrise du risque dans les parcs éoliens.

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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 8 pour l'analyse détaillée des risques.

7 - 1 Inventaire des accidents et incidents en France

7 - 1a Base de données

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien d'Aulnay-l'Aître. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

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

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

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

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

7 - 1b Bilan de l'accidentologie matérielle

Selon la base ARIA recensant les accidents technologiques, un total de 88 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2020 (voir tableau ci-après listant les accidents survenus en France). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

Le graphique ci-après montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. 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. Elle est représentée 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. Elle est représentée par des histogrammes de couleur claire.

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

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011

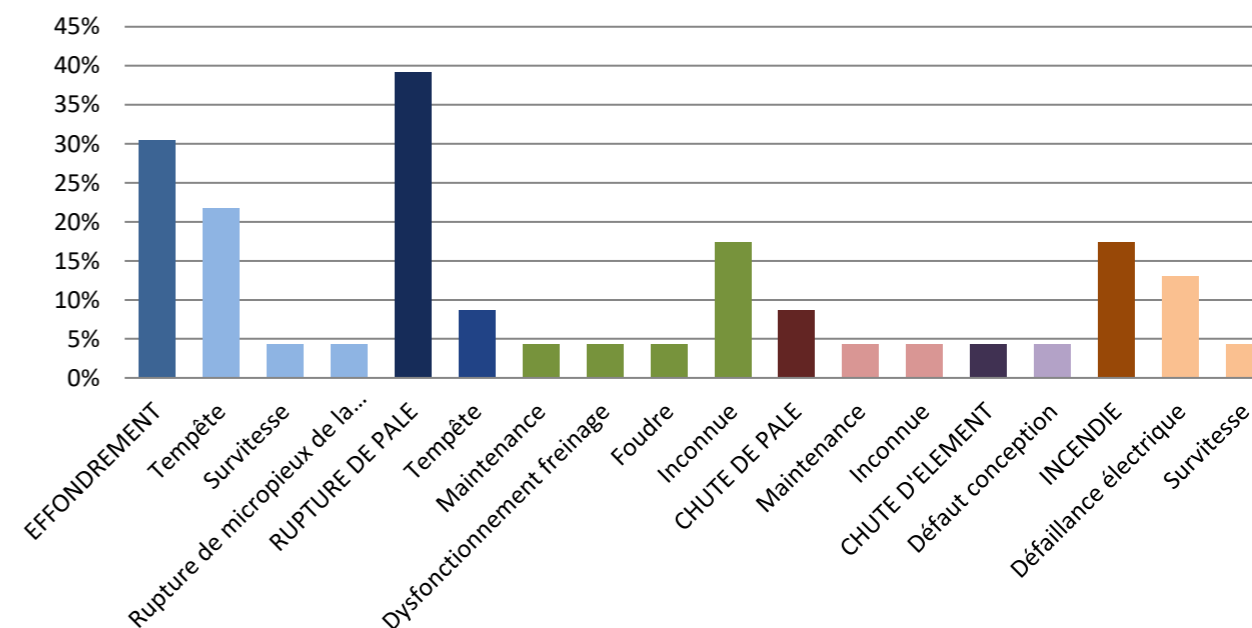


Figure 11 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

| Date | Localisation | Incident |
|------------|--|---|
| 2000 | Port la Nouvelle (Aude) | Le mât d'une machine de la ferme éolienne s'est plié lors d'une tempête, suite à la perte d'une pale |
| 2001 | Sallèles-Limousis (Aude) | Bris de pale dont la cause n'est pas connue |
| 01/02/2002 | Wormhout (Nord) | Bris de pale et mat plié à la suite d'une tempête |
| 25/02/2002 | Sallèles-Limousis (Aude) | Bris de pale sur une éolienne bipale, lors d'une tempête |
| 01/07/2002 | Port la Nouvelle – Sigean (Aude) | Electrocution et brûlures d'un opérateur par contact avec une partie sous haute tension d'un transformateur |
| 28/12/2002 | Nevian (Aude) | Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage lors d'une tempête |
| 05/11/2003 | Sallèles-Limousis (Aude) | Bris de pales sur 3 éoliennes lié à un dysfonctionnement du système de freinage |
| 2004 | Escales-Conilhac (Aude) | Bris des trois pales |
| 02/01/2004 | Le Portel - Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais) | Cassure du mât d'une éolienne et chute de plusieurs pales - Défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien) |
| 20/03/2004 | Loon Plage - port de Dunkerque | Une éolienne est abattue par le vent : le mât et une partie de sa fondation ont été arrachés. Cause non identifiée. |
| 22/06/2004 | Pleyber-Christ (Finistère) | Premier incident : une pale se brise par vent fort |
| 08/07/2004 | Pleyber-Christ (Finistère) | Deuxième incident : une autre pale se brise par vent fort |
| 2005 | Wormhout (Nord) | Bris de pale |
| 22/12/2005 | Montjoyer-Rochefort (Drôme) | Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne en raison de vents forts et d'un dysfonctionnement du système de freinage. |
| 07/10/2006 | Pleyber-Christ (Finistère) | Troisième incident : une éolienne perd une pale |
| 18/11/2006 | Roquetaillade (Aude) | Incendie de 2 éoliennes – Acte de malveillance |
| 03/12/2006 | Bondues (Nord) | Effondrement d'une éolienne en zone industrielle, relatif à une tempête |
| 31/12/2006 | Ally (Haute-Loire) | Chute de pale lors de la maintenance visant à remplacer les rotors |
| 02/03/2007 | Clitours (Manche) | Bris de pale de 4 m de long, projeté à plus de 200 mètres |
| 11/10/2007 | Plouvien (Finistère) | Chute d'un élément de la nacelle (la trappe de visite) |
| Mars 2008 | Dinéault (Finistère) | Emballement de l'éolienne (sans bris de pale associé) lors d'une tempête – dysfonctionnement du système de freinage |
| Avril 2008 | Plouguin (Finistère) | Collision d'un petit avion avec une éolienne, sans gravité pour le pilote amateur, vraisemblablement à cause des mauvaises conditions météo l'obligeant à voler au-dessous de l'altitude autorisé |
| 19/07/2008 | Erizée-la-Brulée (Meuse) | Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre et un défaut de pale |
| 28/08/2008 | Vauvillers (Somme) | Incendie de la nacelle relatif à problème au niveau d'éléments électroniques |
| 26/12/2008 | Raival (Meuse) | Chute de pale – cause inconnue |
| 26/01/2009 | Clastres (Aisne) | Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance suite à l'explosion d'un convertisseur |
| 08/06/2009 | Bollène (Vaucluse) | Bout de pale éolienne ouverte liée à un coup de foudre |
| 21/10/2009 | Froidfond – Espinassière (Vendée) | Incendie de la nacelle – cause inconnue |
| 30/10/2009 | Freyssenet (Ardèche) | Incendie de la nacelle relatif à court-circuit faisant suite à une opération de maintenance |
| 20/04/2010 | Toufflers (Nord) | Décès d'un technicien (crise cardiaque) au cours d'une opération de maintenance |
| 30/05/2010 | Port la Nouvelle (Aude) | Effondrement d'une éolienne – Rotor endommagé par survitesse |
| 19/09/2010 | Rochefort-en-Valdaine (Drôme) | Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles lors d'une tempête et relatif à un dysfonctionnement du système de freinage |

| Date | Localisation | Incident |
|------------|--|--|
| 15/12/2010 | Pouillé-les-Côteaux (Loire-Atlantique) | Chute de 3 m d'un technicien de maintenance. Aucune blessure grave |
| 31/05/2011 | Mesvres (Saône-et-Loire) | Collision entre train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne. Aucun blessé |
| 14/12/2011 | Non communiqué | Rupture de pale liée à la foudre |
| 03/01/2012 | Non communiqué | Acte de vandalisme : départ de feu au pied de tour |
| 05/01/2012 | Widehem (Pas-de-Calais) | Bris de pales – Projection à 380 m |
| 06/02/2012 | Lehaucourt (Aisne) | Opération de maintenance dans la nacelle - un arc électrique (690V) blesse deux sous-traitants (brulure sérieuse au visage et aux mains) |
| 18/05/2012 | Fresnay l'Evêque (Eure) | Chute d'une pale au pied d'une éolienne et rupture du roulement qui raccordait la pale au hub |
| 30/05/2012 | Port-la-Nouvelle (Aude) | Chute d'une éolienne liée à des rafales de vent de 130 km/h – Eolienne de 1991, tour en treillis (200 kW) |
| 01/11/2012 | Vieillespesse (Cantal) | Projection d'un élément de la pale à 70 m du mât pour une éolienne de 2,5 MW |
| 05/11/2012 | Sigean (Aude) | Feu sur une éolienne de 660 KW entraînant une chute de pale et enflammant 80 m ² de garrigue environnante |
| 06/03/2013 | Conihac-de-la-Montagne (Aude) | Chute d'une pale liée à un problème de fixation entraînant un arrêt automatique de l'éolienne (détection d'échauffement + vitesse de rotation excessive) |
| 17/03/2013 | Euvy (Marne) | Incendie dans une nacelle conduisant à la chute d'une pale et une fuite de 450 L d'huile en provenance du multiplicateur. L'origine du feu est liée à une défaillance électrique. Le feu a été maîtrisé en 1 heure |
| 01/07/2013 | Cambon-et-Salvergues (Hérault) | Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement. Ses voies respiratoires ont également été atteintes lors de l'accident |
| 03/08/2013 | Moreac (Morbihan) | Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice intervenant sur une éolienne – pollution du sol sur 80 m ² |
| 09/01/2014 | Anthény (Ardennes) | Feu dans une nacelle au niveau de la partie moteur |
| 20/01/2014 | Sigean (Aude) | Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration |
| 14/11/2014 | Saint-Cirgues-en-Montagne (Ardèche) | Chute d'une pale d'éolienne |
| 05/12/2014 | Fitou (Aude) | Chute d'une pale d'éolienne |
| 29/01/2015 | Remigny (Aisne) | Feu d'éolienne |
| 06/02/2015 | Lusseray (Deux-Sèvres) | Feu d'éolienne |
| 24/08/2015 | Santilly (Eure-et-Loir) | Incendie d'une éolienne |
| 10/11/2015 | Mesnil-la-Horgne (Meuse) | Chute du rotor |
| 07/02/2016 | Conilhac-Corbières (Aude) | Chute de l'aéofrein d'une pale |
| 08/02/2016 | Dinéault (Finistère) | Chute d'une pale et déchirement d'une autre lors d'une tempête |
| 07/03/2016 | Calanhel (Côtes-d'Armor) | Chute d'une pale |
| 28/05/2016 | Janville (Eure-et-Loir) | Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne entraînant une fuite d'huile |
| 18/08/2016 | Dargies (Oise) | Feu dans une éolienne |
| 18/08/2016 | Hescamps (Oise) | Feu dans une éolienne |
| 14/09/2016 | Les Grandes Chapelles (Aube) | Electrisation d'un employé dans une éolienne |
| 11/01/2017 | Le Quesnoy (Nord) | Fissure sur une pale d'éolienne |
| 12/01/2017 | Tuchan (Aude) | Rupture des pales d'une éolienne |
| 18/01/2017 | Nurlu (Somme) | Chute d'une pale d'une éolienne |

| Date | Localisation | Incident |
|------------|---|---|
| 27/02/2017 | Trayes (Deux-Sèvres) | Chute d'un élément d'une pale d'éolienne |
| 27/02/2017 | Lavallée (Meuse) | Rupture d'une pale d'éolienne |
| 06/06/2017 | Allones (Sarthe) | Feu dans la nacelle d'une éolienne |
| 08/06/2017 | Aussac-Vadalle (Charente) | Chute de pale d'éolienne due à la foudre |
| 24/06/2017 | Conchy/Canches (Pas-de-Calais) | Chute d'une pale |
| 17/07/2017 | Fécamp (Seine-Maritime) | Chute d'un aérofrein d'une éolienne |
| 24/07/2017 | Mauron (Morbihan) | Fuite d'huile sur une éolienne |
| 05/08/2017 | Priez (Aisne) | Détachement d'une pale |
| 26/10/2017 | Vaux-les-Mouzon (Ardennes) | Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance |
| 08/11/2017 | Roman (Eure) | Chute du carénage d'une éolienne |
| 01/01/2018 | Bouin (Vendée) | Chute d'une éolienne lors de la tempête Carmen |
| 04/01/2018 | Nixeville-Blercourt (Meuse) | Chute d'une pale d'éolienne |
| 06/02/2018 | Conilhac-Corbères (Aude) | Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne |
| 02/08/2018 | Izenave (Ain) | Incendie d'une éolienne |
| 06/11/2018 | Guigneville (Loiret) | Chute d'une éolienne |
| 19/11/2018 | Sommette-Eaucourt, Ollezy et Cugny (Aisne) | Chute d'une pale |
| 02/01/2019 | La Limouzinière (Loire-Atlantique) | Feu dans la nacelle d'une éolienne |
| 17/01/2019 | Bambiderstroff (Moselle) | Chute d'un morceau de pale |
| 23/01/2019 | Boutavent (Oise) | Le mât d'une éolienne se plie |
| 30/01/2019 | Roquetaillade et Conilhac-de-la-Montagne (Aude) | Chute d'une pale |
| 18/06/2019 | Quesnoy-sur-Airaines (Somme) | Incendie sur une éolienne |
| 27/06/2019 | Charly-sur-Marle (Aisne) | Chute d'un bout de pale d'une éolienne |
| 25/06/2019 | Ambon (Morbihan) | Feu dans la nacelle d'une éolienne |
| 04/09/2019 | Escale (Aude) | Chute d'aérofreins en bout de pale d'une éolienne |
| 09/12/2019 | Forêt-de-Tessé (Charente) | Bris d'une pale |
| 16/12/2019 | Santilly (Eure-et-Loir) | Incendie d'une éolienne |

Tableau 23 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA, mise à jour 15/04/2020)

7 - 1c Bilan accidentologie humaine

Le bilan de l'accidentologie humaine indique que depuis 20 ans environ, en France :

- Aucun tiers, extérieur au parc, n'a été blessé ou tué ;
- Les personnes blessées sont toutes du personnel de maintenance. Neuf accidents sont à déplorer conduisant à huit blessés et trois décès.

| Année | Nb. Individu | Blessure | Cause |
|-------|--------------|---|--|
| 2002 | 1 | Electrocution et brulure | Contact avec le transformateur |
| 2009 | 2 | Brûlure | Explosion du convertisseur |
| 2010 | 1 | Décès | Crise cardiaque |
| 2010 | 1 | Blessure légère | Chute de 3 m dans la nacelle |
| 2011 | 1 | Décès | Ecrasement lors du levage d'éléments d'éolienne |
| 2012 | 2 | Brûlure | Arc électrique |
| 2013 | 1 | Fracture du nez et atteinte des voies respiratoires | Projection d'un embout d'alimentation du réservoir d'azote sous pression et jet de gaz au visage |
| 2016 | 1 | Brûlure | Arc électrique |
| 2017 | 1 | Décès | Sangle du harnais happée par l'ascenseur |

Tableau 24 : Liste des accidents humains inventoriés

⇒ **A ce jour, en France, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer. Les seuls accidents de personne recensés en France relèvent de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service ou lors de phases de construction et de maintenance.**

7 - 2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il est également basé sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés. Tout comme pour le retour d'expérience français, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents.

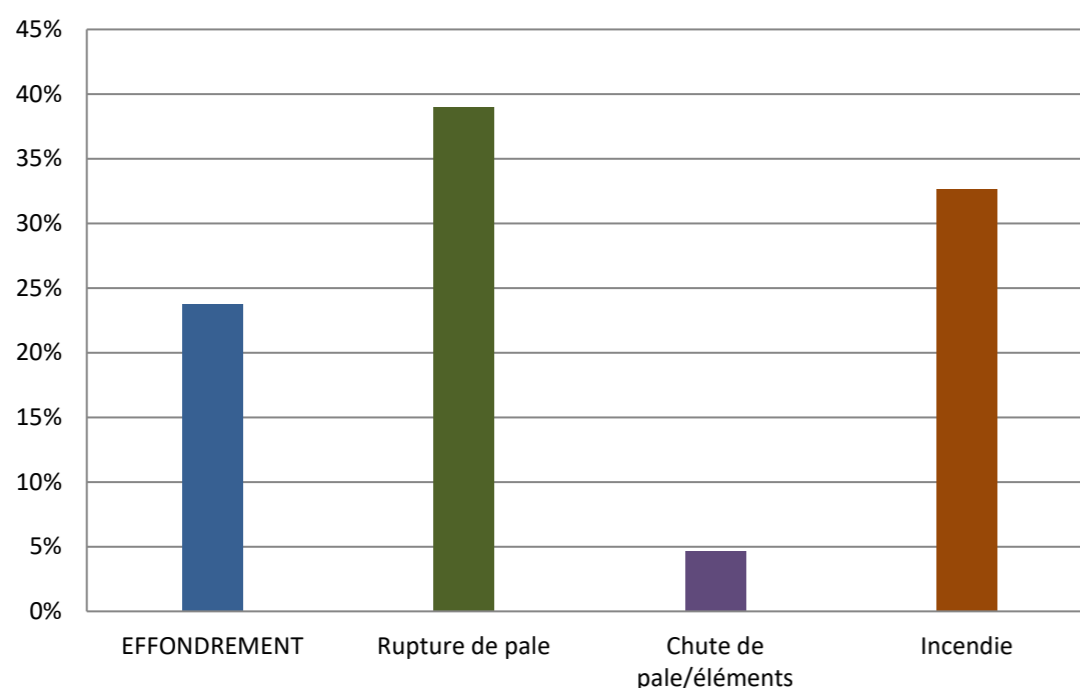
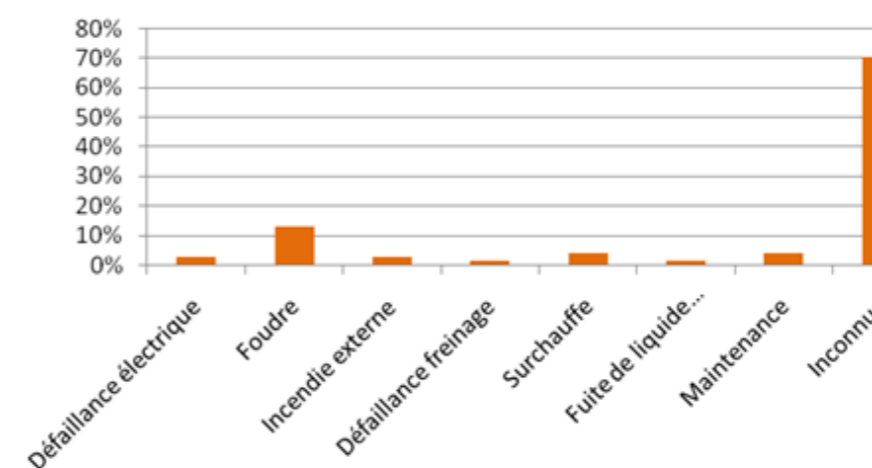
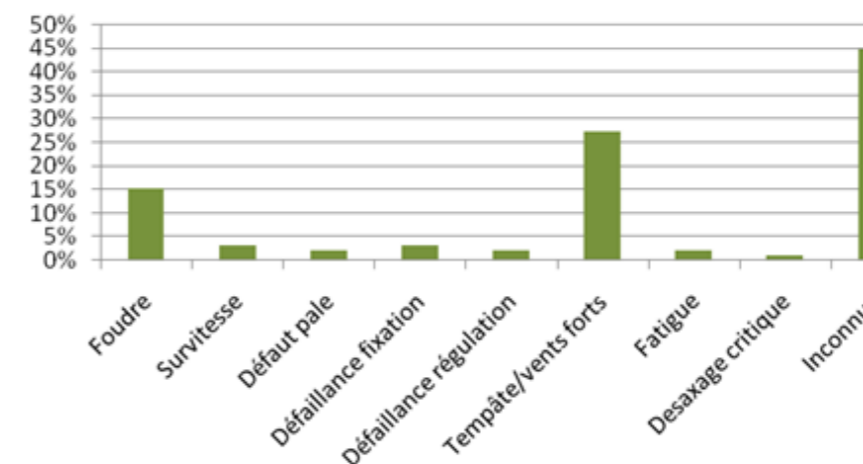
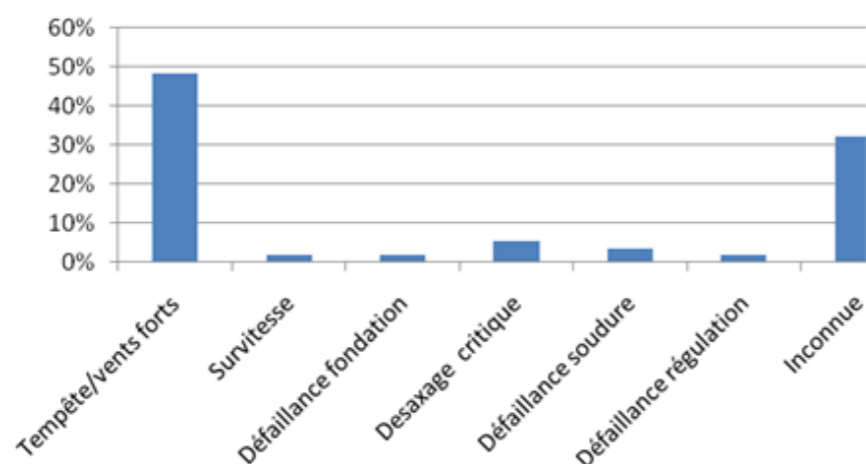


Figure 12 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)



Répartition des causes premières, dans l'ordre d'apparition des graphiques :

- Effondrement ;
- Rupture de pale ;
- Incendie.

Figure 13 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

7 - 3 Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant

Le projet d'Aulnay-l'Aître correspond à une création de parc éolien. Ainsi, n'étant ni une extension de parc existant ni une révision d'étude de dangers, la synthèse des accidents n'est pas pertinente, la société de projet « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » ayant été créée spécifiquement pour le projet et n'exploitant aucun parc éolien.

7 - 4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

7 - 4a Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

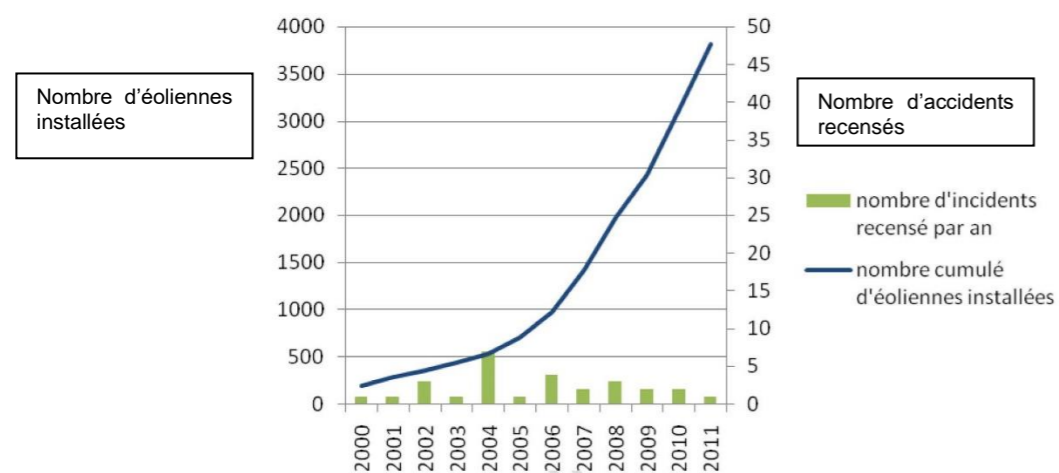


Figure 14 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012)

7 - 4b Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

Comme le montre l'arbre de défaillance, de nombreux phénomènes peuvent être à l'origine d'incidents et d'accidents. Toutefois, la tempête (vent fort) associée à un dysfonctionnement du système de freinage est l'une des principales causes.

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 ;
- Incendies.

7 - 5 Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

- **La non-exhaustivité des événements** : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;
- **La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience** : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;
- **Les importantes incertitudes** sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

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

8 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

8 - 1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

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

8 - 2 Recensement des événements exclus de l'analyse des risques

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

- Chute de météorite ;
- Séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-212 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-213 du même code ;
- Actes de malveillance.

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

- Inondations ;
- Séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- Incendies de cultures ou de forêts ;
- Pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- Explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

8 - 3 Recensement des agressions externes potentielles

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

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

8 - 3a Agressions externes liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m constituent des agressions potentielles (à l'exception des autres aérogénérateurs, recensés dans un rayon plus large de 500 mètres, et des aérodromes recensés dans un rayon de 2 km).

| Infrastructure | Voies de circulation | Aérodrome | Ligne THT | Autres aérogénérateurs |
|--|---|--|-----------------------------|--|
| Fonction | Transport | Transport aérien | Transport d'électricité | Production d'électricité |
| Événement redouté | Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules | Chute d'aéronef | Rupture de câble | Accident générant des projections d'éléments |
| Danger potentiel | Energie cinétique des véhicules et flux thermiques | Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique | Arc électrique, surtensions | Energie cinétique des éléments projetés |
| Périmètre | 200 m | 2 000 m | 200 m | 500 m |
| Distance par rapport au mât des éoliennes | E1 - | | | |
| | E2 18 m Cr n°8 | - | - | - |
| | E3 153 m Cr n°9 | | | |

Tableau 25 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines – Cr : Chemin rural (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

8 - 3b Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

| Agression externe | Intensité |
|--|---|
| Tempête | <ul style="list-style-type: none"> Risque modéré sur l'ensemble du département de la Marne. |
| Foudre | <ul style="list-style-type: none"> Densité de foudroiement : 1,8 impacts de foudre par an et par km² contre 2,0 en moyenne nationale ; Respect de la norme IEC 61400-24 (Juin 2010) et EN 62305-3 (Décembre 2012). |
| Glissement de sols / Affaissement minier | <ul style="list-style-type: none"> Aléa nul à faible de retrait et gonflement des argiles ; Cavité : Aucune cavité n'est présente dans le périmètre d'étude de dangers. |

Tableau 26 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Remarque : Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêts ou de cultures ou à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène lui-même.

Le cas spécifique des effets directs du risque de tension n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62305-3 (Décembre 2012) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 après.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque incendie, etc.). En effet, le système de mise à 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.

8 - 4 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux (voir paragraphes 5.1 et 5.2), l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

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

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

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

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

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR (présenté page suivante) sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

Remarque : Le tableau ci-après présentant le résultat d'une analyse de risque est considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes. Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en Annexe 1 de la présente étude.

| N° | Evénement initiateur | Evénement intermédiaire | Evénement redouté central | Fonction de sécurité (intitulé générique) | Phénomène dangereux | Qualification de la zone d'effet |
|-----|---|--|---|---|--|----------------------------------|
| G01 | Conditions climatiques favorables à la formation de glace | Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle | Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées | Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2) | Impact de glace sur les enjeux | 1 |
| G02 | Conditions climatiques favorables à la formation de glace | Dépôt de glace sur les pales | Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement | Prévenir de la formation de glace sur les pales (N°1) | Impact de glace sur les enjeux | 2 |
| I01 | Humidité / Gel | Court-circuit | Incendie de tout ou partie de l'éolienne | Prévenir les courts-circuits (N°5) | Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie | 2 |
| I02 | Dysfonctionnement électrique | Court-circuit | Incendie de tout ou partie de l'éolienne | Prévenir les courts-circuits (N°5) Prévenir les effets de la foudre (N°6) Protection et intervention incendie (N°7) | Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie | 2 |
| I03 | Survitesse | Echauffement des parties mécaniques et inflammation | Incendie de tout ou partie de l'éolienne | Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4) | Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie | 2 |
| I04 | Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification | Echauffement des parties mécaniques et inflammation | Incendie de tout ou partie de l'éolienne | Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) | Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie | 2 |
| I05 | Conditions climatiques humides | Surtension | Court-circuit | Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7) | Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie | 2 |
| I06 | Rongeur | Surtension | Court-circuit | Prévenir les courts-circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7) | Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie | 2 |
| I07 | Défaut d'étanchéité | Perte de confinement | Fuites d'huile isolante | Prévention et rétention des fuites (N°8) | Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie | 2 |
| F01 | Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur | Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration | Infiltration d'huile dans le sol | Prévention et rétention des fuites (N°8) | Pollution environnement | 1 |
| F02 | Renversement de fluides lors des opérations de maintenance | Ecoulement | Infiltration d'huile dans le sol | Prévention et rétention des fuites (N°8) | Pollution environnement | 1 |

| N° | Evénement initiateur | Evénement intermédiaire | Evénement redouté central | Fonction de sécurité (intitulé générique) | Phénomène dangereux | Qualification de la zone d'effet |
|-----|--|--|---|--|---|----------------------------------|
| C01 | Défaut de fixation | Chute de trappe | Chute d'élément de l'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) | Impact sur cible | 1 |
| C02 | Défaillance fixation anémomètre | Chute anémomètre | Chute d'élément de l'éolienne | Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) | Impact sur cible | 1 |
| C03 | Défaut fixation nacelle – pivot central – mât | Chute nacelle | Chute d'élément de l'éolienne | Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) | Impact sur cible | 1 |
| P01 | Survitesse | Contraintes trop importantes sur les pales | Projection de tout ou partie de la 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°12) | 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 |
| E03 | Crash d'aéronef | Agression externe et fragilisation structure | Effondrement éolienne | Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) | Projection/chute fragments et chute mât | 2 |
| E04 | Effondrement engin de levage travaux | Agression externe et fragilisation structure | Effondrement éolienne | Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13) | Chute fragments et chute mât | 2 |
| E05 | Vents forts | Défaillance fondation | Effondrement éolienne | Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11) | Projection/chute fragments et chute mât | 2 |
| E06 | Fatigue | Défaillance mât | Effondrement éolienne | Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12) | Projection/chute fragments et chute mât | 2 |
| E07 | Désaxage critique du rotor | Impact pale – mât | Effondrement éolienne | Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10) | Projection/chute fragments et chute mât | 2 |

Tableau 27 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

8 - 5 Effets dominos sur les ICPE

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 ».

On peut distinguer deux types d'effets dominos : **les effets dominos impactant les éoliennes** et **ceux créés par les éoliennes**.

Effets dominos impactant les éoliennes

Les effets dominos créés par l'extérieur et susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans les tableaux d'analyse des risques génériques présentés ci-avant (crash d'aéronef, usines extérieures, etc.).

Effets dominos créés par les éoliennes

Les effets dominos créés par le parc éolien interviennent lorsqu'un accident ayant lieu sur une des éoliennes impacte une usine voisine, une route très passante, etc.

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 ».

Seul un type d'installation est recensé à proximité et compose le parc éolien d'Aulnay-l'Aître : les trois éoliennes du parc.

Remarque : Le poste de livraison du parc éolien est situé à plus de 500 m des éoliennes.

Les actions de maintenances spécifiques aux éoliennes sont très ponctuelles et limitées dans le temps. De plus, certaines d'entre-elles ne nécessitent pas une intervention sur le terrain et peuvent s'effectuer à distance. De ce fait, l'enjeu humain au niveau de ces éléments peut être considéré identique à celui qui est observé sur les terrains non bâtis.

L'enjeu matériel concerne les éléments eux-mêmes, qui pourraient être détériorés (suite à la chute d'un élément de l'aérogénérateur, la chute d'un morceau de glace, la chute de l'aérogénérateur ou la projection d'un morceau de glace ou de pale ou d'une pale), ainsi que les cultures aux alentours de ces derniers, qui pourraient être également détériorées en cas d'incendie.

On limite 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 (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012). Or, dans le périmètre d'étude de dangers, aucune éolienne du parc éolien d'Aulnay-l'Aître ne se trouve à moins de 100 m d'une éolienne d'un parc en service ou de toute autre installation ICPE.

C'est la raison pour laquelle il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

⇒ **Aucun effet domino n'est envisagé. L'enjeu humain lié à ce risque est donc faible.**

8 - 6 Mise en place des mesures de sécurité

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 et leur mise en œuvre sur les éoliennes du parc éolien d'Aulnay-l'Aître. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement 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** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple ;
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action) ;
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires ;
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »). Dans le cadre des études de dangers liées aux 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 liée à des éoliennes, 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)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation ;

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

Remarque 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).

Remarque 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.

| N° de la fonction de sécurité : 1 | Prévenir de la formation de glace sur les pales de l'éolienne | N° de risque concerné : GO2 |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| Mesures de sécurité | Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage. | |
| Description | Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site. | |
| Indépendance | Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés. | |
| Temps de réponse | Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.) | |
| Efficacité Tests | 100 % Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne | |
| Maintenance | Vérification permanente de l'état du système puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. | |

| N° de la fonction de sécurité : 2 | Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace | N° de risque concerné : GO1 |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| Mesures de sécurité | Panneautage en pied de machine. Eloignement des zones habitées et fréquentées. | |
| Description | Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011). | |
| Indépendance | Oui | |
| Temps de réponse | NA | |
| Efficacité | 100 %. Il est considéré 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. | |

| N° de la fonction de sécurité : 3 | Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques | N° de risque concerné : I03/I04 |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| Mesures de sécurité | Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement. Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice. | |
| Description | En cas de température anormalement haute, une alarme est émise par le système SCADA au centre de contrôle de l'exploitant. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et ne peut être relancée qu'après intervention d'un technicien en nacelle, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant. | |
| Indépendance | Oui Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation. | |
| Temps de réponse | <60 secondes. | |
| Efficacité Tests | 100 % Lors de la phase d'essai de la machine. | |
| Maintenance | Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. | |

| N° de la fonction de sécurité : 4 | Prévenir la survitesse | N° de risque concerné : I03/P01 |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| Mesures de sécurité | Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2). | |
| Description | Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. <i>NB</i> : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire. | |
| Indépendance | Oui | |
| Temps de réponse | 15 à 60 s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté). L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011. | |
| Efficacité Tests | 100 % 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 après les 500 à 1 500 premières heures de fonctionnement (environ 3 mois). Maintenance préventive annuelle de l'éolienne avec notamment contrôle de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement. | |

| N° de la fonction de sécurité : 5 | | Prévenir les courts-circuits | N° de risque concerné : 101/102/105/106 |
|-----------------------------------|---|------------------------------|---|
| Mesures de sécurité | Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique. | | |
| Description | Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut. | | |
| Indépendance | Oui | | |
| Temps de réponse | De l'ordre de la seconde | | |
| Efficacité | 100 % | | |
| Tests | Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les 6 mois. | | |
| 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. | | |

| N° de la fonction de sécurité : 6 | | Prévenir les effets de la foudre | N° de risque concerné : 102 |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|
| Mesures de sécurité | Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur. | | |
| Description | Respect de la norme IEC 61400 – 24 (juin 2010). Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales. Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation). Parasurtenseurs sur les circuits électriques. | | |
| Indépendance | Oui | | |
| Temps de réponse | Immédiat dispositif passif | | |
| Efficacité | 100 % | | |
| Tests | Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée. | | |
| 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. Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive. | | |

| N° de la fonction de sécurité : 7 | | Protection et intervention incendie | N° de risque concerné : 102 |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------|
| Mesures de sécurité | Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours. | | |
| Description | Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secouru (UPS). L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance) | | |
| Indépendance | Oui | | |
| Temps de réponse | < 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est, quant à lui, dépendant de la zone géographique. | | |
| Efficacité | 100 % | | |
| Tests | Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans. | | |
| Maintenance | Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel. | | |

| N° de la fonction de sécurité : 8 | | Prévention et rétention des fuites | N° de risque concerné : 107/F01/F02 |
|-----------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| Mesures de sécurité | Détecteurs de niveau d'huiles. Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération. Capteurs de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation). Procédure d'urgence. Kit antipollution. | | |
| Description | Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : <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. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement. | | |
| Indépendance | Oui | | |
| Temps de réponse | Dépendant du débit de fuite | | |
| Efficacité | 100 % | | |
| Tests | Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance. | | |
| Maintenance | Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an. | | |

| N° de la fonction de sécurité : 9 | Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) | N° de risque concerné : C01/C02/C03/P03/E01/E02/E03/E05/E07 |
|-----------------------------------|--|---|
| Mesures de sécurité | Surveillance des vibrations. Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités. Attestation du contrôle technique (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 équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion). | |
| Indépendance | Oui | |
| Temps de réponse | 15 à 60 s pour les capteurs de vibration (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté). | |
| Efficacité | 100 % | |
| Tests | Déclenchement manuel des capteurs de vibration et vérification de la réponse du système. | |
| Maintenance | 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. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors des maintenances préventives annuelles. | |

| N° de la fonction de sécurité : 10 | Prévenir les erreurs de maintenance | N° de risque concerné : C01/E07 |
|------------------------------------|---|---------------------------------|
| Mesures de sécurité | Procédure maintenance. | |
| Description | Préconisations du manuel de maintenance. Formation du personnel. | |
| Indépendance | Oui | |
| Temps de réponse | NA | |
| Efficacité | 100 % | |
| Tests | Vérification du manuel de maintenance avant démarrage de l'exploitation. Formation systématique des techniciens. | |
| Maintenance | NA | |

| N° de la fonction de sécurité : 11 | Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort | N° de risque concerné : E05 |
|------------------------------------|--|-----------------------------|
| Mesures de sécurité | Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pâles) par le système de conduite. | |
| Description | L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue. | |
| Indépendance | Oui | |
| Temps de réponse | 15 à 60 s suivant le programme de freinage. | |
| Efficacité | 100 %. <i>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.</i> | |
| Tests | Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne. | |
| Maintenance | Maintenance préventive du système pitch (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch. Maintenance préventive du frein mécanique (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique. | |

| N° de la fonction de sécurité : 12 | Prévenir la dégradation de l'état des équipements | N° de risque concerné : E06/P02 |
|------------------------------------|---|---------------------------------|
| Mesures de sécurité | Inspection + actions de sécurité associées. | |
| Description | NA | |
| Indépendance | Oui | |
| Temps de réponse | NA | |
| Efficacité | 100 % | |
| Tests | Dégradation de l'état des équipements surveillée à chaque visite machine. | |
| Maintenance | Lors de chaque visite sur site. | |

| N° de la fonction de sécurité : 13 | Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention | N° de risque concerné : E04 |
|------------------------------------|---|-----------------------------|
| Mesures de sécurité | Elaboration du plan de prévention, mise en œuvre des mesures définies. | |
| Description | Plan de prévention fait annuellement incluant une visite commune pour identifier les risques sur site ainsi que les mesures de prévention et d'urgence. | |
| Indépendance | Oui | |
| Temps de réponse | NA | |
| Efficacité | 100 % | |
| Tests | Visite sécurité 2 fois par an par le constructeur sur site et vérification de l'application des consignes du plan de prévention. | |
| Maintenance | Annuelle ou à chaque opération non-routinière (intervention d'une grue externe par exemple). | |

Tableau 28 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

8 - 7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

| Nom du scénario exclu | Justification |
|---|--|
| Incendie de l'éolienne (effets thermiques) | <p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>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.</p> |
| Incendie du poste de livraison ou du transformateur | <p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)</p> |
| Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C | <p>Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.</p> <p>Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.</p> |
| Infiltration d'huile dans le sol | <p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p> |

Tableau 29 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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.

9 ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

9 - 1 Rappel des définitions

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

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

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

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers. Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes.

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

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

9 - 1a Cinétique

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une **cinétique rapide**. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

9 - 1b 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).

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

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

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

- **5 % d'exposition : seuil d'exposition très forte ;**
- **1 % d'exposition : seuil d'exposition forte.**

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

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

Tableau 30 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

9 - 1c 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.

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

Tableau 31 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)

9 - 1d Probabilité

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

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

Tableau 32 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)

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

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

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

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

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

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

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

$P_{\text{orientation}}$ = 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.

9 - 1e Matrice de criticité

La criticité de l'évènement est définie par le croisement de la probabilité et de la gravité via le tableau nommé « matrice de criticité ».

La criticité de l'évènement est alors définie à partir d'une cotation du couple probabilité-gravité et définit 3 zones :

- **En vert** : une zone pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de moindres et donc acceptables ; l'évènement y est jugé sans effet majeur et ne nécessite pas de mesures particulières ;
- **En jaune** : une zone de risques intermédiaires, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés doit être assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps) ;
- **En rouge** : une zone de risques élevés, qualifiés de non acceptables et pour laquelle des modifications substantielles doivent être définies afin de réduire le risque à un niveau acceptable ou intermédiaire, par la démonstration de la maîtrise de ce risque.

| GRAVITÉ Conséquence | Classe de Probabilité | | | | |
|------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | E | D | C | B | A |
| Désastreuse | Jaune | Rouge | Rouge | Rouge | Rouge |
| Catastrophique | Jaune | Jaune | Rouge | Rouge | Rouge |
| Importante | Jaune | Jaune | Jaune | Rouge | Rouge |
| Sérieuse | Vert | Vert | Jaune | Jaune | Rouge |
| Modérée | Vert | Vert | Vert | Vert | Jaune |

Légende de la matrice :

| Niveau de risque | Couleur | Acceptabilité |
|--------------------|---------|----------------|
| Risque très faible | Vert | Acceptable |
| Risque faible | Jaune | Acceptable |
| Risque important | Rouge | Non acceptable |

Tableau 33 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

9 - 2 Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques

9 - 2a Rappel des caractéristiques des modèles étudiés

Les caractéristiques techniques du modèle d'éolienne étudié pour les calculs de risques dans la suite du document sont les suivantes :

| Modèle | Constructeur | Puissance | Hauteur nacelle | Hauteur au moyeu | Diamètre rotor | Hauteur en bout de pale |
|--------|----------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|-------------------------|
| SG132 | SIEMENS-GAMESA | 3,465 MW | 100 m | 97 m | 132 m | 165 m |

Tableau 34 : Principales caractéristiques techniques des modèles envisagés (source : EUROCAPE, 2020)

L'étude détaillée des risques engendrés par le projet éolien d'Aulnay-l'Aître présentée dans les paragraphes suivants est basée sur les caractéristiques décrites ci-dessus, permettant d'étudier la criticité de chacun des évènements redoutés. Le détail de calcul des périmètres d'étude est présenté chapitre 3.4.1.

9 - 2b Chute de glace

Considérations générales

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

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

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

Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, **la zone d'effet a donc un rayon de 66 mètres**. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R correspond au rayon rotor, SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1 \text{ m}^2$).

| Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $R =$ zone de survol) | | | | |
|--|------------------|----------------------------------|--|--------------------|
| Eolienne | Zone d'impact | Zone d'effet du phénomène étudié | Degré d'exposition du phénomène étudié | Intensité |
| | $Z_I = SG$ | $Z_E = \pi \times R^2$ | $d = (Z_I/Z_E)$ | |
| SG132 | 1 m ² | 13 685 m ² | 0,007 % (<1 %) | Exposition modérée |

Tableau 35 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modérée ».

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

| Chute de glace | | | | | | |
|----------------|--|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------|
| Eolienne | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | | Terrains aménagés mais peu fréquentés | | Nombre total de personnes exposées | Gravité |
| | 1 personne / 100 ha | | 1 personne / 10 ha | | | |
| | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | | |
| E1 | 1,37 | 0,02 | 0,00 | 0 | 0,02 | Modérée |
| E2 | 1,30 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,03 | Modérée |
| E3 | 1,37 | 0,02 | 0,00 | 0 | 0,02 | Modérée |

Tableau 36 : Evaluation de la gravité dans le scénario de chute de glace

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

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

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur, la gravité et le niveau de risque associé (acceptable/inacceptable).

| Chute de glace | | |
|----------------|---------|------------------|
| Eolienne | Gravité | Niveau de risque |
| E1 à E3 | Modérée | Acceptable |

Tableau 37 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de chute de glace

⇒ Ainsi, pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, 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.

9 - 2c Chute d'éléments de l'éolienne

Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une **zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor (66 m dans le cas du projet éolien d'Aulnay-l'Aître)**.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R correspond au rayon de rotor et LB à la largeur de la base de la pale.

| Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à R = zone de survol) | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------------|--|------------------|
| Eolienne | Zone d'impact | Zone d'effet du phénomène étudié | Degré d'exposition du phénomène étudié | Intensité |
| | $Z_I = R \times LB/2$ | $Z_E = \pi \times R^2$ | $d = (Z_I/Z_E)$ | |
| SG132 | 149 m ² | 13 685 m ² | 1,085 % (1 % < d < 5 %) | Exposition forte |

Tableau 38 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute d'éléments, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Importante » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieuse » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modérée ».

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

| Chute d'éléments de l'éolienne | | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------|
| Eolienne | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | | Terrains aménagés mais peu fréquentés | | Nombre total de personnes exposées | Gravité |
| | 1 personne / 100 ha | | 1 personne / 10 ha | | | |
| | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | | |
| E1 | 1,37 | 0,02 | 0,00 | 0 | 0,02 | Sérieuse |
| E2 | 1,30 | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,03 | Sérieuse |
| E3 | 1,37 | 0,02 | 0,00 | 0 | 0,02 | Sérieuse |

Tableau 39 : Evaluation de la gravité dans le scénario de chute d'éléments

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

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

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

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Evènement 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'évènement.

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur, la gravité et le niveau de risque associé (acceptable/inacceptable).

| Chute d'éléments de l'éolienne | | |
|--------------------------------|----------|------------------|
| Eolienne | Gravité | Niveau de risque |
| E1 à E3 | Sérieuse | Acceptable |

Tableau 40 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de chute d'éléments

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

9 - 2d Effondrement de l'éolienne

Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une **surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 165 m pour les éoliennes du parc éolien d'Aulnay-l'Aître.**

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

Intensité

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

Le tableau ci-dessous présente les résultats. Z_i est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, d le degré d'exposition, R est le rayon du rotor, H la hauteur au moyeu, L la largeur du mât et LB la largeur de la base de la pale.

| Effondrement de l'éolienne | | | | |
|--|---|----------------------------------|--|-------------------------|
| Dans un rayon $H + R$ autour de l'éolienne | | | | |
| Eolienne étudiée | Zone d'impact | Zone d'effet du phénomène étudié | Degré d'exposition du phénomène étudié | Intensité |
| | $Z_i = (H \times L) + (3 \times R \times LB/2)$ | $Z_E = \pi \times (H+R)^2$ | $d = (Z_i/Z_E)$ | |
| SG132 | 1 125 m ² | 83 469 m ² | 1,347 % ($1 \% < d < 5 \%$) | Exposition forte |

Tableau 41 : Evaluation de l'intensité dans le scénario d'effondrement de l'éolienne

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), 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 :

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Importante » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieuse » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modérée ».

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

| Effondrement de l'éolienne | | | | | | |
|----------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Eolienne | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | | Terrains aménagés mais peu fréquentés | | Nombre total de personnes exposées | Gravité |
| | 1 personne / 100 ha | | 1 personne / 10 ha | | | |
| | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | | |
| E1 | 8,55 | 0,09 | 0,00 | 0 | 0,09 | Sérieuse |
| E2 | 8,39 | 0,09 | 0,16 | 0,02 | 0,11 | Sérieuse |
| E3 | 8,49 | 0,09 | 0,06 | 0,01 | 0,10 | Sérieuse |

Tableau 42 : Evaluation de la gravité dans le scénario d'effondrement de l'éolienne

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

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

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

Tableau 43 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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'expérience³, 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 : « Evènement 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'évènement.

³ 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.

9 - 2e Projection de glace

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

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

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

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

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D », à savoir : « s'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur, la gravité et le niveau de risque associé (acceptable/inacceptable).

| Effondrement de l'éolienne | | |
|----------------------------|----------|------------------|
| Eolienne | Gravité | Niveau de risque |
| E1 à E3 | Sérieuse | Acceptable |

Tableau 44 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario d'effondrement de l'éolienne

⇒ Ainsi, pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence n°15 du chapitre 10.4 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 est de 343,5 m pour les éoliennes du parc éolien d'Aulnay-l'Aître.

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir référence n°17 du chapitre 10.4). A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R correspond au rayon de rotor, H la hauteur au moyeu, et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

| Projection de glace | | | | |
|---|---------------------|---|--|--------------------|
| Dans un rayon 1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne | | | | |
| Eolienne étudiée | Zone d'impact | Zone d'effet du phénomène étudié | Degré d'exposition du phénomène étudié | Intensité |
| | Z _I = SG | Z _E = π x (1,5 x (H + 2 x R)) ² | d = (Z _I /Z _E) | |
| SG132 | 1 m ² | 370 684 m ² | 0,0003 % (<1%) | Exposition modérée |

Tableau 45 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de glace

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modérée ».

La société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » s'engage à installer des éoliennes munies de système de détection de givre ou de glace, grâce aux instruments météorologiques présents sur la nacelle ainsi que des capteurs dans les pales qui permettront de stopper l'éolienne et éviter toute projection de glace.

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

| Projection de glace | | | | | | | |
|---------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|
| Eolienne | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | | Terrains aménagés mais peu fréquentés | | RN 44 | Nombre total de personnes exposées | Gravité |
| | 1 personne / 100 ha | | 1 personne / 10 ha | | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | | |
| | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | Nombre de personnes exposées | | |
| E1 | 35,80 | 0,36 | 0,61 | 0,07 | 27,6 | 28,03 | Importante |
| E2 | 36,18 | 0,37 | 0,49 | 0,05 | 16,5 | 16,92 | Importante |
| E3 | 35,96 | 0,36 | 0,76 | 0,08 | 14,8 | 15,24 | Importante |

Tableau 46 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de glace

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.

Ainsi, le nombre de personnes réellement exposées est le suivant :

| Projection de glace | | | | |
|---------------------|--|------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Eolienne | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | | Nombre total de personnes exposées | Gravité |
| | 1 personne / 100 ha | | | |
| | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | | |
| E1 | 37,07 | 0,38 | 0,38 | Modérée |
| E2 | 37,07 | 0,38 | 0,38 | Modérée |
| E3 | 37,07 | 0,38 | 0,38 | Modérée |

Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de glace

Probabilité

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

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

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

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur, la gravité et le niveau de risque associé (acceptable/inacceptable).

| Projection de morceaux de glace | | | |
|---------------------------------|---------|--|-------------------|
| Eolienne | Gravité | Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage | Niveau de risque |
| E1 à E3 | Modérée | Oui | Acceptable |

Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de projection de glace

⇒ Ainsi, pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

9 - 2f Projection de pales et de fragments de pales

Zone d'effet

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

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

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études présentées aux points 5 et 6 au chapitre 10.4 (bibliographie).

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

Intensité

Pour le phénomène de projection de pales ou de fragments de pales, 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 projection de pales ou de fragment de pales. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R correspond au rayon de rotor, LB à la largeur de la base de la pale et R_E au rayon de la zone d'effet (500 m).

| Projection de pale ou de fragments de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne | | | | |
|---|-----------------------|----------------------------------|--|--------------------|
| Eolienne | Zone d'impact | Zone d'effet du phénomène étudié | Degré d'exposition du phénomène étudié | Intensité |
| | $Z_I = R \times LB/2$ | $Z_E = \pi \times R_E^2$ | $d = (Z_I/Z_E)$ | |
| SG132 | 148,5 m ² | 785 398 m ² | 0,019 % (<1%) | Exposition modérée |

Tableau 49 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de pales ou de fragments de pales

Remarque : R_E correspond au rayon de la zone d'effet, soit 500 m. Il n'est pas à confondre avec R le rayon du rotor.

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de pales ou de fragments de pales, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

- Plus de 1 000 personnes exposées → « Désastreuse » ;
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Importante » ;
- Moins de 10 personnes exposées → « Sérieuse » ;
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » → « Modérée ».

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

| Projection de pales ou de fragments de pales | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---|------------------------------------|------------|
| Eolienne | Terrains non aménagés et très peu fréquentés | | Terrains aménagés mais peu fréquentés | | RN 44 | Nombre total de personnes exposées | Gravité |
| | 1 personne / 100 ha | | 1 personne / 10 ha | | 0,4 pers / km exposé / 100 véhicules / jour | | |
| | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | Surface exposée en ha | Nombre de personnes exposées | Nombre de personnes exposées | | |
| E1 | 74,78 | 0,75 | 1,82 | 0,19 | 81,7 | 82,64 | Importante |
| E2 | 74,8 | 0,75 | 1,83 | 0,19 | 80,3 | 81,24 | Importante |
| E3 | 74,69 | 0,75 | 2,01 | 0,21 | 77,5 | 78,46 | Importante |

Tableau 50 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de pales ou de fragments de pales

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

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

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

Tableau 51 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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 évènements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ évènement par éolienne et par an).

Ces évènements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Evènement 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'évènement.

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 ;
- Le système de détection des survitesses et un système redondant de freinage ;
- Le 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 ;
- L'utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

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

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

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur, la gravité et le niveau de risque associé (acceptable/inacceptable).

| Projection de pales ou de fragments de pales | | |
|--|------------|------------------|
| Eolienne | Gravité | Niveau de risque |
| E1 | Importante | Acceptable |
| E2 | Importante | Acceptable |
| E3 | Importante | Acceptable |

Tableau 52 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de projection de pales ou de fragments de pales

⇒ Ainsi, pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

9 - 3 Synthèse de l'étude détaillée des risques

9 - 3a Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

| Scénario | Zone d'effet | Cinétique | Intensité | Probabilité | Gravité |
|--|--|-----------|--------------------|-------------|------------------------------|
| Chute de glace | Zone de survol (66 m) | Rapide | Exposition modérée | A | Modérée E1 à E3 |
| Chute d'éléments de l'éolienne | Zone de survol (66 m) | Rapide | Exposition forte | C | Sérieuse E1 à E3 |
| Effondrement de l'éolienne | H + R (165 m) | Rapide | Exposition forte | D | Sérieuse E1 à E3 |
| Projection de glace | 1,5 x (H + 2R) autour de chaque éolienne (343,5 m) | Rapide | Exposition modérée | B | Modérée E1 à E3 |
| Projection de pales ou de fragments de pales | 500 m autour de chaque éolienne | Rapide | Exposition modérée | D | Importante E1 à E3 |

Tableau 53 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc – H : hauteur au moyeu ; R : rayon du rotor

9 - 3b Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

La liste des scénarios pointés dans la matrice sont les suivants :

- Chute d'éléments des éoliennes E1 à E3 (scénarios C_e1 à C_e3) ;
- Chute de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios C_g1 à C_g3) ;
- Effondrement des éoliennes E1 à E3 (scénarios E_r1 à E_r3) ;
- Projection de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios P_g1 à P_g3) ;
- Projection de pales ou de fragments de pales des éoliennes E1 à E3 (scénarios P_p1 à P_p3).

| GRAVITÉ Conséquence | Classe de Probabilité | | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | E | D | C | B | A |
| Désastreuse | | | | | |
| Catastrophique | | | | | |
| Importante | | P _p 1 et P _p 3 | | | |
| Sérieuse | | E _r 1 à E _r 3 | C _e 1 à C _e 3 | | |
| Modérée | | | | P _g 1 à P _g 3 | C _g 1 à C _g 3 |

Légende de la matrice :

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

Figure 15 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- Certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

9 - 3c Cartographie des risques

Une carte de synthèse des risques est présentée ci-après. Elle fait apparaître, pour les scénarios les plus critiques :

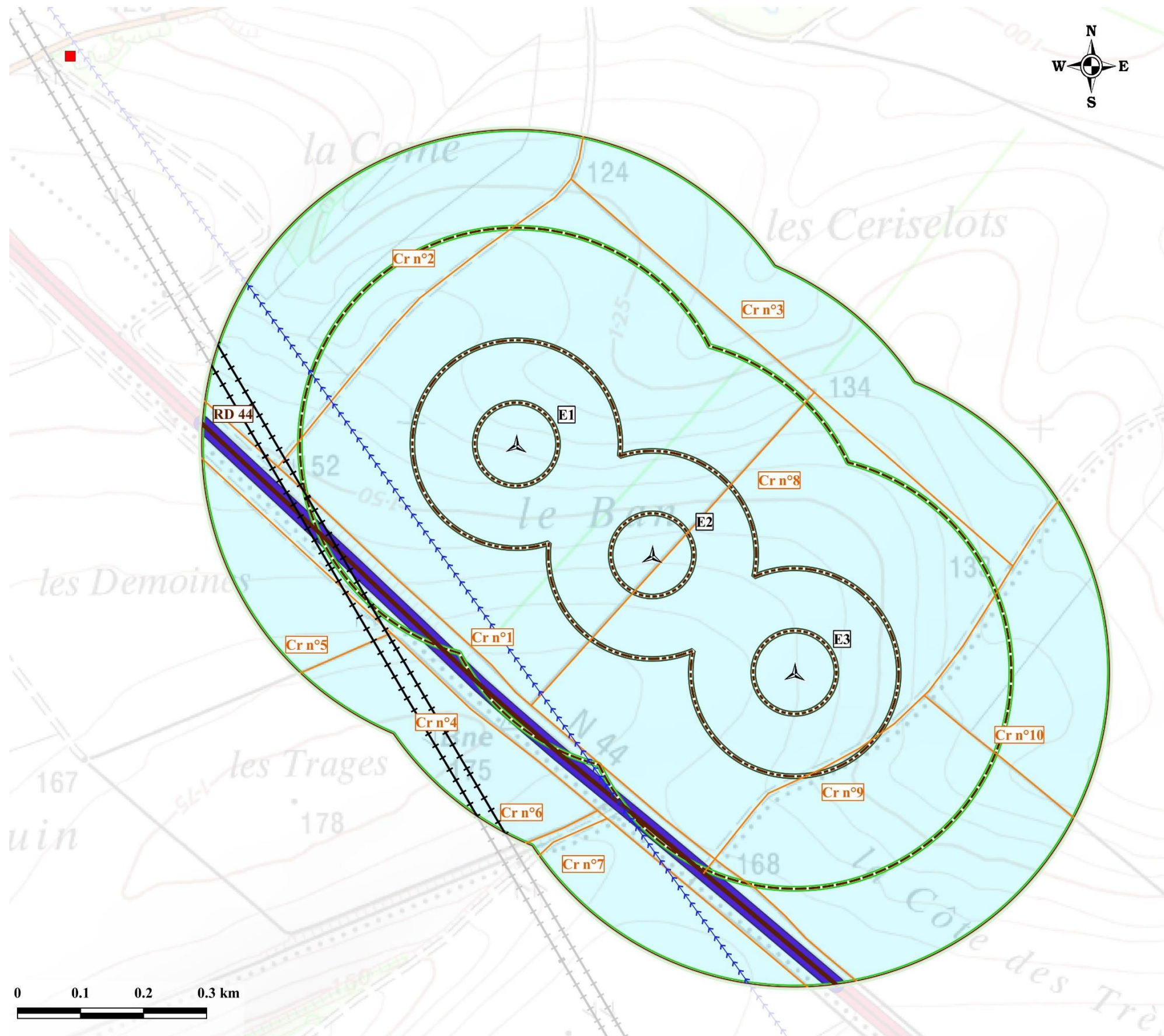
- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- Une représentation graphique de la probabilité d'atteinte des enjeux.

Synthèse

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Avril 2020

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



Légende

Parc éolien d'Aulnay-l'Aître

▲ Éolienne

■ Poste de livraison

Scénarii étudiés

--- Chute de glace ou d'éléments (66 m)

... Effondrement (165 m)

— Projection de glace (343,5 m)

— Projection de pale (500 m)

Personnes exposées

Moins de 1 personne

Entre 10 et 100 personnes

Intensité d'exposition

Modérée

Forte

Servitude radioélectrique

SGAMI

Infrastructures routières

Chemin rural

Route nationale

Servitude électrique

Ligne électrique aérienne

Carte 20 : Synthèse des risques dans le périmètre de dangers

10 CONCLUSIONS

Les principaux accidents majeurs identifiés au travers de l'étude de dangers pour le parc éolien d'Aulnay-l'Aître sont ceux les plus fréquents au regard de l'accidentologie, à savoir :

- Le bris de pale ;
- L'effondrement de l'éolienne ;
- La chute d'éléments ;
- La chute et le bris de glace.

La probabilité d'atteinte d'un enjeu par un projectile est variable en fonction du scénario :

- D pour l'effondrement de l'éolienne ;
- C pour la chute d'éléments ;
- A pour la chute de glace ;
- D pour la projection d'un fragment de pale ;
- B pour la projection de glace.

Dans la zone de surplomb des éoliennes, là où s'observent la chute de glace et d'éléments, l'enjeu humain est au maximum de 0,03 personne, ce qui représente une gravité modérée pour la chute de glace et sérieuse pour la chute d'éléments. Seules sont présentes des surfaces agricoles et une portion d'un chemin rural. L'enjeu humain est nettement inférieur à une personne et le risque associé est, au maximum, faible.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué entre 0,09 et 0,11 personne, ce qui représente une gravité sérieuse. Seules sont présentes des surfaces agricoles, et des portions de chemins ruraux. En l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est nettement inférieur à une personne et le risque associé est très faible.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain réel est de 0,38 personnes. En effet, bien que la RN 44 et des chemins ruraux traversent ce périmètre, il a été observé dans la littérature disponible qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable. La gravité est modérée et le risque associé très faible.

Enfin, sur **le reste de la zone, correspondant à la zone de projection de pales ou de fragments de pales**, l'enjeu humain est compris entre 10 et 100 personnes (il varie de 78,46 à 82,64 personnes). La gravité est donc importante. Le risque reste toutefois acceptable et faible pour toutes les éoliennes. Dans cette zone sont présents des champs et des portions d'infrastructures routières (RN 44 et chemins ruraux).

Les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs sont :

- **Des barrières de prévention avec :**
 - ✓ Des balisages des éoliennes ;
 - ✓ Des détecteurs de feux ;
 - ✓ Des détecteurs de survitesse ;
 - ✓ Un système antifoudre ;
 - ✓ Des protections contre la glace ;
 - ✓ Des protections contre l'échauffement des pièces mécaniques ;
 - ✓ Des protections contre les courts-circuits ;
 - ✓ Des protections contre la pollution environnementale.
- **Une maintenance préventive et vérification :**
 - ✓ Planning de maintenance préventive ;
 - ✓ Maintenance des installations électriques ;
 - ✓ Vérifications électrique, incendie, annuelle par un organisme agréé.
- **Un personnel formé ;**
- **Des machines certifiées.**

L'ensemble des scénarios étudiés est en zone de risques intermédiaires, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés est assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps).

Les mesures de maîtrise des risques mises en place sur l'installation sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux retenus dans l'étude détaillée.

11 ANNEXES

11 - 1 Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios du tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques, présenté au chapitre 7.4.

La numérotation des scénarios ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

11 - 1a Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace ;
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor ;
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

Scénario G02

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

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

11 - 1b Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

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

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

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

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

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

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

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

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

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée. En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

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

11 - 1c Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

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

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

Scénario F01

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

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

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

Deux événements peuvent être aggravants :

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

Scénario F02

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

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

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

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

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

11 - 1d Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

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

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

11 - 1e Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P03)

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

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

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

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite en Annexe, dans la partie 10-1.2 (scénarios incendies).

Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

- **Prévention** : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire) ;
- **Facteur aggravant** : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballement de l'éolienne.

Scénarios P03

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

11 - 1f Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E07)

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

- **Erreur de dimensionnement de la fondation** : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
- **Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance** : Formation du personnel intervenant
- **Causes externes dues à l'environnement** : séisme, etc.

11 - 2 Probabilité d'atteinte et risque individuel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tableau 54 : Probabilité d'atteinte en fonction de l'événement redouté (source : Guide de l'INERIS, mai 2012)

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

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

11 - 3 Glossaire

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

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

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

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

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

Evènement initiateur : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Attention aux confusions possibles :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- **ICPE :** Installation Classée pour la Protection de l'Environnement ;
- **SER :** Syndicat des Energies Renouvelables ;
- **FEE :** France Energie Eolienne (branche éolienne du SER) ;
- **INERIS :** Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques ;
- **EDD :** Etude de dangers ;
- **APR :** Analyse Préliminaire des Risques ;
- **ERP :** Etablissement Recevant du Public ;
- **DDRM :** Dossier Départemental des Risques Majeurs.

- Braam H. (2005) – Handboek Risicozonering Winturbines – 2^e versie. S1. ;
- DDT de la Marne (2018) – Dossier Départemental des Risques Majeurs (2017) ;
- Guillet R., Leteurtrous J.-P. - Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - (2004) ;
- INERIS/SER/FEE (déc. 2011) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens ;
- Région Champagne-Ardenne (2012) – Schéma Régional Eolien ;
- WECO (2000) – Wind energy production in cold climate.

Sites internet consultés :

- www.georisques.gouv.fr ;
- www.insee.fr/fr/statistiques ;
- www.observatoire-des-territoires.gouv.fr ;
- www.cadastre.gouv.fr ;
- www.legifrance.gouv.fr ;
- www.aria.developpement-durable.gouv.fr.

11 - 4 Bibliographie

- L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011 ;
- NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Novembre 2015 ;
- Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;
- Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest ;
- Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24 ;
- Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005 ;
- Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieuresgesellschaft, 2004 ;
- Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public ;
- Interest Energy Research Program, 2006 ;
- Omega 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;
- Arrêté du 26 aout 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 29 Septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- 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 ;
- Alpine test site Gutsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil General des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004 ;
- Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kroning J. - DEWI, avril 2003 ;
- Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- DDT de la Marne (2020) – Dossier Départemental des Risques Majeurs (2018) ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

11 - 5 Table des illustrations

11 - 5a Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Schéma simplifié d'une éolienne (à gauche) et de ses emprises au sol (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 7 |
| Figure 2 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 19 |
| Figure 3 : Illustration des températures de 1981 à 2010 – Station de Saint-Dizier-Robinson (source : Infoclimat.fr, 2018) | 30 |
| Figure 4 : Illustration des précipitations de 1981 à 2010 – Station de Saint-Dizier-Robinson (source : Infoclimat, 2018) | 30 |
| Figure 5 : Rose des vents (source : EUROCAPE, 2020) | 31 |
| Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : Guide de l'INERIS, mai 2012) | 45 |
| Figure 7 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes – | 52 |
| Figure 8 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 57 |
| Figure 9 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés | 57 |
| Figure 10 : Planning des travaux (source : ATER Environnement, 2019) | 59 |
| Figure 11 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011) | 65 |
| Figure 12 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012) | 68 |
| Figure 13 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012) | 68 |
| Figure 14 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012) | 69 |
| Figure 15 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 89 |

11 - 5b Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019) | 6 |
| Tableau 2 : Principales caractéristiques techniques des modèles envisagés (source : EUROCAPE, 2020) | 6 |
| Tableau 3 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale | 13 |
| Tableau 4 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc – H : hauteur au moyeu ; R : rayon du rotor | 17 |
| Tableau 5 : Références administratives de la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay » (source : EUROCAPE, 2020) | 21 |
| Tableau 6 : Références des signataires pouvant engager la société (source : EUROCAPE, 2020) | 21 |
| Tableau 7 : La société EUROCAPE NEW ENERGY France (source : EUROCAPE NEW ENERGY, 2020) | 21 |
| Tableau 8 : Références de la société EUROCAPE New Energy en France (source : EUROCAPE New Energy, 2022) | 22 |
| Tableau 9 : Identification des parcelles cadastrales (source : EUROCAPE, 2020) | 23 |
| Tableau 10 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : INSEE, RP2016) | 27 |
| Tableau 11 : Liste des établissements ICPE présents sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : Géorisques, 2020) | 29 |
| Tableau 12 : Synthèse des risques naturels identifiés sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : DDRM 51, 2018) | 32 |
| Tableau 13 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières, dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne | 37 |
| Tableau 14 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés | 40 |
| Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés | 41 |
| Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif aux voies de circulation structurantes | 41 |
| Tableau 17 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale | 42 |

| | |
|---|----|
| Tableau 18 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : EUROCAPE, 2020) | 47 |
| Tableau 19 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012 | 50 |
| Tableau 20 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE | 56 |
| Tableau 21 : Produits sortants de l'installation (source : EUROCAPE, 2019) | 61 |
| Tableau 22 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012) | 62 |
| Tableau 23 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA, mise à jour 15/04/2020) | 67 |
| Tableau 24 : Liste des accidents humains inventoriés | 67 |
| Tableau 25 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines – Cr : Chemin rural (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 71 |
| Tableau 26 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 72 |
| Tableau 27 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 73 |
| Tableau 28 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 77 |
| Tableau 29 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 78 |
| Tableau 30 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 79 |
| Tableau 31 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005) | 80 |
| Tableau 32 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005) | 80 |
| Tableau 33 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 81 |
| Tableau 34 : Principales caractéristiques techniques des modèles envisagés (source : EUROCAPE, 2020) | 81 |
| Tableau 35 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace | 82 |
| Tableau 36 : Evaluation de la gravité dans le scénario de chute de glace | 82 |
| Tableau 37 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de chute de glace | 82 |
| Tableau 38 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments | 83 |
| Tableau 39 : Evaluation de la gravité dans le scénario de chute d'éléments | 83 |
| Tableau 40 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de chute d'éléments | 83 |
| Tableau 41 : Evaluation de l'intensité dans le scénario d'effondrement de l'éolienne | 84 |
| Tableau 42 : Evaluation de la gravité dans le scénario d'effondrement de l'éolienne | 84 |
| Tableau 43 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 84 |
| Tableau 44 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario d'effondrement de l'éolienne | 85 |
| Tableau 45 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de glace | 85 |
| Tableau 46 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de glace | 86 |
| Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de glace | 86 |
| Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de projection de glace | 86 |
| Tableau 49 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de pales ou de fragments de pales | 87 |
| Tableau 50 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de pales ou de fragments de pales | 87 |
| Tableau 51 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012) | 87 |
| Tableau 52 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de projection de pales ou de fragments de pales | 88 |
| Tableau 53 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc – H : hauteur au moyeu ; R : rayon du rotor | 88 |
| Tableau 54 : Probabilité d'atteinte en fonction de l'évènement redouté (source : Guide de l'INERIS, mai 2012) | 95 |

11 - 5c Liste des cartes

| | |
|---|----|
| Carte 1 : Distance aux habitations | 8 |
| Carte 2 : Enjeux matériels | 12 |
| Carte 3 : Enjeux humains et matériels dans le périmètre d'étude de dangers | 14 |
| Carte 4 : Synthèse des risques sur le périmètre d'étude de dangers | 18 |
| Carte 5 : Activités d'EUROCAPE New Energy en France (source : EUROCAPE New Energy, 2022) | 22 |
| Carte 6 : Localisation géographique de l'installation | 24 |
| Carte 7 : Définition du périmètre d'étude de dangers | 26 |
| Carte 8 : Distance aux premières habitations, aux zones urbaines et à urbaniser | 28 |
| Carte 9 : Vitesse des vents dans l'ancienne région Champagne-Ardenne – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : Schéma Régional Eolien, 2012) | 31 |
| Carte 10 : Inondation par débordement de cours d'eau – AZI de la Marne | 33 |
| Carte 11 : Inondation par débordement de cours d'eau – PPRi de Vitry-le-François | 33 |
| Carte 12 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers au phénomène d'inondation par remontée de nappes | 34 |
| Carte 13 : Mouvements de terrain | 34 |
| Carte 14 : Zonage sismique de l'ancienne région Champagne-Ardenne – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : planseisme.fr, 2015) | 35 |
| Carte 15 : Densité de foudroiement – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : Météo Paris, 2018) | 36 |
| Carte 16 : Enjeux matériels | 39 |
| Carte 17 : Enjeux humains et matériels dans le périmètre d'étude de dangers | 43 |
| Carte 18 : Plan détaillé de l'installation | 46 |
| Carte 19 : Réseaux électriques internes à l'installation | 60 |
| Carte 20 : Synthèse des risques dans le périmètre de dangers | 90 |

11 - 6 K-bis de la société « SAS Ferme Éolienne de Aulnay »

Greffes du Tribunal de Commerce de Montpellier

C.J.M., 9 Rue de Tarragone
34070 Montpellier

N° de gestion 2020B02547



Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS
à jour au 7 août 2020

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro 887 908 481 R.C.S. Montpellier
Date d'immatriculation 06/08/2020
Dénomination ou raison sociale **FERME EOLIENNE DE AULNAY**
Forme juridique Société par actions simplifiée à associé unique (Société à associé unique)
Capital social 100,00 Euros
Adresse du siège 770 Rue Alfred Nobel 34000 Montpellier
Domiciliation en commun
Nom ou dénomination du domiciliataire EUROCAPE NEW ENERGY FRANCE SAS
Immatriculation au RCS, numéro 520 564 600
Activités principales Production d'Electricité
Durée de la personne morale Jusqu'au 06/08/2119
Date de clôture de l'exercice social 31 décembre
Date de clôture du 1er exercice social 31/12/2020

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIÉS OU MEMBRES

Président

Nom, prénoms MUMMENTHEY Bjorn
Nom d'usage MUMMENTHEY
Date et lieu de naissance Le 27/03/1974 à KARLSRUHE (ALLEMAGNE)
Nationalité Allemande
Domicile personnel 407 Avenue du Danemark 06190 Roquebrun-Cap-Martin

Directeur général

Nom, prénoms BADEL Bertrand, Marie, Alain
Date et lieu de naissance Le 05/02/1979 à Sarrebourg (57)
Nationalité Française
Domicile personnel 7 Impasse des Magnolias 34830 Jacou

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

Adresse de l'établissement 770 Rue Alfred Nobel 34000 Montpellier
Activité(s) exercée(s) Production D'électricité (3511z)
Date de commencement d'activité 01/06/2020
Origine du fonds ou de l'activité Création
Mode d'exploitation Exploitation directe

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

R.C.S. Montpellier - 11/08/2020 - 16:59:11 SL

page 1/1

11 - 7 Type certificate

| | | |
|---|--|--|
| | | Certificate No. IECRE.WE.TC.18.0024-R0 |
| IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications | | TYPE CERTIFICATE |
| Wind Turbine | | |
| This certificate is issued to | Siemens Gamesa Renewable Energy Innovation & Technology Avda. Ciudad de la Innovación 2 31621 Sarriguren (Navarra) Spain | |
| for the wind turbine | SG 3.4-132 3.3 / 3.465 MW IEC-IIA HH84 m, 97 m, 101.5 m, 114 m, 50/60Hz | |
| wind turbine class (class, standard, year) | WT class IIA, IEC 61400-1/A1, 2010 | |
| This certificate is transferred from IEC 61400-22 to IECRE and attests compliance with IEC 61400 Series as specified in subsequent pages. It is based on the following reference documents: | | |
| Design basis evaluation conformity statement Dated (*covered in the design evaluation conformity statement) | STC – 170608 Rev. 4 20.12.2018 | |
| Design evaluation conformity statement Dated | STC – 170608 Rev. 4 20.12.2018 | |
| Type test conformity statement Dated | STC – 170905 Rev. 2 20.12.2018 | |
| Manufacturing conformity statement Dated | STC – 170904 Rev. 2 20.12.2018 | |
| Final evaluation report Dated | R12647885-12 Rev. 0 20.12.2018 | |
| The conformity evaluation was carried out in accordance with the rules and procedures of the IECRE System www.iecre.org | | |
| The wind turbine type specification begins on page 2 of this certificate. | | |
| Changes in the system design or the manufacturer's quality system are to be approved by the Certification Body. Without approval, the certificate loses its validity. | | |
| This certificate is valid until: 2022-10-05 | Approved for issue on behalf of the IECRE Certification Body: Jörn Gerlach Vice Head of Certification Body Cuxhaven 2018-12-20 | UL Renewables DEWI-OCC GmbH Am Seedeich 9 27472 Cuxhaven, Germany |

Issued 2017-10

1/7

| | |
|---|---|
|  <p>IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications</p> | Certificate. No. IECRE.WE.TC.18.0024-R0 |
| | TYPE CERTIFICATE Wind Turbine |

| | |
|---|---|
|  <p>IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications</p> | Certificate. No. IECRE.WE.TC.18.0024-R0 |
| | TYPE CERTIFICATE Wind Turbine |

Machine parameters:

| | |
|--|---|
| Power regulation: | Variable speed and pitch regulation |
| Rotor orientation: | Upwind |
| Number of rotor blades: | 3 |
| Rotor tilt: | 6° |
| Cone angle: | -4° |
| Rated power: | 3300 / 3465 kW |
| Rated wind speed V_r : | 9.6 m/s (3300 kW) 10.3 m/s (3465 kW) |
| Rotor diameter: | 132 |
| Hub height(s): | 84 / 97 / 101.5 / 114 m |
| Hub height operating wind speed range $V_{in} - V_{out}$: | 3 – 25 m/s |
| Design life time: | 20 years |
| Software version: | Control Architecture Version V1 or superior |

Wind conditions:

| | |
|--|----------|
| Characteristic turbulence intensity I_{ref} at $V_{hub} = 15$ m/s: | 0.16 |
| Annual average wind speed at hub height V_{ave} : | 8.5 m/s |
| Reference wind speed V_{ref} : | 42.5 m/s |
| Mean flow inclination: | 8° |
| Hub height 50-year extreme wind speed V_{e50} : | 59.5 m/s |

Electrical network conditions:

| | |
|---|------------------|
| Normal supply voltage and range: | 690V +/- 10% |
| Normal supply frequency and range: | 50/60Hz +/- 6% |
| Voltage imbalance: | 2% |
| Maximum duration of electrical power network outages: | not dimensioning |
| Number of electrical network outages | 52/yr. |

Other environmental conditions (where taken into account):

| | |
|---|---|
| Design conditions in case of offshore WT : | NA |
| Normal and extreme temperature ranges: | Normal: -10°C to +40°C Extreme: -20°C to +50°C |
| Relative humidity of the air: | Up to 95% |
| Air density: | 1.225 kg/m ³ |
| Solar radiation: | 1000 W/m ² |
| Lightning protection system (standard and protection class): | IEC 61400-24:2010, LPL I |
| Earthquake model and parameters (standard and key parameters e.g. spectrum, model, seismic zone, soil class, etc.): | NA |
| Other design conditions : | NA |

| | |
|---|---|
|  <p>IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications</p> | Certificate. No. IECRE.WE.TC.18.0024-R0 |
| | TYPE CERTIFICATE Wind Turbine |

| | |
|---|---|
|  <p>IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications</p> | Certificate. No. IECRE.WE.TC.18.0024-R0 |
| | TYPE CERTIFICATE Wind Turbine |

Major components:

**If not otherwise stated, the certificate holder is the manufacturer.

Blade:

Type: B132 Infused blade, structural shells and adhesive joints
 Material: Glass fiber reinforced epoxy resin
 Blade length: 64.5 m
 Number of blades: 3
 Manufacturer: Siemens Gamesa
 Drawing / Data sheet / Part No.: G132i 3.3MW

Blade:

Type: B132 Infused blades, structural shells and adhesive joints
 Material: Glass fiber reinforced epoxy resin
 Blade length: 64.5 m
 Number of blades: 3
 Manufacturer: Siemens Gamesa / TPI Mexico / TPI Turkey
 Drawing / Data sheet / Part No.: G132 3.3MW T-Bolts

Blade:

Type: B132 Infused blades, structural shells and adhesive joints
 Material: Glass fiber reinforced epoxy resin
 Blade length: 64.5 m
 Number of blades: 3
 Manufacturer: Siemens Gamesa
 Drawing / Data sheet / Part No.: G132FL 3.3MW TB

Blade bearing:

Type: Four point contact double row
 Manufacturer: Laulagun
 Drawing / Data sheet / Part No.: M00DST0125XZ
 M00DST0125PN

Blade bearing:

Type: Four point contact double row
 Manufacturer: Rollix
 Drawing / Data sheet / Part No.: 13-2892-AB
 13-2892-01
 13-2892-03

Blade bearing:

Type: Four point contact double row
 Manufacturer: SKF
 Drawing / Data sheet / Part No.: 18536001
 18536A01

Blade bearing:

Type: Four point contact double row
 Manufacturer: Renogear SL
 Drawing / Data sheet / Part No.: 200.0/60.2890.000 (98-106)
 200.0/60.2890.000 (76-106)
 200.0/60.2890.000 (94-106)

Pitch System:

Motor / Actuator Type: Double acting hydraulic cylinder
 Pitch Controller Type: Hydraulic
 Manufacturer: Glual / Hydratech

Main shaft:

Type: Steel shaft
 Manufacturer: Siemens Gamesa
 Material: 42CrMo4+QT / Forged 34CrNiMo6 + QT
 Drawing / Data sheet / Part No.: GP360398 & GP404059 / GP334823

**Main bearing:**

Type: Spherical Roller Bearing
 Manufacturer: Timken
 Drawing / Data sheet / Part No.: YMDWEW886F / WE-1478-A

Main bearing:

Type: Spherical Roller Bearing
 Manufacturer: Koyo
 Drawing / Data sheet / Part No.: RHAW33TS1CS

Main bearing:

Type: Spherical Roller Bearing
 Manufacturer: Schaeffler
 Drawing / Data sheet / Part No.: 623409.PRL
 623394.PRL

Main bearing:

Type: Spherical Roller Bearing
 Manufacturer: ZKL
 Drawing / Data sheet / Part No.: EW33MH TPF 11519-15
 EW33MH TPF 11519-15

Gearbox:

Type: Three stages gearbox (one planetary stage and two helical gear stages)
 Gear Ratio: i=1:106.404 (50Hz)
 i=1:127.286 (60Hz)
 Manufacturer: Gamesa Energy Transmission, SAU
 Drawing / Data sheet / Part No.: gBOX 3.3

Yaw System:

Drive Type: Activated by Yaw drives
 Manufacturer: Bonfiglioli
 Drawing / Data sheet / Part No.: GD268640

**Drive Type:**

Activated by Yaw drives
 Manufacturer: Comer
 Drawing / Data sheet / Part No.: PG 2504DSP

Drive Type:

Activated by Yaw drives
 Manufacturer: NGC
 Drawing / Data sheet / Part No.: FDX204S

Bearing Type:

Friction Bearing
 Manufacturer: Siemens Gamesa
 Drawing / Data sheet / Part No.: GD268640

Gear Type:

Yaw Ring G132 3.3MW
 Manufacturer: Siemens Gamesa
 Drawing / Data sheet / Part No.: GP300882

Brake Type:

Integrated in yaw bearing claws with active and passive brakes
 Manufacturer: Siemens Gamesa
 Drawing / Data sheet / Part No.: GD268640

Generator:

Type: Asynchronous doubly-fed machine
 Manufacturer: Gamesa Electric
 Drawing / Data sheet / Part No.: CR33-6P
 Rated Power: 3615 kW
 Rated Frequency: 50/60Hz
 Rated Speed: 1120/1344 rpm
 Max. speed: 1713/2055.6 rpm
 Rated Voltage: 690 V
 Rated Current: 3000 / 1198A (Stator/Rotor)
 Insulation Class: F
 Degree of Protection: IP54

| | |
|---|---|
|  <p>IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications</p> | Certificate. No. IECRE.WE.TC.18.0024-R0 |
| | TYPE CERTIFICATE Wind Turbine |

| | |
|---|---|
|  <p>IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications</p> | Certificate. No. IECRE.WE.TC.18.0024-R0 |
| | TYPE CERTIFICATE Wind Turbine |

Generator:

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Type | Asynchronous doubly-fed machine |
| Manufacturer: | Siemens |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | JFWA-630MR |
| Rated Power: | 3585 kW |
| Rated Frequency: | 50/60Hz |
| Rated Speed: | 1120/1344 rpm |
| Max. speed: | 1332 / 1599 rpm |
| Rated Voltage: | 690 V |
| Rated Current: | 2829 / 1125 A (Stator/Rotor) |
| Insulation Class: | F |
| Degree of Protection: | IP54 / IP23 |

Converter:

| | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Type: | 4 Quadrant DFIG Converter |
| Manufacturer: | Gamesa Electric |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | DAC 3.3 MW |
| Rated Voltage (grid side): | 690V |
| Rated Current (grid side): | 1250/660 A (MSC/LSC) |
| Degree of Protection: | IP54 |

Transformer:

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Type: | Three Phase Dry Type |
| Manufacturer: | ABB |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | DTE 3900/36 |
| Rated Voltage: | 0,69 / 33.6 kV & 0,69 / 34.5 kV |
| Rated Power: | 3900 KVA |
| Degree of Protection: | IP00 |
| Location (e.g. tower bottom): | Nacelle |

Transformer:

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| Type: | Three Phase Dry Type |
| Manufacturer: | ABB |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | DTE 3900/24 |
| Rated Voltage: | 0,69 / 20 kV |
| Rated Power: | 3900 KVA |
| Degree of Protection: | IP00 |
| Location (e.g. tower bottom): | Nacelle |

Transformer (only for 3.3MW):

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| Type: | Three Phase Dry Type |
| Manufacturer: | Schneider Electric |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | GP321808 |
| Rated Voltage: | 0,69 / 20 kV |
| Rated Power: | 3668 KVA |
| Degree of Protection: | IP00 |
| Location (e.g. tower bottom): | Nacelle |

Tower:

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Type: | Tubular Steel |
| Manufacturer: | Siemens Gamesa |
| Sections: | 4 |
| Length: | 84 m HH |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | GD289760 |

Tower:

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Type: | Tubular Steel |
| Manufacturer: | Siemens Gamesa |
| Sections: | 4 |
| Length: | 97 m HH |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | GD339547 |

| | |
|---|--|
|  <p>IECRE - IEC System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Renewable Energy Applications</p> | Certificate No. |
| | <p>IECRE.WE.TC.18.0024-R0</p> <p>TYPE CERTIFICATE</p> <p>Wind Turbine</p> |

Tower:

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Type: | Tubular Steel |
| Manufacturer: | Siemens Gamesa |
| Sections: | 4 |
| Length: | 101.5 m HH |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | GD340275 |

Tower:

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Type: | Tubular Steel |
| Manufacturer: | Siemens Gamesa |
| Sections: | 5 |
| Length: | 114 m HH |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | GD275737 |

Foundation:

| | |
|----------------------------------|----|
| Type: | NA |
| Manufacturer: | NA |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | NA |

Foundation Adaptor:

| | |
|----------------------------------|----|
| Type: | NA |
| Manufacturer: | NA |
| Drawing / Data sheet / Part No.: | NA |

Manuals:

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| Operation & maintenance manual: | See R11268035-2-R6 |
| Transport manual: | See R11268035-2-R6 |
| Installation & commissioning. manual: | See R11268035-2-R6 |