VOLUME 5a
RÉSUMÉ NON TECHNIQUE
ÉTUDE DE DANGERS

Parc éolien de Soulanges

Commune de Soulanges | Département de la Marne | Région Grand-Est

Décembre 2025

ATER Environnement

BayWa r.e.

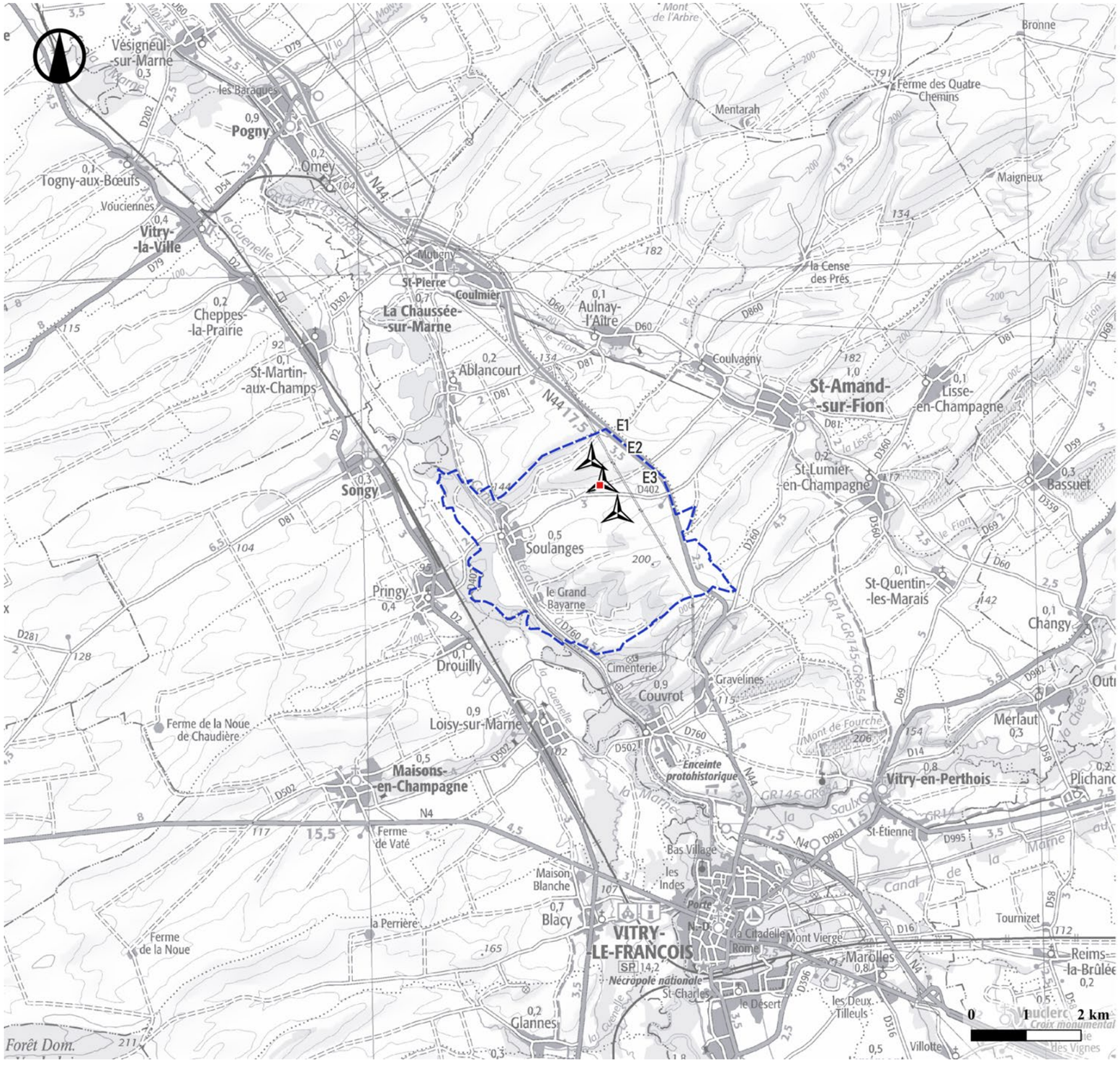
Les auteurs du dossier de demande d'Autorisation Environnementale sont :

BayWa r.e		**Salaheddine CHOUIFI** Chef de projets éoliens	105 rue La Fayette 75010 PARIS 06 58 14 23 25 salaheddine.chouifi@baywa-re.fr	Coordination, expertise technique
ATER Environnement		**Audrey DIAZ** Responsable de projets	2 place de la Comédie 34000 MONTPELLIER 04 11 93 83 00 audrey.diaz@ater-environnement.fr	Rédaction de l'étude d'impact, évaluation environnementale
		Alexis DEMAITER Paysagiste	16 rue de la Garde 44300 NANTES 02 85 52 95 27 alexis.demaiter@ater-environnement.fr	Rédaction de l'étude d'expertise paysagère
		Alexis COMPIEGNE Photomonteur	38 rue de la Croix Blanche 60680 Grandfresnoy 03 60 40 67 16 alexis.compiegne@ater-environnement.fr	Réalisation des photomontages
Envol Environnement		**Amandine LESTRADE** Directrice d'agence	144 allée Hélène Boucher 59118 Wambrechies 07 83 62 95 92 alestrade@envol-environnement.fr	Rédaction de l'étude d'expertise écologique
Venathec		**Thierry RITTER-MARTIN** Ingénieur acousticien	22 avenue de la Garenne 54000 Nancy 06 60 68 89 23 t.martin@venathec.com	Rédaction de l'étude d'expertise acoustique

Sommaire

1. Introduction ____ 5
   - 1.1. Objectif de l'étude dangers ____ 5
   - 1.2. Localisation du site ____ 5
   - 1.3. Définition du périmètre d'étude ____ 5
2. Présentation du Maître d'Ouvrage ____ 7
3. Description de l'installation ____ 8
   - 3.1. Caractéristiques de l'installation ____ 8
   - 3.2. Fonctionnement de l'installation ____ 8
4. Environnement de l'installation ____ 10
   - 4.1. Environnement lié à l'activité humaine ____ 10
   - 4.2. Environnement naturel ____ 10
   - 4.3. Environnement matériel ____ 11
5. Réduction des potentiels de dangers ____ 14
   - 5.1. Réduction des potentiels dangers à la source ____ 14
   - 5.2. Réduction liée à l'éolienne ____ 15
6. Evaluation des conséquences de l'installation ____ 17
   - 6.1. Scénarios retenus et méthode pour l'analyse détaillée des risques ____ 17
   - 6.2. Evaluation des conséquences du parc éolien ____ 17
7. Table des illustrations ____ 20





Localisation géographique

ATER Environnement

Juin 2025

Source : IGN 100®
Copie et reproduction interdites



Légende

Commune de Soulanges

Localisation du projet

Projet éolien de Soulanges

Eoliennes

Poste de livraison

Carte 1 : Localisation géographique de l'installation

1. INTRODUCTION

1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DANGERS

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

« Une étude de dangers qui, d'une part, expose les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident, en présentant une description des accidents susceptibles d'intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe, et en décrivant la nature et l'extension des conséquences que peut avoir un accident éventuel, d'autre part, justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident, déterminées sous la responsabilité du demandeur.

Cette étude précise notamment, compte tenu des moyens de secours publics portés à sa connaissance, la nature et l'organisation des moyens de secours privés dont le demandeur dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre ». (Guide de l'étude de dangers de l'INERIS, mai 2012)

Le présent dossier est le résumé non technique de l'étude de dangers du dossier de demande d'Autorisation Environnementale du projet de Soulanges porté par la société « Soulanges Energies ».

1.2. LOCALISATION DU SITE

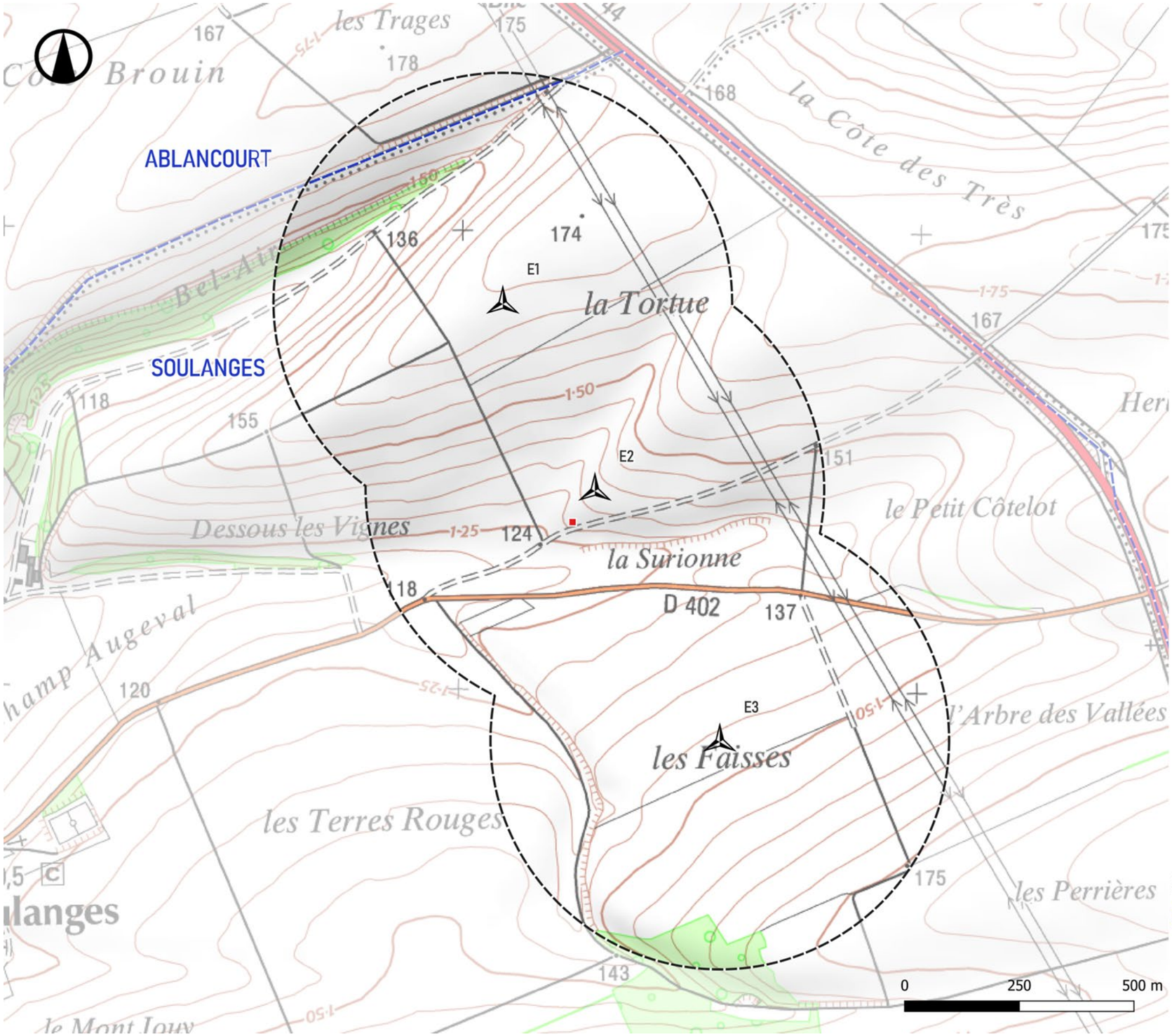
Le projet de parc éolien de Soulanges est situé dans la région Grand-Est, et plus particulièrement dans le département de la Marne, au sein de la communauté de communes Vitry, Champagne et Der. Il est localisé sur le territoire communal de Soulanges.

Le projet de parc éolien de Soulanges est situé à environ 800 m à l'Est du centre-ville de Soulanges, 7 km au Nord de Vitry-le-François et 21 km au Sud-Est de Châlons-en-Champagne.

1.3. DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 mètres à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur (cf. Carte 2).



Périmètre d'étude de dangers

ATER Environnement

Septembre 2025

Source : IGN 25®

Copie et reproduction interdites

Légende

- Périmètre de l'étude de dangers
- Limites communales

Parc éolien de Soulanges

- Eolienne
- Poste de livraison

Carte 2 : Définition du périmètre d'étude de dangers

2. PRESENTATION DU MAITRE D'OUVRAGE

Le demandeur de l'Autorisation environnementale, Maître d'Ouvrage et futur exploitant du parc, est la société « Soulanges Energies », dont l'identité complète est présentée ci-après. La société « Soulanges Energies » est une société détenue à 51% par la société BayWa r.e. France et à 49% par la société C4B Finances, filiale de C4B Finances Holding GmbH.

L'objectif final de la société « Soulanges Energies » est la construction du parc avec les éoliennes les mieux adaptées au site, la mise en service, l'exploitation et la maintenance du parc pendant toute la durée de vie de l'installation.

La société « Soulanges Energies », Maitre d'Ouvrage du projet éolien et demandeuse de l'ensemble des autorisations administratives, a été constituée pour rendre plus fluide l'articulation administrative, juridique et financière du parc éolien. Ce type de structure permet de regrouper au sein d'une entité juridique dédiée les autorisations, les financements, les contrats spécifiques à ce projet, et ainsi mettre en place un régime de garanties adapté à la fois au financement bancaire (identification des contrats correspondant au projet) et au démantèlement (unité de temps et de lieu pour le suivi des garanties).

La société « Soulanges Energies », pétitionnaire et Maître d'Ouvrage, présentera seule la qualité d'exploitante des installations visées par la présente demande et assurera, à ce titre, le respect de la législation relative aux installations classées, tant en phase d'exploitation qu'au moment de la mise à l'arrêt.

La société « Soulanges Energies » sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

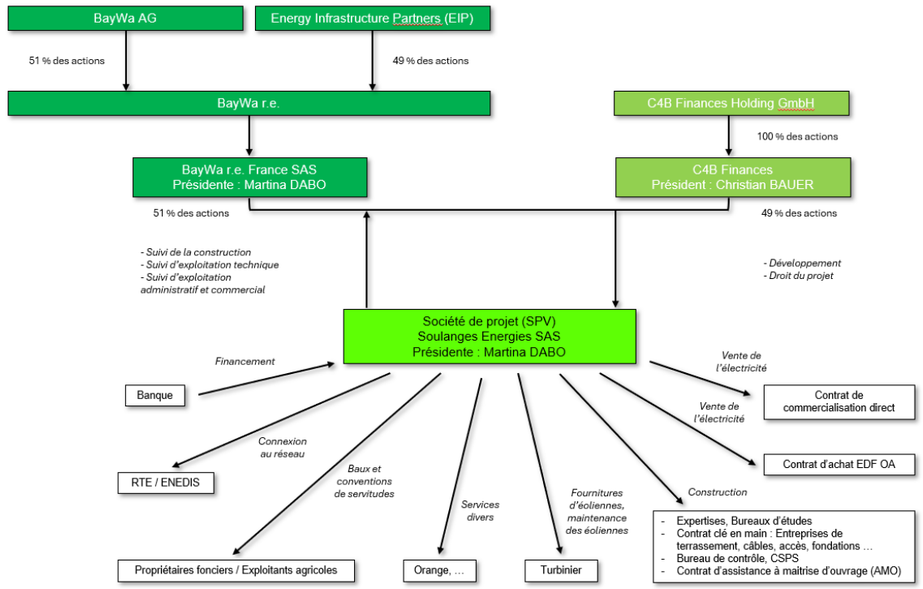
Remarque : Le lecteur pourra se référer à l'étude d'impact pour s'informer plus précisément sur l'identité et les références des différents actionnaires de « Soulanges Énergies », à savoir les sociétés BayWa r.e. France et C4B Finances.

Raison sociale	Soulanges Energies
Forme juridique	Société par Actions Simplifiées (SAS)
Capital social	1 000 €
Siège social	105 rue La Fayette 75010 PARIS
SIRET du siège social	897 643 318 00024
Etablissement secondaire	Soulanges, lieu-dit "La Tortue"
SIREN	897 643 318
Registre du commerce	Paris
Code NAF	3511Z – Production d'électricité

Tableau 1 : Références administratives de la société « Soulanges Energies »

Nom	DABO
Prénom	Martina
Nationalité	Allemande
Qualité	Présidente de Soulanges Energies

Tableau 2 : Références du signataire pouvant engager la société



3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

3.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

Le projet éolien de Soulanges est composé de 3 aérogénérateurs totalisant une puissance maximale de 14.4 MW, et de leurs annexes (plateformes, câblage inter-éoliennes, poste de livraison et chemins d'accès).

3.1.1 Éléments constitutifs d'une éolienne

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 transformateur (s'il n'est pas abrité dans le mât) ;
    - 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.

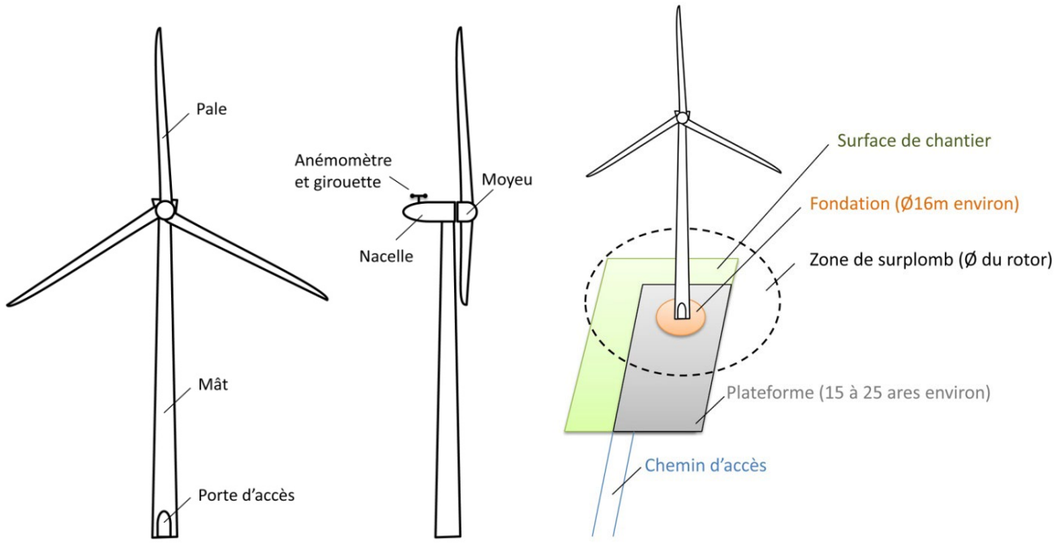


Figure 1 : Schéma simplifié d'une éolienne (à gauche) et emprises au sol (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

3.1.2 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.

3.2. 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 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 entrainée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

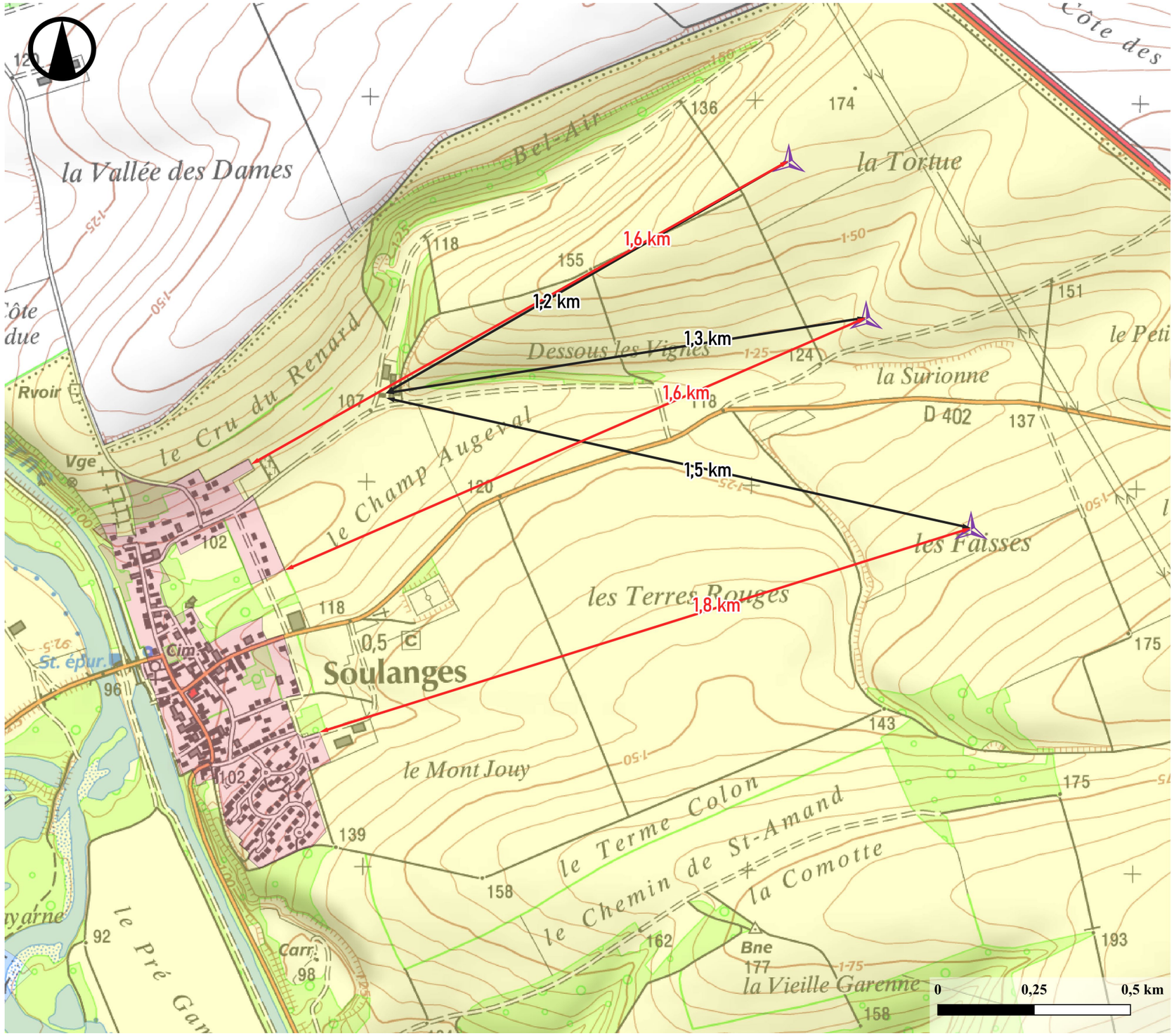
La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h pendant une heure. 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 habitations



Légende

Parc éolien de Soulanges

Eoliennes

Carte communale de Soulanges

Zone construite

Zone non constructible

Distances

Distance à la zone urbaine la plus proche

Distance aux habitations les plus proches

Septembre 2025

Sources : IGN 25®, cadastre.data.gouv

Copie et reproduction interdites

Carte 3 : Distance aux habitations

4. ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.1. ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

4.1.1 Zones urbanisées et urbanisables

L'habitat est principalement concentré au niveau de la commune de Soulanges et des communes limitrophes. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

Territoire de Soulanges :

- Première habitation à 1.2 km à l'ouest d'E1 ;
- Première habitation à 1.3 km à l'ouest d'E2 ;
- Première habitation à 1.5 km à l'ouest d'E3.

► **Dans le périmètre d'étude de dangers, aucune habitation, zone urbaine ou zone à urbaniser n'est présente. La première habitation ou limite de zone destinée à l'habitation est à près de 1,2 km du parc éolien envisagé, sur la commune de Soulanges.**

4.1.2 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.**

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

Installations nucléaires de base

Le département de la Marne n'accueille aucune centrale nucléaire sur son territoire. L'installation nucléaire la plus proche est celle de Soulaines-Dhuys, située à environ 45 km au sud du projet de parc éolien de Soulanges, dans le département de l'Aube.

► **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 environ 7,5 km au sud du site du projet.

► **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 dans le département de la Marne. A l'échelle de la commune de Soulanges, une ICPE est recensée, néanmoins, elle n'intègre pas le périmètre d'étude de dangers. Il s'agit de l'entreprise Charles Moroni à 2,4 km au sud – ouest du site du projet.

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

Etablissement ICPE éolien

Un parc éolien intègre le périmètre d'étude de dangers. Il s'agit du parc éolien construit de Soulanges - Saint-Amand-sur-Fion 1, dont l'éolienne la plus proche est située à 477 m à l'est de l'éolienne E1.

► **Un parc éolien intègre le périmètre d'étude de dangers. Il s'agit du parc éolien de Soulanges - Saint-Amand-sur-Fion 1.**

4.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

4.2.1 Contexte climatique

Le projet se situe dans la partie ouest du Grand-Est, soumise à un climat de type océanique altéré. L'influence océanique apporte de l'eau en quantité régulière avec des contrastes thermiques annuels peu marqués. Cette influence offre la garantie d'une pluviosité constante et modérée.

L'activité orageuse sur le territoire d'implantation est inférieure à la moyenne nationale. La vitesse des vents et la densité d'énergie observée au niveau du périmètre d'étude de dangers permettent de le qualifier de bien venté.

4.2.2 Risques naturels

L'arrêté préfectoral de la Marne, en date du 11 mars 2019 (mis à jour en 2022) fixant la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs, indique que le territoire communal de Soulanges est concerné par deux risques naturels majeurs : inondation et mouvement de terrain.

Ainsi, les risques naturels suivants peuvent être qualifiés de :

- Probabilité modérée de risque pour les inondations. Bien que la commune de Soulanges intègre le périmètre du Plan de Prévention du Risque inondation (PPRi) de la Marne, le périmètre d'étude de dangers reste situé en dehors. Le périmètre d'étude de dangers est sujet, très localement, aux inondations de cave ;
- Probabilité faible de risque relatif aux mouvements de terrain : aucune cavité dans le périmètre d'étude de dangers et un aléa de retrait et de gonflement des argiles de nul à faible ;
- Probabilité très faible de risque sismique ;
- Probabilité faible du risque d'orage : densité de foudroiement inférieure à la moyenne nationale ;
- Probabilité modérée de risque de tempête ;
- Probabilité modérée de risque de grand froid et de canicule.

4.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

4.3.1 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 routières

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

- Une route départementale ;
- Plusieurs voies communales, notées Vc sur la carte des enjeux matériels ;
- Plusieurs chemins ruraux, notés Cr sur la carte des enjeux matériels ;
- Plusieurs chemins d'exploitation, notés Ce sur la carte des enjeux matériels.

En raison de leur taille moins importante, les voies communales, les chemins ruraux et d'exploitation 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-dessous de 2 000 véhicules/jour. Ces infrastructures sont donc non structurantes.

> ► **Une départementale, plusieurs voies communales, chemins ruraux et d'exploitation intègrent le périmètre d'étude de dangers.**
> ► **Les infrastructures recensées sont non structurantes.**

Infrastructure ferroviaire

Aucune Ligne à Grande Vitesse, de fret, et TER n'intersectent le périmètre d'étude de dangers.

> ► **Aucune infrastructure ferroviaire n'intersecte le périmètre de l'étude de dangers.**

Chemins de Randonnée

Aucun chemin de randonnée n'est présent dans la zone d'étude de dangers.

A noter que dans le cadre du projet de parc éolien de Soulanges, une mesure d'accompagnement consistant en la création d'un itinéraire de randonnée pédestre de 22 km est prévue. Ce dernier passera notamment au niveau du tronçon de la RD 402 passant dans la zone d'étude de dangers. Le tracé exact de cet itinéraire est visible au sein de la partie 3.4.5 du chapitre E de l'étude d'impact.

> ► **Aucun chemin de randonnée ne sillonne (pour l'instant) le périmètre d'étude de dangers.**

4.3.2 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.

D'après le DDRM de la Marne, la commune d'accueil du projet n'est pas concernée spécifiquement par un risque lié au transport de marchandises dangereuses. Cependant, le DDRM de la Marne précise que compte tenu de la diversité des produits transportés et des destinations, un accident lié au transport de marchandises dangereuses par voie routière peut survenir pratiquement n'importe où dans le département. Certains axes présentent une potentialité plus forte du fait de l'importance du trafic. C'est le cas de la RN 44, classée comme voie à grande circulation, qui longe le périmètre d'étude de dangers.

► **Le périmètre d'étude de dangers n'englobant pas la RN 44, le risque lié au transport de marchandises dangereuses est moindre au sein du périmètre d'étude de dangers. Toutefois, par le passage que représente la route départementale 402, le risque lié est considéré comme faible.**

Infrastructures électriques

RTE – Transport d'électricité

Deux lignes électriques haute tension traversent le périmètre d'étude de dangers.

Les distances d'éloignement préconisées par RTE sont fonction du niveau de tension des lignes. Ainsi, dans le cadre du projet, pour des hauteurs d'éoliennes de 180 mètres pales comprises, le gestionnaire RTE recommande de respecter une distance minimale de 180 + 3 mètres en phase exploitation vis-à-vis de leurs ouvrages : LIT 63kV N0 1 BASIN - CHAUSSEE (LA) et LIT 63kV N0 1 BASIN-CHAUSSEE (LA)-MAROLLES.

ENEDIS – Distribution d'électricité

► **Aucune ligne électrique BT ou HTA ne traverse le périmètre d'étude de dangers.**

Faisceaux hertziens

Un faisceau hertzien, appartenant au gestionnaire Free, intègre le périmètre d'étude de dangers. Il passe au plus près à 113 m à l'est de E1.

Cependant, l'analyse géométrique entre la turbine et le faisceau hertzien (calcul de l'ellipsoïde de Fresnel) met en évidence une absence totale d'interférence, confirmant ainsi l'absence de tout risque d'interférence du rotor avec le faisceau hertzien.

► **Un faisceau hertzien traverse le périmètre d'étude de dangers.**

4.3.3 Patrimoine historique et culturel

Monument historique

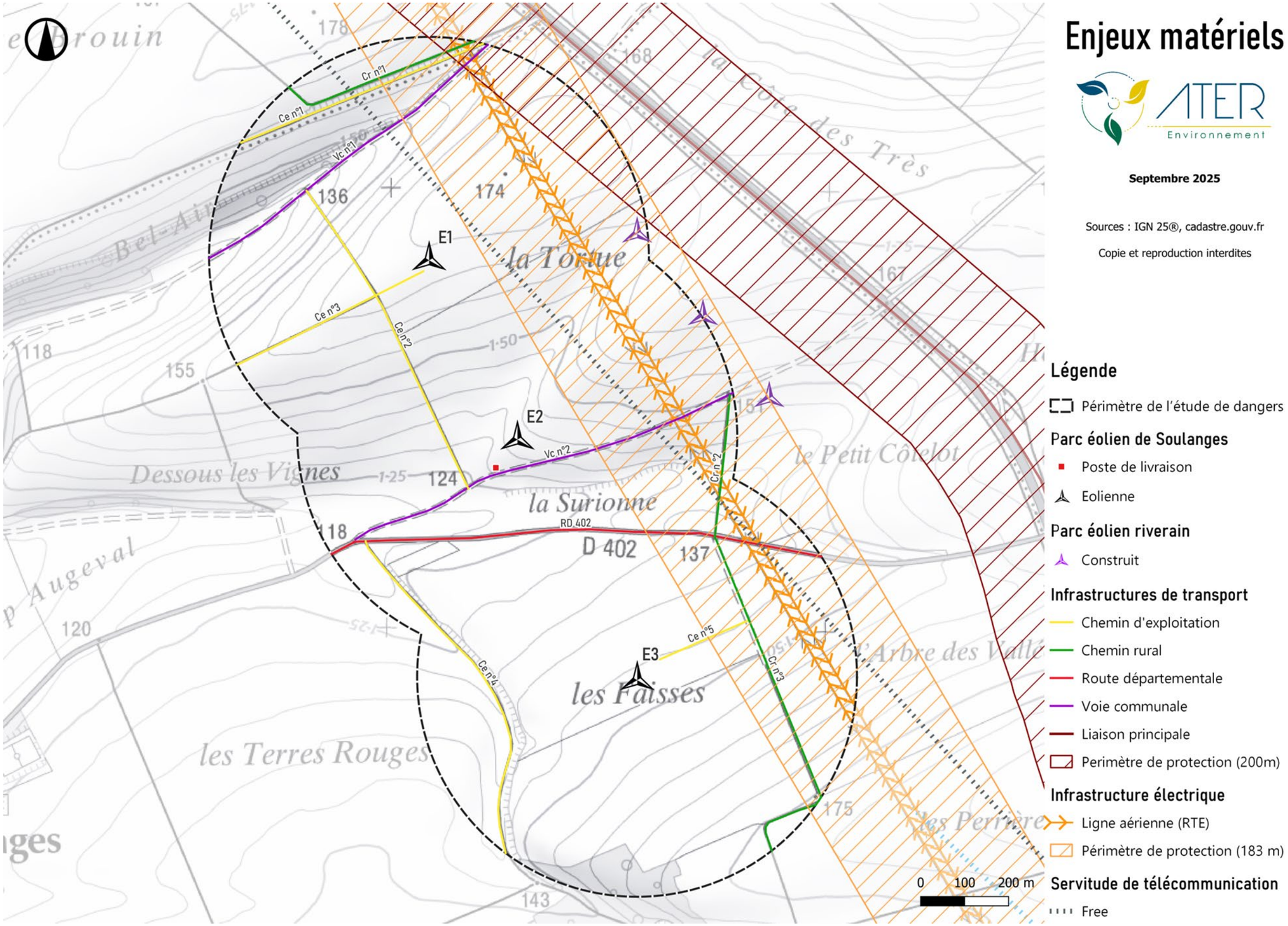
Aucun monument historique et aucun périmètre de protection réglementaire d'un monument historique ne recoupent le périmètre d'étude de dangers.

► **Aucun monument historique n'intègre 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 de Soulanges respectera les dispositions du Code du Patrimoine.**



Carte 4 : Enjeux matériels

5. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

5.1. REDUCTION DES POTENTIELS DANGERS A LA SOURCE

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 de respecter un éloignement d'au minimum 1,2 km 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 RD 402 et des lignes électriques) 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'alarme 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, 4 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 s'est affinée 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.

5.2. REDUCTION LIEE A L'EOLIENNE

5.2.1 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.

5.2.2 Balisage des éoliennes

- Conformité des éoliennes N133 et N131 aux arrêtés en vigueur ;
- Balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle sur chaque éolienne, de jour comme de nuit.

5.2.3 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.

5.2.4 Protection contre le risque foudre

- Conformité avec le niveau de protection I de la norme CEI 61400-24 ;
- Conception des éoliennes N133 et N131 de manière 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).

5.2.5 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.

5.2.6 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.

5.2.7 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 qu'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.

5.2.8 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.

5.2.9 Protection contre la pollution

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

5.2.10 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

- La technologie Nordex garantes de la qualité des éoliennes.

5.2.11 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, 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.

6. EVALUATION DES CONSEQUENCES DE L'INSTALLATION

6.1. SCENARIOS RETENUS ET METHODE POUR L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

6.1.1 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.

6.1.2 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.

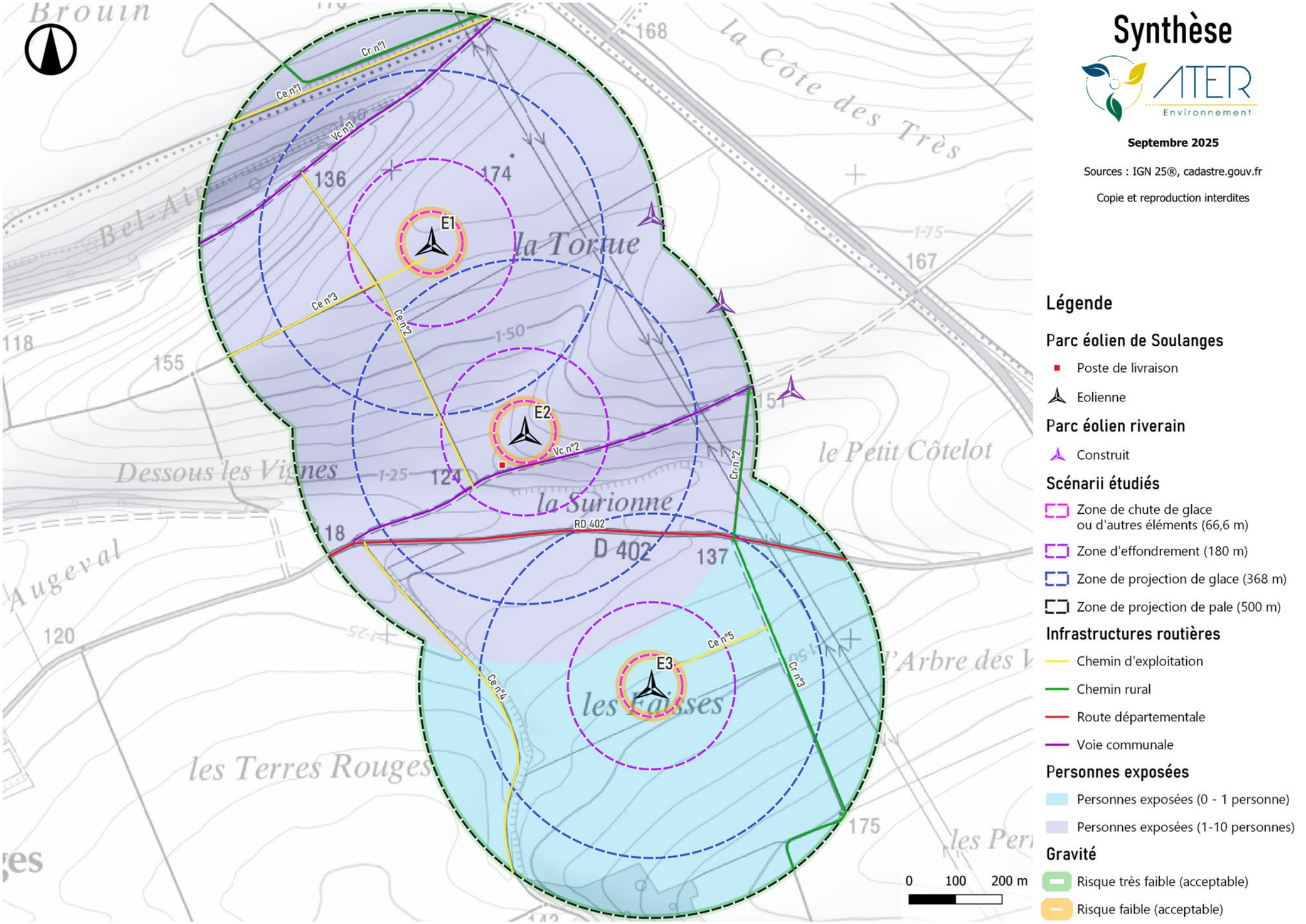
6.2. EVALUATION DES CONSEQUENCES DU PARC EOLIEN

6.2.1 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 *(65,5 m)*	Rapide	Exposition modérée	A	**Modérée** E1 à E3
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol *(65,5 m)*	Rapide	Exposition modérée	C	**Modérée** E1 à E3
Effondrement de l'éolienne	H + R *(180 m)*	Rapide	Exposition modérée	D	**Modérée** E1 à E3
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de chaque éolienne *(368 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	**Modérée** E3 **Sérieuse** E1 et E2

Tableau 3 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc – H : hauteur au moyeu ; R : rayon du rotor



Carte 5 : Synthèse des risques sur le périmètre d'étude de dangers

6.2.2 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 et définit 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 est la suivante :

- Chute d'éléments des éoliennes E1 à E3 (scénarios CE1 à CE3) ;
- Chute de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios CG1 à CG3) ;
- Effondrement des éoliennes E1 à E3 (scénarios EE1 à EE3) ;
- Projection de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios PG1 à PG3) ;
- Projection de pales ou de fragments de pales des éoliennes E1 à E3 (scénarios PP1 à PP3).

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

Gravité \ Probabilité	A	B	C	D	E
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux				PP1 et PP2	
Modéré	CG1 à CG3	PG1 à PG3	CE1 à CE3	EE1 à EE3 PP3	

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		Acceptable
Risque faible		Acceptable
Risque important		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
- Un scénario d'accident figure en case jaune. Pour cet accident, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

L'étude conclut donc à l'acceptabilité du risque généré par le projet de Soulanges.

7. TABLE DES ILLUSTRATIONS

7.1.1 Liste des figures

Figure 1 : Schéma simplifié d'une éolienne (à gauche) et 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) 8
Figure 2 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 19

7.1.2 Liste des tableaux

Tableau 1 : Références administratives de la société « Soulanges Energies » 7
Tableau 2 : Références du signataire pouvant engager la société 7
Tableau 3 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc – H : hauteur au moyeu ; R : rayon du rotor 17

7.1.3 Liste des cartes

Carte 1 : Localisation géographique de l'installation 4
Carte 2 : Définition du périmètre d'étude de dangers 6
Carte 3 : Distance aux habitations 9
Carte 4 : Enjeux matériels 13
Carte 5 : Synthèse des risques sur le périmètre d'étude de dangers 18

VOLUME 5b
ÉTUDE DE DANGERS

Parc éolien de Soulanges



Commune de Soulanges | Département de la Marne | Région Grand-Est

Décembre 2025

ATER Environnement

BayWa r.e.

Les auteurs de l'étude de dangers sont :

BayWa r.e		**Salaheddine CHOUIFI** Chef de projets éoliens	105 rue La Fayette 75010 PARIS 06 58 14 23 25 salaheddine.chouifi@baywa-re.fr	Coordination, expertise technique
ATER Environnement		**Audrey DIAZ** Responsable de projets	2 place de la Comédie 34000 MONTPELLIER 04 11 93 83 00 audrey.diaz@ater-environnement.fr	Rédaction de l'étude d'impact, évaluation environnementale
		Alexis DEMAITER Paysagiste	16 rue de la Garde 44300 NANTES 02 85 52 95 27 alexis.demaiter@ater-environnement.fr	Rédaction de l'étude d'expertise paysagère
		Alexis COMPIEGNE Photomonteur	38 rue de la Croix Blanche 60680 Grandfresnoy 03 60 40 67 16 alexis.compiegne@ater-environnement.fr	Réalisation des photomontages
Envol Environnement		**Amandine LESTRADE** Directrice d'agence	144 allée Hélène Boucher 59118 Wambrechies 07 83 62 95 92 alestrade@envol-environnement.fr	Rédaction de l'étude d'expertise écologique
Venathec		**Thierry RITTER-MARTIN** Ingénieur acousticien	22 avenue de la Garenne 54000 Nancy 06 60 68 89 23 t.martin@venathec.com	Rédaction de l'étude d'expertise acoustique

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. Informations générales concernant l'installation ____ 7
   - 2.1. Renseignements administratifs ____ 7
   - 2.2. La société BayWa r.e France ____ 7
   - 2.3. Localisation du site ____ 13
   - 2.4. Définition du périmètre d'étude de dangers ____ 13
3. Description de l'environnement de l'installation ____ 15
   - 3.1. Environnement lié à l'activité humaine ____ 15
   - 3.2. Environnement naturel ____ 18
   - 3.3. Environnement matériel ____ 23
   - 3.4. Cartographie de synthèse ____ 26
4. Description de l'installation ____ 31
   - 4.1. Caractéristiques de l'installation ____ 31
   - 4.2. Fonctionnement de l'installation ____ 34
   - 4.3. Fonctionnement des réseaux de l'installation ____ 45
5. Identification des potentiels de dangers de l'installation ____ 48
   - 5.1. Potentiels de dangers liés aux produits ____ 48
   - 5.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation ____ 49
   - 5.3. Réduction des potentiels de dangers à la source ____ 49
6. Analyse des retours d'expérience ____ 51
   - 6.1. Inventaire des accidents et incidents en France ____ 51
   - 6.2. Inventaire des accidents et incidents à l'international ____ 55
   - 6.3. Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant ____ 56
   - 6.4. Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience ____ 56
   - 6.5. Limites d'utilisation de l'accidentologie ____ 57
7. Analyse préliminaire des risques ____ 58
   - 7.1. Objectif de l'analyse préliminaire des risques ____ 58
   - 7.2. Recensement des évènements exclus de l'analyse des risques ____ 58
   - 7.3. Recensement des agressions externes potentielles ____ 58
   - 7.4. Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques ____ 60
   - 7.5. Effets domino sur les ICPE ____ 61
   - 7.6. Mise en place des mesures de sécurité ____ 62
   - 7.7. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques ____ 67
8. Étude détaillée des risques ____ 68
   - 8.1. Rappel des définitions ____ 68
   - 8.2. Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques ____ 70
   - 8.3. Synthèse de l'étude détaillée des risques ____ 80



9. Synthèse 82

10. Annexes 83

10.1. Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques 83
10.2. Probabilité d'atteinte et risque individuel 85
10.3. Glossaire 86
10.4. Bibliographie 88
10.5. Table des illustrations 89
10.6. K-bis de la société « Soulanges Energies » 90
10.7. Type certificate – N133 91
10.8. Type certificate – N131 91

1. PREAMBULE

1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société Soulanges Energies, maître d'ouvrage et futur exploitant du parc, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Soulanges sur la commune de Soulanges, dans la mesure où cela est 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 de Soulanges. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Soulanges, 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 LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'Environnement relative aux Installations classées 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'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1 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°2021-855 du 30 juin 2021 :

- 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.

1.3. NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2021-976 du 21 juillet 2021, 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 ; 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 A D	 6 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 : Code de l'Environnement)

Le parc éolien de Soulanges comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (entre 110 m et 114 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 de Soulanges *est constitué de 3 éoliennes. Les aérogénérateurs envisagés ne sont pas connus précisément (nom du fournisseur, puissance unitaire précise) à la date du dépôt du présent dossier. Cependant, les données de vent sur le site ainsi que les contraintes et servitudes ont permis de définir une enveloppe dimensionnelle maximale (gabarit) à laquelle répondront les aérogénérateurs (voir tableau suivant) qui seront installés sur les positions précises. Le parc comprend également un poste de livraison.*

Modèle	Constructeur	Puissance	Hauteur au moyeu	Diamètre rotor	Hauteur en bout de pale
N133	NORDEX	4,8 MW	110 m	133,2 m	176,6 m
N131		3,9 MW	114 m	131 m	179,5 m

Tableau 2 : Inventaire des modèles d'éoliennes possibles pour le projet de Soulanges (source : BayWa r.e., 2025)

► **Ainsi, pour le parc éolien de Soulanges, la hauteur maximale, en bout de pale, des éoliennes est de 180 m pour une puissance totale maximale de 14,4 MW.**

2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le demandeur de l'Autorisation Environnementale, Maître d'Ouvrage et futur exploitant du parc, est la société « Soulanges Energies », dont l'identité complète est présentée ci-après. La société « Soulanges Energies » est une filiale détenue à 51% par la société BayWa r.e. France et à 49% par la société C4B Finances, filiale de C4B Finances Holding GmbH.

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

La société « Soulanges Energies » 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	Soulanges Energies
Forme juridique	Société par Actions Simplifiées (SAS)
Capital social	1 000 €
Siège social	105 rue La Fayette 75010 PARIS
SIRET du siège social	897 643 318 00024
Etablissement secondaire	Soulanges, lieu-dit "La Tortue"
SIREN	897 643 318
Registre du commerce	Paris
Code NAF	3511Z – Production d'électricité

Tableau 3 : Références administratives de la société « Soulanges Energies » (source : BayWa r.e, 2025)

Nom	DABO
Prénom	Martina
Nationalité	Allemande
Qualité	Président de Soulanges Energies

Tableau 4 : Références du signataire pouvant engager la société (source : BayWa r.e, 2025)

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

2.2.LA SOCIETE BAYWA R.E FRANCE

BayWa r.e. France a été créée en 2008 (sous le nom de Renerco Energies SAS).

Nos coactionnaires sont BayWa AG, une entreprise prospère à l'échelle mondiale dont le chiffre d'affaires annuel est de 24 milliards d'euros, et Energy Infrastructure Partners, leader sur le marché d'investissement dans les infrastructures du secteur de l'énergie, qui gère des actifs de plus de 2,6 milliards d'euros provenant d'investisseurs du monde entier.

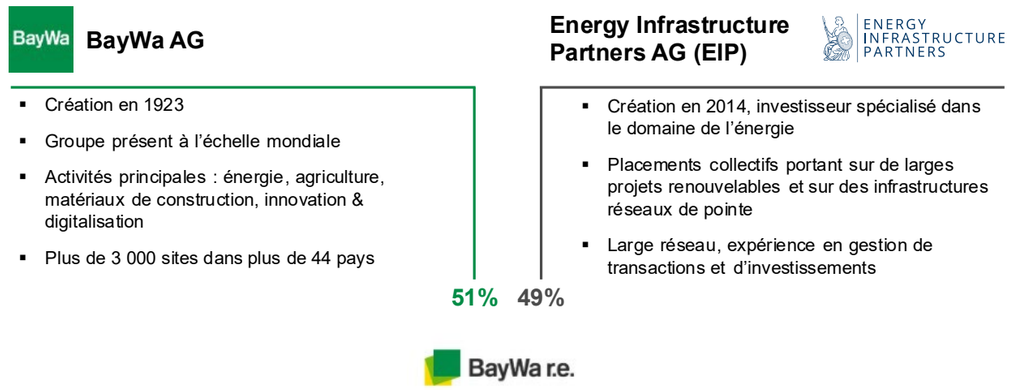


Figure 1 : Sociétés constitutives de BayWa r.e. (source : BayWa r.e., 2025)

2.2.1 Le groupe BayWa AG

BayWa AG est un groupe d'envergure mondiale, actif dans les secteurs de l'agriculture, de l'énergie et de la construction, pleinement tourné vers l'innovation et la digitalisation. La société a été fondée en 1923 à Munich (Allemagne) en tant que coopérative agricole, spécialisée dans le commerce de gros et de détails de produits agricoles. Le groupe a très vite diversifié ses activités en intégrant le matériel agricole, ainsi que les matériaux de construction.

Depuis plus de 100 ans, le groupe mise sur des valeurs fortes comme la confiance, la fiabilité et l'innovation. Basée sur un savoir-faire de longue date, l'expansion internationale de BayWa AG s'est considérablement accrue ces dernières années grâce à son réseau mondial présent dans 40 pays et comptant désormais plus de 24 000 collaborateurs. BayWa AG peut également compter sur sa puissance financière avec un chiffre d'affaires de 23,948 milliards d'euro en 2023. La société est cotée en bourse.

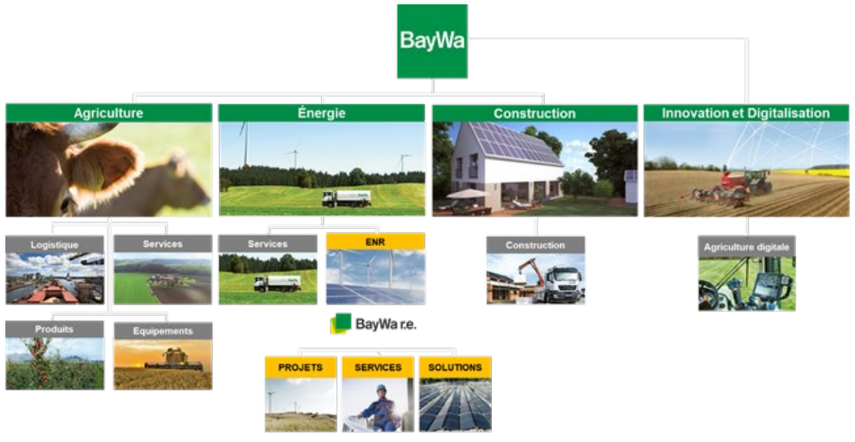


Figure 2 : Le champ d'activité de BayWa AG (source : BayWa r.e., 2025)

2.2.2 Le groupe Energy Infrastructure Partners

Depuis 2021, l'investisseur **Energy Infrastructure Partners** est entré au capital de la société BayWa r.e. Leader sur le marché d'investissement dans les infrastructures du secteur de l'énergie, Energy Infrastructure Partners gère des actifs de plus de 2,6 milliards d'euros provenant d'investisseurs du monde entier.

2.2.3 Le groupe BayWa r.e.

Le groupe BayWa AG a créé en 2009 la filiale internationale **BayWa r.e.** dédiée au développement, à la construction et à l'exploitation de projets d'énergies renouvelables. Cette structure est également spécialisée dans la distribution de matériels pour l'installation et l'exploitation de panneaux photovoltaïques.

Actif dans le monde, avec un chiffre d'affaires de près de 6,5 milliards d'euros, BayWa r.e. est l'un des principaux développeurs et exploitants de parcs éoliens, solaires et de stockage, distributeur sur le marché photovoltaïque et spécialiste de solutions énergétiques renouvelables.

BayWa r.e. est présent sur toutes les étapes d'un projet d'énergie renouvelable, jusqu'à l'exploitation et la maintenance des installations. La société est également productrice indépendante d'électricité avec des activités de vente d'énergie en pleine expansion. Grâce à l'innovation, notre créativité et notre expertise, nous avons raccordé plus de 6 GW de capacité renouvelable au réseau et sommes en charge de la gestion technique et commerciale de près de 10,98 GW d'actifs renouvelables.

Secteurs d'activité de BayWa r.e. et présence dans le monde

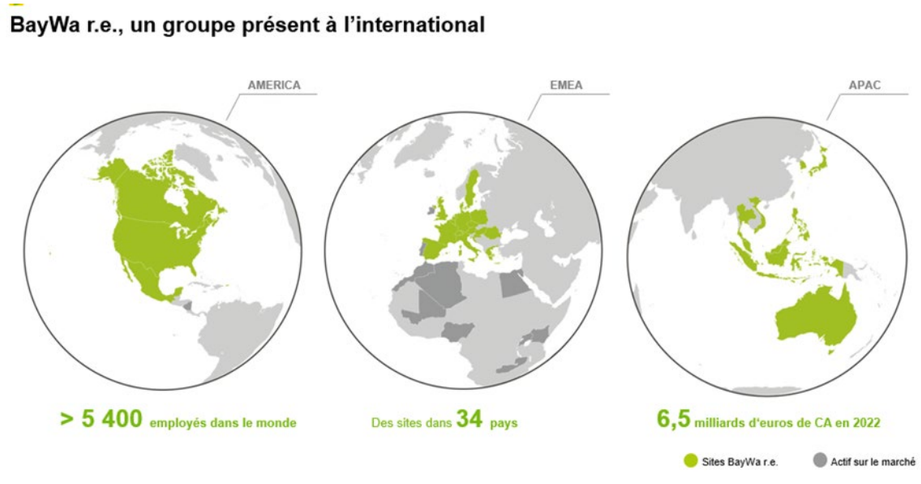


Figure 3 : Secteurs d'activité de BayWa r.e. et présence dans le monde (source : BayWa r.e., 2025)

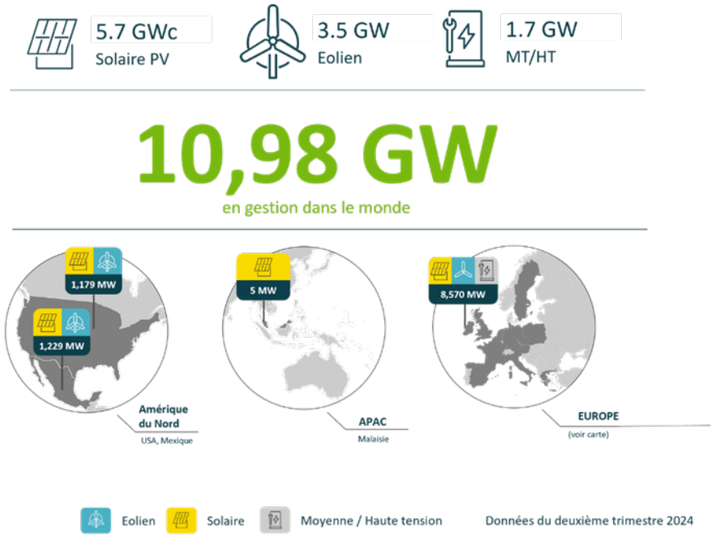


Figure 4 : Cartographie des parcs du groupe BayWa r.e et de leurs productions énergétiques (source : BayWa r.e, 2025)

Chiffres clés de 2025 de BayWa r.e.



Figure 5 : Chiffres clés de BayWa r.e. (source : BayWa r.e., 2025)

2.2.4 Le groupe BayWa r.e. France

Dénomination ou raison sociale	BayWa r.e. France
Forme juridique	Société par Actions Simplifiée (SAS)
Adresse du siège social	105 rue La Fayette - 75010 PARIS
Date d'immatriculation	13/05/2008
SIRET du siège	50345046200158 RCS PARIS
APE	7112B ingénierie, études techniques
Capital social	200 000,00€
Président	Martina DABO

Tableau 5 : BayWa r.e. France (source : BayWa r.e., 2025)

Les activités de BayWa r.e. en France

BayWa r.e. France développe, structure le financement, construit et exploite des projets éoliens et photovoltaïques.

La France est un marché clé pour BayWa r.e. qui y a débuté ses activités renouvelables en 2005. BayWa r.e. France, filiale du groupe allemand BayWa r.e. AG est aujourd'hui devenu un acteur incontournable sur le marché des énergies renouvelables.

D'abord gérée depuis l'Allemagne, la filiale française a recruté en France des professionnels du secteur dès 2012 et compte aujourd'hui plus de 350 collaborateurs répartis sur l'ensemble du territoire. La filiale a également su se rapprocher de ses clients et partenaires en ouvrant différentes agences locales sur l'ensemble de la France.

BayWa r.e. France investit depuis plusieurs années dans le développement de projets éoliens et photovoltaïques en France grâce au financement du groupe BayWa r.e. Le groupe soutient ainsi l'effort de long terme de développement et de construction de projets en France, permettant de garantir la pérennité financière de BayWa r.e. France.

BayWa r.e. France conçoit, développe et exploite des projets éoliens et photovoltaïques dits « clé en main » en partenariat avec des développeurs locaux. Elle exploite près de 480 MW éoliens et 908 MWc solaires. Toutes les étapes d'un projet sont effectivement prises en charge par nos équipes pluridisciplinaires : de la conception au démantèlement, en passant par les études de faisabilité, le développement, le financement, la construction et l'exploitation.

BayWa r.e. est présent sur toute la durée de vie d'un projet éolien, solaire ou stockage

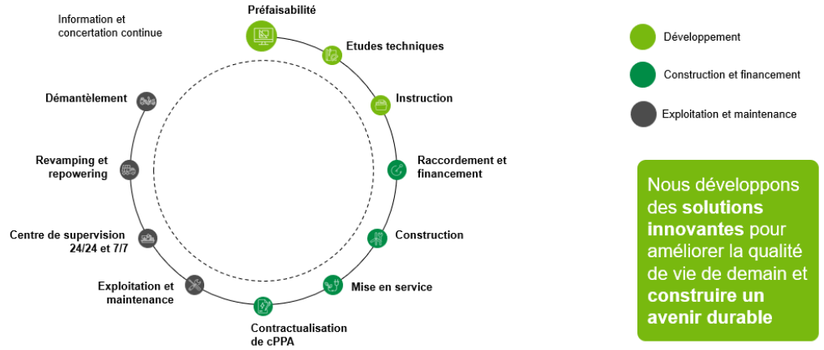


Figure 6 : Champs de compétences de BayWa r.e dans les étapes d'un projet d'énergie renouvelable (source : BayWa r.e, 2025)

En mai 2024, le consortium Penn Avel constitué de BayWa r.e. et Elicio a été désigné lauréat de l'Appel d'Offre Eolien flottant Bretagne sud. L'éolien flottant constitue une formidable opportunité d'accélérer la transition énergétique de la Bretagne, et plus largement du Grand Ouest.

Ce projet sera le premier parc commercial d'éoliennes flottantes pour une puissance totale de 250 MW.

L'objectif de BayWa r.e. et de son partenaire est de développer un projet exemplaire d'électricité renouvelable et locale au bénéfice de la communauté et de l'environnement grâce à une étroite concertation menée avec l'ensemble des acteurs du territoire.

Plus largement, BayWa r.e. est résolument engagé dans la lutte contre le réchauffement climatique : depuis toujours une place prépondérante est accordée aux enjeux sociaux et environnementaux du monde qui nous entoure. Soucieux des impacts des décisions et activités sur la société et sur l'environnement, BayWa r.e. s'est investi dans une démarche d'excellence et de qualité.

Récompensé par l'obtention de quatre certifications ISO, la responsabilité sociétale et environnementale est au cœur de nos préoccupations. Soucieux des impacts de nos décisions et activités sur la société et sur l'environnement, nous nous sommes investis dans une démarche d'excellence et de qualité. Cet engagement a été récompensé par l'obtention de trois certifications ISO en mars 2020 pour nos sites de Paris, Nantes et Le Barp : ISO 9001 : 2015 ; ISO 14001 : 2015 et ISO 45001 : 2018.

L'obtention de ces trois certifications témoigne de notre volonté de fournir des services de qualité en minimisant les impacts sur l'environnement, tout en faisant de la santé et de la sécurité de nos salariés une priorité.

Le détail des certifications obtenues :

- **Certification ISO 9001 : 2015 :** BayWa r.e. s'est engagée dans une démarche de gestion de la qualité avec pour objectif d'attacher la plus grande importance à la satisfaction et à l'accompagnement de ses partenaires.
- **Certification ISO 14001 : 2015 :** BayWa r.e. s'est engagée dans la mise en place d'actions en faveur du développement durable tout en minimisant l'impact des activités de l'entreprise sur l'environnement.

- **Certification ISO 45001 : 2018 :** BayWa r.e. s'est engagée dans le développement et l'optimisation de mesures de prévention et de protection pour mettre en place un système de gestion de la Santé et Sécurité au Travail performant.

BayWa r.e. est convaincue que la transition énergétique ne pourra se faire sans l'adhésion des territoires. La société s'investit donc dans une démarche innovante de développement de projets participatifs afin d'encourager l'intégration au projet de l'ensemble des parties prenantes des territoires : investissement participatif, accompagnement de projets agroenvironnementaux, accompagnement à l'emploi et la formation lors de la construction de ses parcs, vente locale d'électricité

Les références dans le domaine éolien en France

Parcs éoliens construits BayWa r.e. France :

- **Parc éolien La Benâte (Charente-Maritime, 17) :** 6 éoliennes E82, puissance totale de 12 MW, mis en service en 2010

Parcs éoliens construits et exploités par BayWa r.e. France :

- **Parc éolien de Saint-Fraigne** (Charente, 16) : 6 éoliennes E82, puissance totale de 12 MW, mis en service en 2011
- **Parc éolien de Voyennes** (Somme, 80) : 8 éoliennes V90, puissance totale de 16 MW, mis en service en 2011
- **Parc éolien de Saint-Congard** (Morbihan, 56) : 4 éoliennes MM92, puissance totale de 8.2 MW, mis en service en 2014
- **Parc éolien de Montjean Theil-Rabier** (Charente, 16) : 12 éoliennes V110, puissance totale de 24 MW, mis en service en 2016
- **Parc éolien Les Renardières** (Aube, 10) : 7 éoliennes V126, puissance totale de 21 MW, en service en 2017
- **Parc éolien de Plan Fleury** (Aube, 10) : 11 éoliennes V110, puissance totale de 22 MW, mis en service en 2017
- **Parc éolien de Saint-Pierre-de-Juillers** (Charente-Maritime, 17) : 5 éoliennes MM92, puissance totale de 10,25 MW, mis en service en 2017
- **Parc éolien Les Landes** (Haute-Vienne, 87) : 6 éoliennes M122, puissance totale de 18 MW, mis en service en 2019
- **Parc éolien Le Grand Champ** (Maine-et-Loire, 49) : 3 éoliennes N131, puissance totale de 7.20 MW mis en service en 2019
- **Parc éolien d'Aunis** (Charente-Maritime, 17) : 3 éoliennes E92, puissance totale de 7.05 MW, mis en service en 2020
- **Parc éolien de La Dian** (Aisne, 02) : 3 éoliennes V100, puissance totale de 6,6 MW, mis en service en 2020
- **Parc éolien de Plésidy** (Côtes-d'Armor, 22) : 5 éoliennes V117, puissance totale de 11 MW, mis en service en 2021
- **Parc éolien de Tout Vent** (Charente-Maritime, 17) : 6 éoliennes N131, puissance totale de 18 MW, mis en service en 2021
- **Parc éolien de Clos Neuf** (Côtes-d'Armor, 22) : 4 éoliennes E115, puissance totale de 12 MW, mis en service en 2022.
- **Parc éolien de Grande Lande** (Mayenne, 53) : 6 éoliennes V100, puissance totale 13,2 MW, mis en service en 2022.
- **Parc éolien de Quilly** (Loire Atlantique, 44), 3 éoliennes N117 ; puissance totale : 9MW mis en service en 2023 .
- **Parc éolien de Keranna** : (Côtes d'Armor, 22) : 4 éoliennes N117, puissance totale de 12 MW mis en service en 2025

Parcs éoliens exploités par BayWa r.e. France :

- **Parc éolien de Moréac** (Morbihan, 56) : 8 éoliennes G90, puissance totale de 16 MW, mis en service en 2010
- **Parc éolien de Souvigné** (Deux-Sèvres, 79) : 4 éoliennes G90, puissance totale de 8 MW, mis en service en 2010
- **Parc éolien des Quatre Vallées 1** (Marne, 51) : 6 éoliennes G90, puissance totale de 12 MW, mis en service en 2012
- **Parc éolien des Quatre Vallées 2** (Marne, 51) : 10 éoliennes G87, puissance totale de 20 MW, mis en service en 2013
- **Parc éolien de Dargies** (Oise, 60) : 6 éoliennes E82, puissance totale de 12 MW, mis en service en 2014
- **Parc éolien de Confolentais** (Charente, 16) : 6 éoliennes V110, puissance totale de 12 MW, mise en service 2015
- **Parc éolien des Mignaudières** (Vienne, 86) : 6 éoliennes V90, puissance totale de 12 MW, mis en service en 2016
- **Parc éolien de l'Enclave** (Nord, 59) : 15 éoliennes V113, puissance totale de 49.5 MW, mis en service 2015
- **Parc éolien du Louveng** (Pas de Calais, 62) : 5 éoliennes V100, puissance totale de 11 MW, mis en service 2015
- **Parc éolien de Artigues-Ollières** (Var, 83) : 22 éoliennes V90, puissance totale de 44 MW, mis en service 2020

Parc éolien lauréat aux appels d'offres CRE :

- **Parc éolien de Gourvillette** (Charente Maritime, 17) : 4 éoliennes N 117, puissance totale de 12 MW
- **Parc éolien de la Couture** (Charente, 16) : puissance totale de 31,5 MW
- **Parc de la Haute Voie** (Marne, 51) : puissance totale de 18 MW

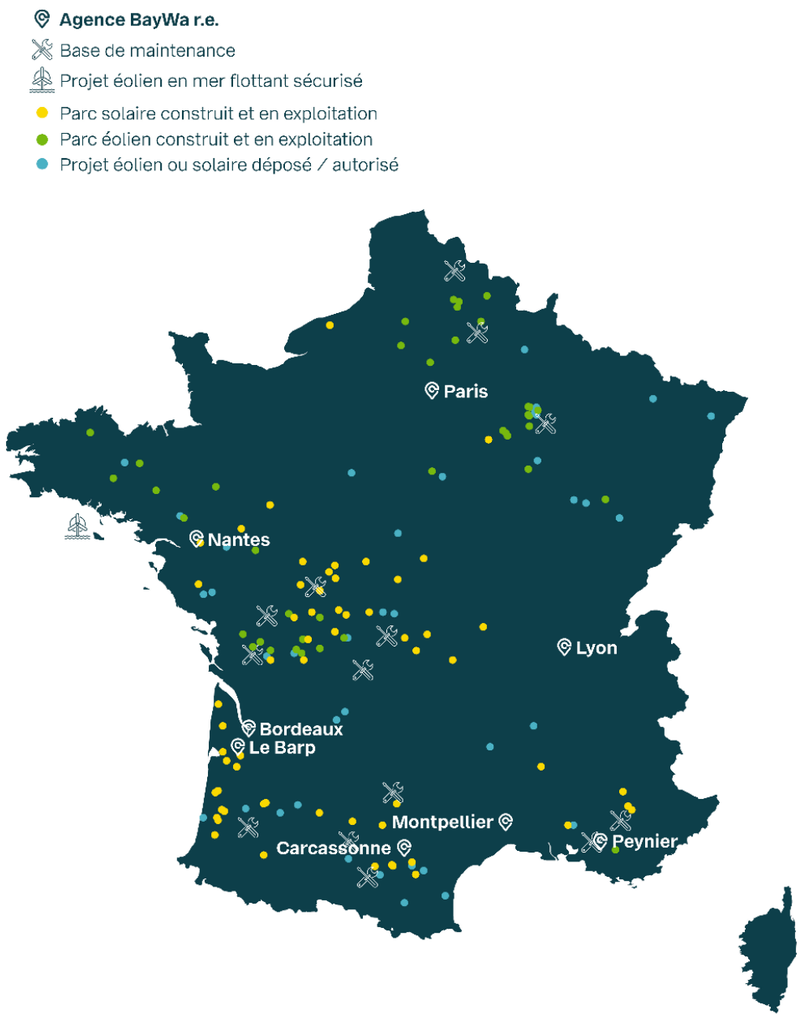
Parmi les parcs photovoltaïques construits et exploités par BayWa r.e. France :

- **Parc photovoltaïque de Graulhet** (Tarn, 81) : puissance totale de 6 MWc, mis en service en 2013
- **Parc photovoltaïque de Salles** (Gironde, 33) : puissance totale de 8 MWc, mis en service en 2013
- **Parc photovoltaïque de Fontenet** (Charente-Maritime, 17) : puissance totale de 12 MWc, mis en service en 2014
- **Parc photovoltaïque de Lue** (Les Landes, 40) : puissance totale de 8 MWc, mis en service en 2014
- **Parc photovoltaïque de Rion-des-Landes** (Les Landes, 40) : puissance totale de 12 MWc, mis en service en 2014
- **Parc photovoltaïque de Saucats** (Gironde, 33) : puissance totale de 12 MWc, mis en en service en 2014
- **Parc photovoltaïque d'Hourtain** (Gironde, 33) : puissance de 41,2 MWc, mis en service en 2017
- **Parc photovoltaïque des Lacs Médocains à Hourtin** (Gironde, 33) : puissance totale de 41 MWc, mis en service en 2017
- **Parc photovoltaïque de Varennes 1** (Allier, 03) : puissance totale de 5 MWc, mis en service en 2021
- **Parc photovoltaïque de Varennes 2** (Allier, 03) : puissance totale de 3,5 MWc, mis en service en 2021
- **Parc solaire de Blueberry** (Indre, 36) : puissance totale de 29 MWc, mis en service en 2021
- **Parc photovoltaïque de Pouillon / Bénesse-Lès-Dax** (Landes, 40) : puissance totale de 4,7 MWc, mis en service en 2021
- **Parc photovoltaïque de Fontenet 2** (Charente-Maritime, 17) : puissance totale de 14 MWc, mise en service 2022
- **Parc photovoltaïque de Palaja** (Aude, 11) : puissance totale de 7,6 MWc, mise en service 2023
- **Parc agrivoltaïque de Brumath** (Bas Rhin, 67) : puissance totale de 432kWc, mise en service 2024
- **Parc photovoltaïque de Greenberry** (Indre,36) : puissance totale de 40 MWc, mise en service 2024
- **Parc photovoltaïque de Fontenet 3** (Charente Maritime, 17) : puissance totale de 40 MWc, mise en service 2024

Parcs photovoltaïques en construction (parcs autorisés et lauréats aux appels d'offres CRE) :

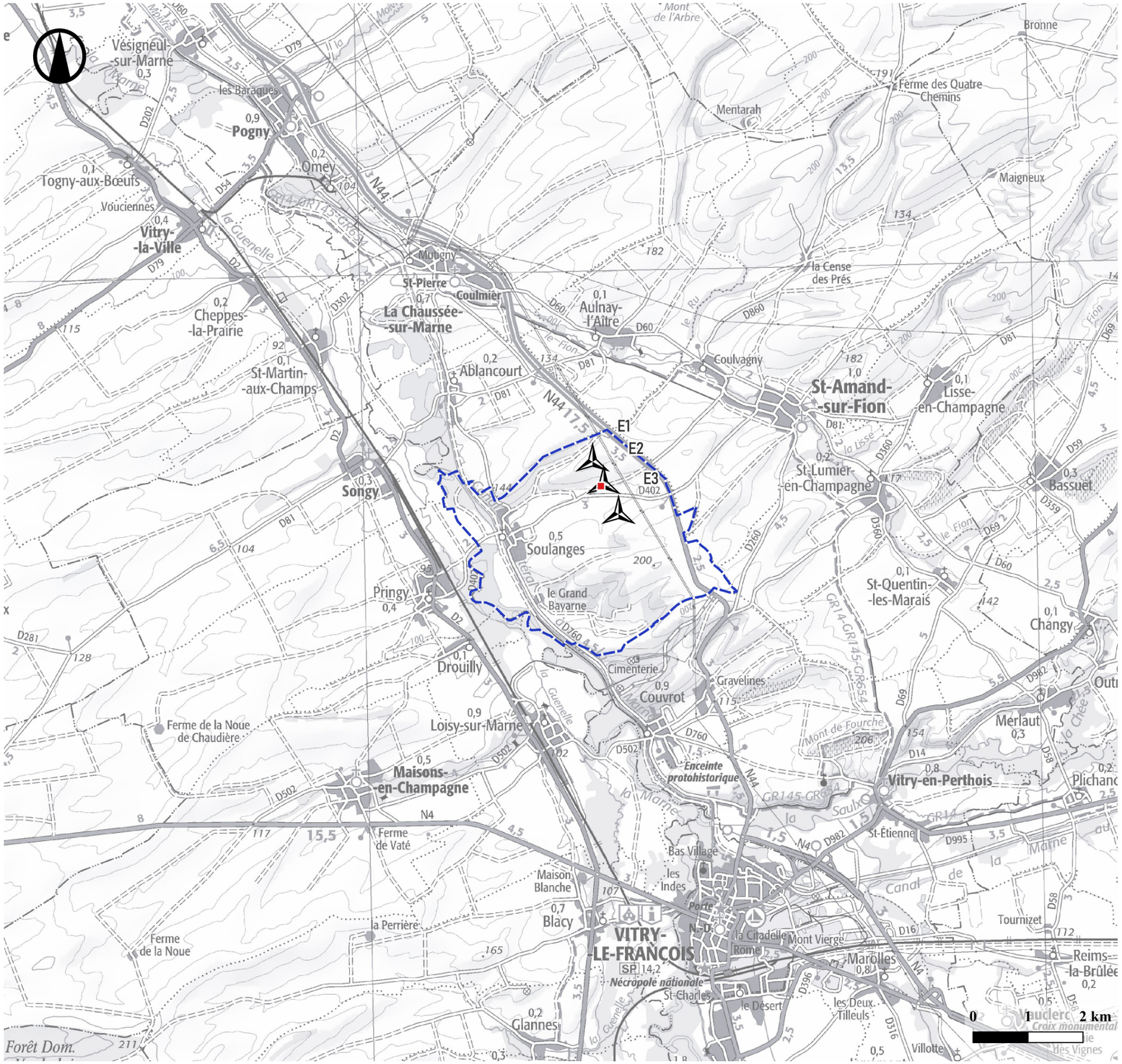
- **Parc photovoltaïque d'Amance** (Aube) : puissance de 46.9 MWc, mise en service en 2025

En totalité, BayWa r.e. France exploite actuellement 480 MW éoliens, ainsi que 908 MWc photovoltaïque.



Carte 1 : Localisation des parcs éoliens et solaires et des agences de BayWa r.e. France (source : BayWa r.e, 2025)

► **La société BayWa r.e est un acteur majeur du développement de la filière éolienne française.**

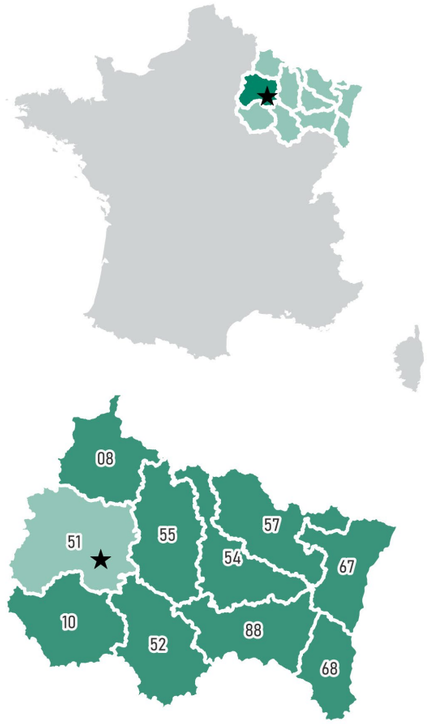


Localisation géographique

ATER Environnement

Juin 2025

Source : IGN 100®
Copie et reproduction interdites



Légende

Commune de Soulanges

★ Localisation du projet

Projet éolien de Soulanges

Eoliennes

Poste de livraison

Carte 2 : Localisation du projet de parc éolien

2.3. LOCALISATION DU SITE

2.3.1 Localisation générale

Le projet de parc éolien de Soulanges est situé dans la région Grand-Est, et plus particulièrement dans le département de la Marne, au sein de la Communauté de communes Vitry, Champagne et Der. Il est localisé sur le territoire communal de Soulanges.

La communauté de commune Vitry, Champagne et Der est composée de 35 communes et compte 23 412 habitants (source : INSEE, 2022) répartis sur 514,9 km^2.

Le projet de parc éolien de Soulanges est situé à environ 800 m à l'Est du centre-ville de Soulanges, 7 km au Nord de Vitry-le-François et 21 km au Sud-Est de Châlons-en-Champagne.

2.3.2 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	Lieu-dit	Section
E1	La Tortue	ZK07
E2	La Tortue	ZK015
E3	Les Fèces	ZB036
PDL	La Tortue	ZK038

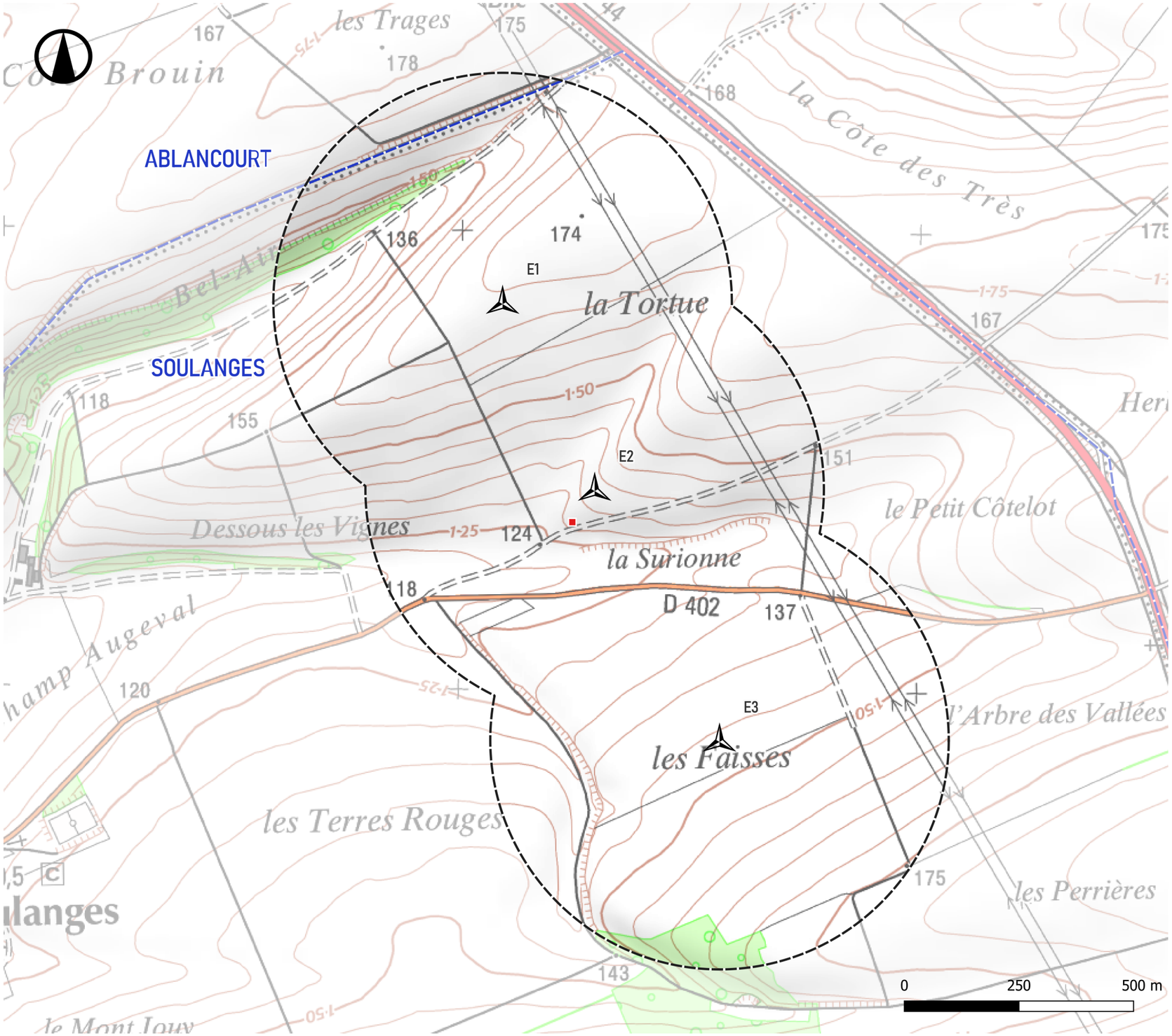
Tableau 6 : Identification des parcelles cadastrales – PDL : Poste de livraison (source : BayWa r.e, 2025)

2.4. DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE DE DANGERS

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection de pale, telle que définie au paragraphe 8.2.6.

Le périmètre d'étude de dangers n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui sera néanmoins représenté 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

Septembre 2025

Source : IGN 25®

Copie et reproduction interdites

Légende

- Périmètre de l'étude de dangers
- Limites communales

Parc éolien de Soulanges

- Eolienne
- Poste de livraison

Carte 3 : Périmètre de l'étude de dangers

Projet éolien de Soulanges (51)
Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

3. 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).

3.1. ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

3.1.1 Zones urbanisées et urbanisables

L'habitat est principalement concentré au niveau de la commune de Soulanges et des communes limitrophes. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

Territoire de Soulanges :

- Première habitation à 1.2 km à l'ouest d'E1 ;
- Première habitation à 1.3 km à l'ouest d'E2 ;
- Première habitation à 1.5 km à l'ouest d'E3.

► **Dans le périmètre d'étude de dangers, aucune habitation, zone urbaine ou zone à urbaniser n'est présente. La première habitation ou limite de zone destinée à l'habitation est à près de 1,2 km du parc éolien envisagé, sur la commune de Soulanges.**

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

Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont Soulanges, commune d'accueil du projet, et Ablancourt (sur une petite partie du périmètre au nord). Quelques indicateurs de la population et du logement dans ces communes sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Commune	Nombre d'habitants	Densité (Hab./km²)	Nombre de logements	Part de ménages propriétaires de leur résidence principale
Soulanges	484	36,9	206	87,2 %
Ablancourt	165	23,3	72	90,8 %

Tableau 7 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : INSEE, RP2022)

Ainsi, la commune de Soulanges avec 484 habitants en 2022, est la commune la plus peuplée des communes étudiées. La commune d'Ablancourt est quant à elle la moins peuplée, avec 165 habitants en 2022. Les densités de population varient de 23,3 hab./km² à 36,9 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 et ruraux péri-urbains ; 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 un maximum de 484 habitants.**
► **La part de ménages propriétaires de leur résidence principale dans ces communes est relativement élevée, ce qui est caractéristique des milieux ruraux ou ruraux péri-urbains.**

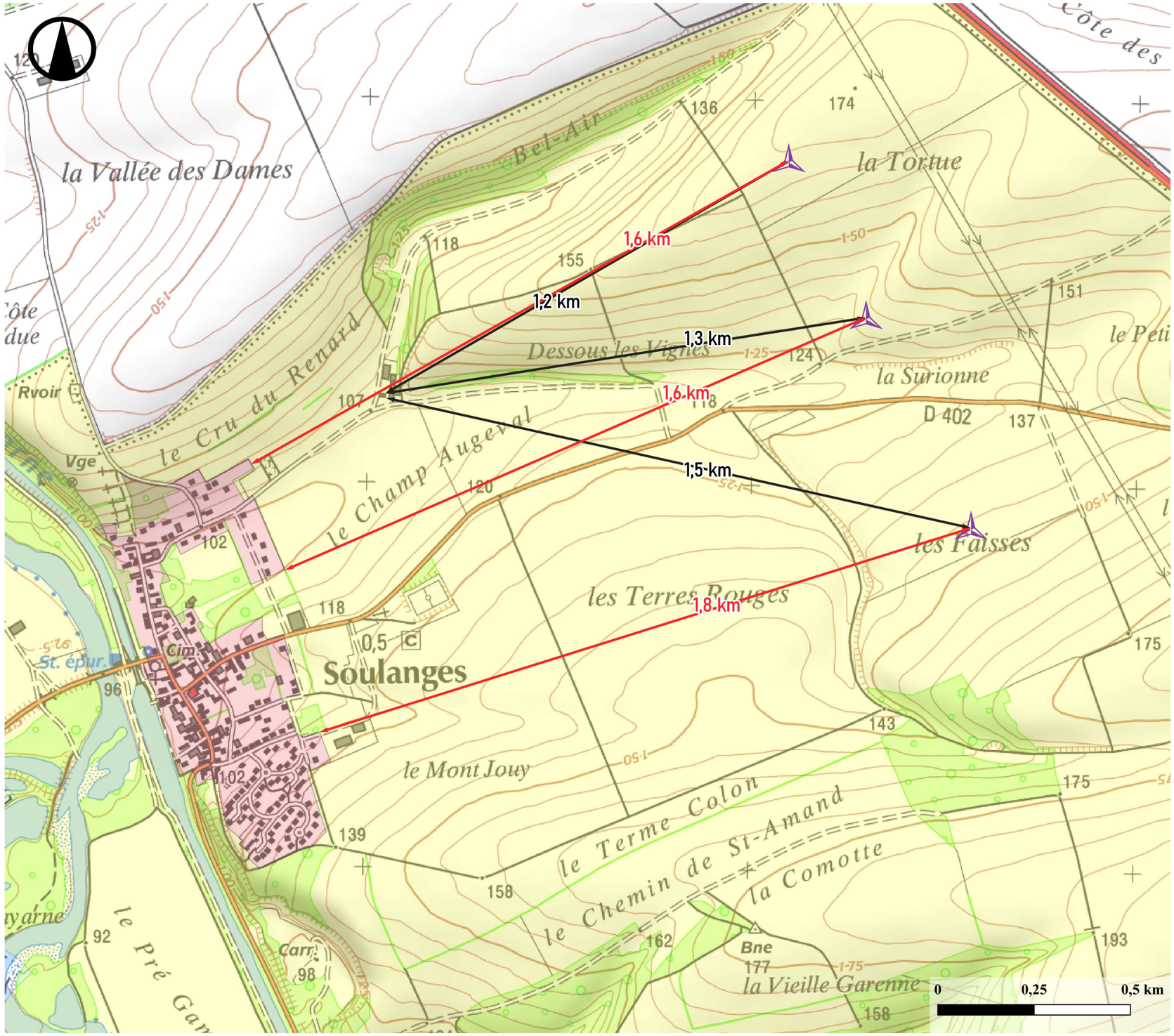
Documents d'urbanisme

- Commune de Soulanges :

Le territoire communal de Soulanges dispose d'une carte communale approuvée le 18/02/2020.

Le parc éolien de Soulanges est situé à plus de 500 m des zones constructibles de la carte communale en vigueur.

► **Le parc éolien de Soulanges est donc compatible avec le document d'urbanisme en vigueur sur la commune de Soulanges.**
► **Une distance d'éloignement de 500 m a été respectée entre les éoliennes et les différentes zones urbaines et à urbaniser afin de respecter la réglementation en vigueur.**



Distance aux habitations

ATER Environnement

Septembre 2025

Sources : IGN 25®, cadastre.data.gouv

Copie et reproduction interdites

Légende

Parc éolien de Soulanges

- Eoliennes

Carte communale de Soulanges

- Zone construite
- Zone non constructible

Distances

- Distance à la zone urbaine la plus proche
- Distance aux habitations les plus proches

Carte 4 : Distance aux habitations

3.1.2 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.**

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

Installations nucléaires de base

Le département de la Marne n'accueille aucune centrale nucléaire sur son territoire. L'installation nucléaire la plus proche est celle de Soulaines-Dhuys, située à environ 45 km au sud du projet de parc éolien de Soulanges, dans le département de l'Aube.

► **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 environ 7,5 km au sud du site du projet.

► **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 dans le département de la Marne. A l'échelle de la commune de Soulanges, une ICPE est recensée, néanmoins, elle n'intègre pas le périmètre d'étude de dangers. Elle est présentée dans le tableau suivant :

Commune	Etablissement	Distance au site du projet (km)
Soulanges	ENTREPRISE CHARLES MORONI	2,4 SO

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

Etablissement ICPE éolien

Un parc éolien intègre le périmètre d'étude de dangers. Il s'agit du parc éolien construit de Soulanges - Saint-Amand-sur-Fion 1, dont l'éolienne la plus proche est située à 477 m à l'est de l'éolienne E1.

► **Un parc éolien intègre le périmètre d'étude de dangers. Il s'agit du parc éolien de Soulanges - Saint-Amand-sur-Fion 1.**

3.1.4 Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers recouvre majoritairement des champs où une activité agricole est exercée (cultures de plateau).

Quelques boisements sont également présents dans le périmètre d'étude de dangers. Le plus proche est situé à environ 270 m au nord de l'éolienne E1.

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.**

3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

3.2.1 Climatologie générale

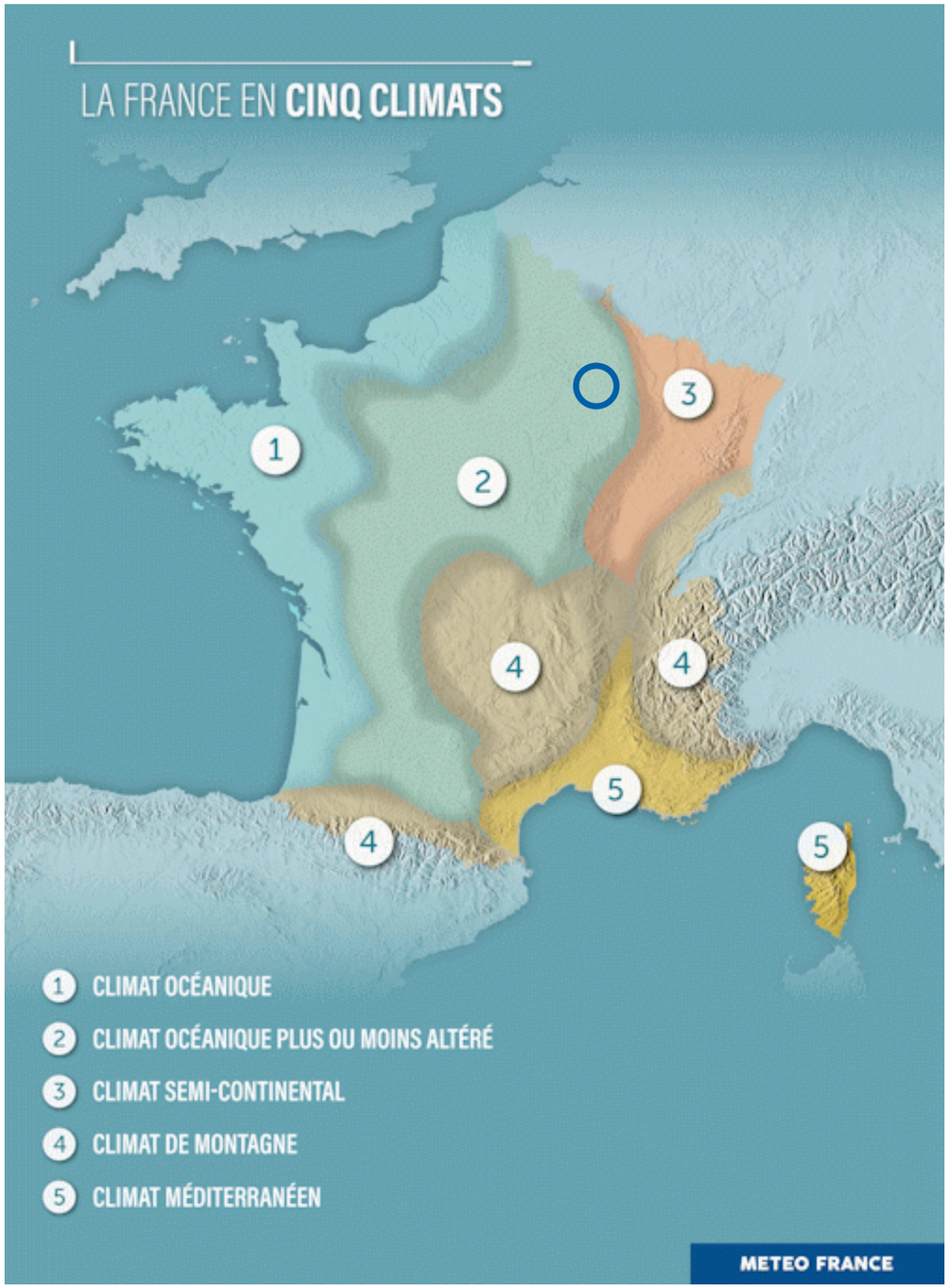
Le climat de la région Grand-Est est à la fois sous l'influence d'un climat océanique dégradé et d'un climat semi-continental, avec des températures présentant une amplitude annuelle faible. Ces climats expliquent les hivers frais, les étés doux et les précipitations fréquentes mais peu abondantes tout au long de l'année. Les mois estivaux tendent à être chauds et relativement secs avec des températures moyennes quotidiennes de 25°C.

Le projet se situe dans la partie ouest du Grand-Est, soumise à un climat de type océanique altéré. L'influence océanique apporte de l'eau en quantité régulière avec des contrastes thermiques annuels peu marqués. Cette influence offre la garantie d'une pluviosité constante et modérée.

La station météorologique de référence la plus proche du projet est celle de Frignicourt, située à 11,2 km au sud de la zone d'implantation du projet. Les données climatologiques de cette station permettent de comparer les caractéristiques climatologiques locales avec les tendances nationales.

	Station de Frignicourt	Moyenne nationale
Température moyenne	11,5°C	De 9,5°C dans le nord-est à 15,5°C sur la côte méditerranéenne
Amplitude thermique moyenne	9,3°C	De 9°C dans le Finistère à 19°C en Alsace
Pluviométrie moyenne annuelle	694,6 mm	Moyenne nationale de 835 mm, localement de 500 à 1 500 mm
Nombre moyen de jours de neige	21 jours	20 jours
Nombre moyen de jours de gel	69 jours	50 jours
Nombre moyen de jours d'orage	21 jours	25 jours

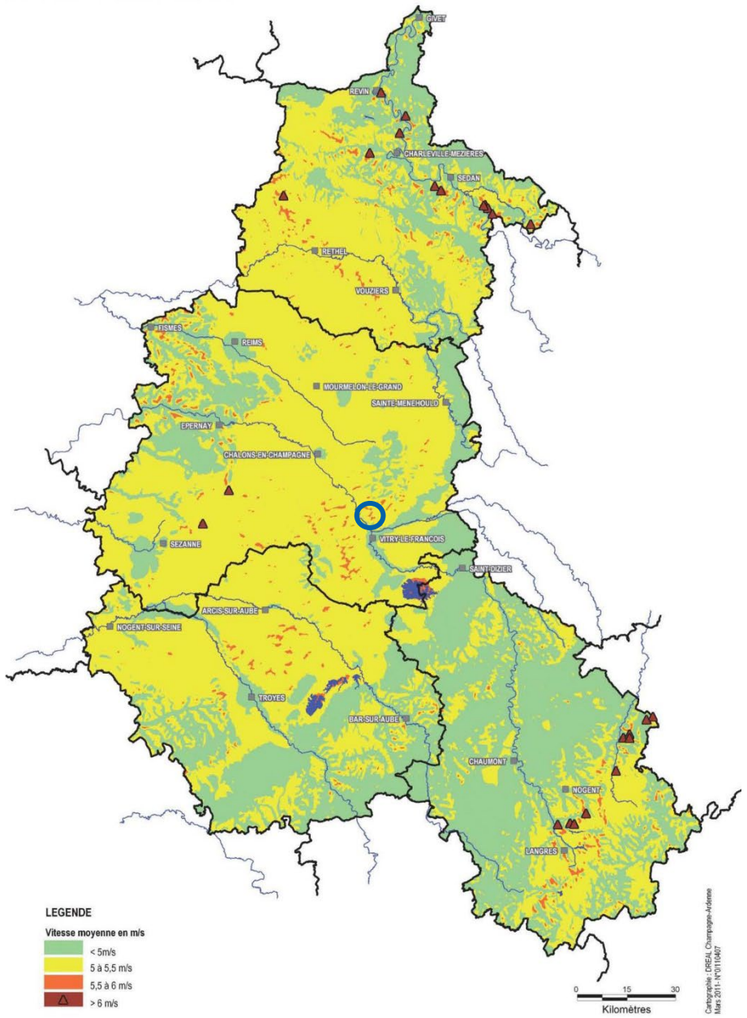
Tableau 8 : Données météorologiques moyennes de la station météorologique de Frignicourt sur la période 1991-2020 (sources : Météo France ; infoclimat.fr ; metweb.fr, 2025)



Carte 5 : Climats de France métropolitaine – Cercle bleu : Localisation du projet (source : Météo France, 2023)

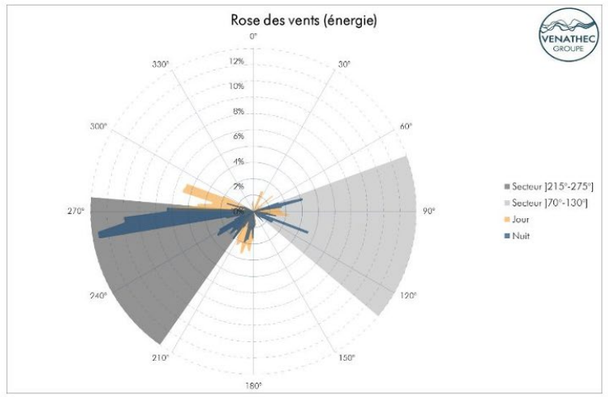
3.2.2 Régimes de vent

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

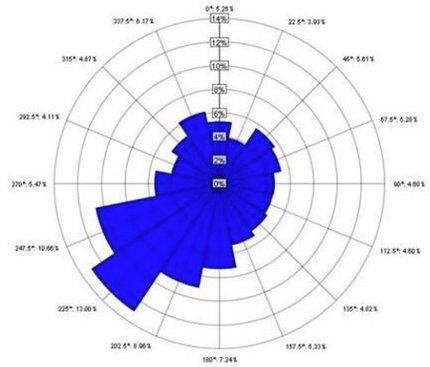


Carte 6 : Vitesse des vents dans l'ancienne région Champagne-Ardenne – Cercle bleu : Localisation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012)

Roses des vents



Rose des vents pendant la campagne de mesure



Rose des vents à long terme

Figure 7 : Rose des vents (source : Baywa.re, 2025)

- **Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un climat océanique dégradé.**
- **La vitesse des vents et la densité d'énergie observées au niveau du périmètre d'étude de dangers définissent aujourd'hui ce dernier comme moyennement bien venté.**

3.2.3 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), dont la version en vigueur est en date du 02 septembre 2019, et mis à jour pour la dernière fois en 2022.

	Observations	Enjeu
Inondation	**Débordement de cours d'eau :** La commune d'accueil du projet est soumise au risque inondation par débordement de cours d'eau, mais pas la zone d'implantation potentielle **Remontée de nappe :** La zone de projet est localement sujette à des inondations de cave au niveau de sa partie centrale.	MODERE
Mouvements de terrain	**Glissement de terrain :** La commune d'accueil du projet est soumise au risque de glissement de terrain. **Cavités :** Trois cavités sont recensées au niveau de la commune d'accueil du projet, mais aucune n'est présente au niveau de la zone de projet. **Retrait et gonflement des argiles :** La zone de projet est soumise à un aléa « nul » à « faible » pour le retrait et le gonflement des argiles.	FAIBLE
Risque sismique	La zone de projet est soumise à un risque sismique très faible.	TRES FAIBLE
Risque radon	Le risque de contamination au radon est faible pour la commune d'accueil du projet.	FAIBLE
Tempête	Le risque de tempête est modéré dans le département de la Marne.	MODERE
Foudre	Le risque de foudre est faible.	FAIBLE
Grand Froid	Le risque de grand froid est modéré pour la zone de projet, au même titre que l'ensemble du département de la Marne.	MODERE
Canicule	Le risque de canicule est modéré pour la zone de projet, au même titre que l'ensemble du département de la Marne.	MODERE

Tableau 9 : Synthèse des risques naturels

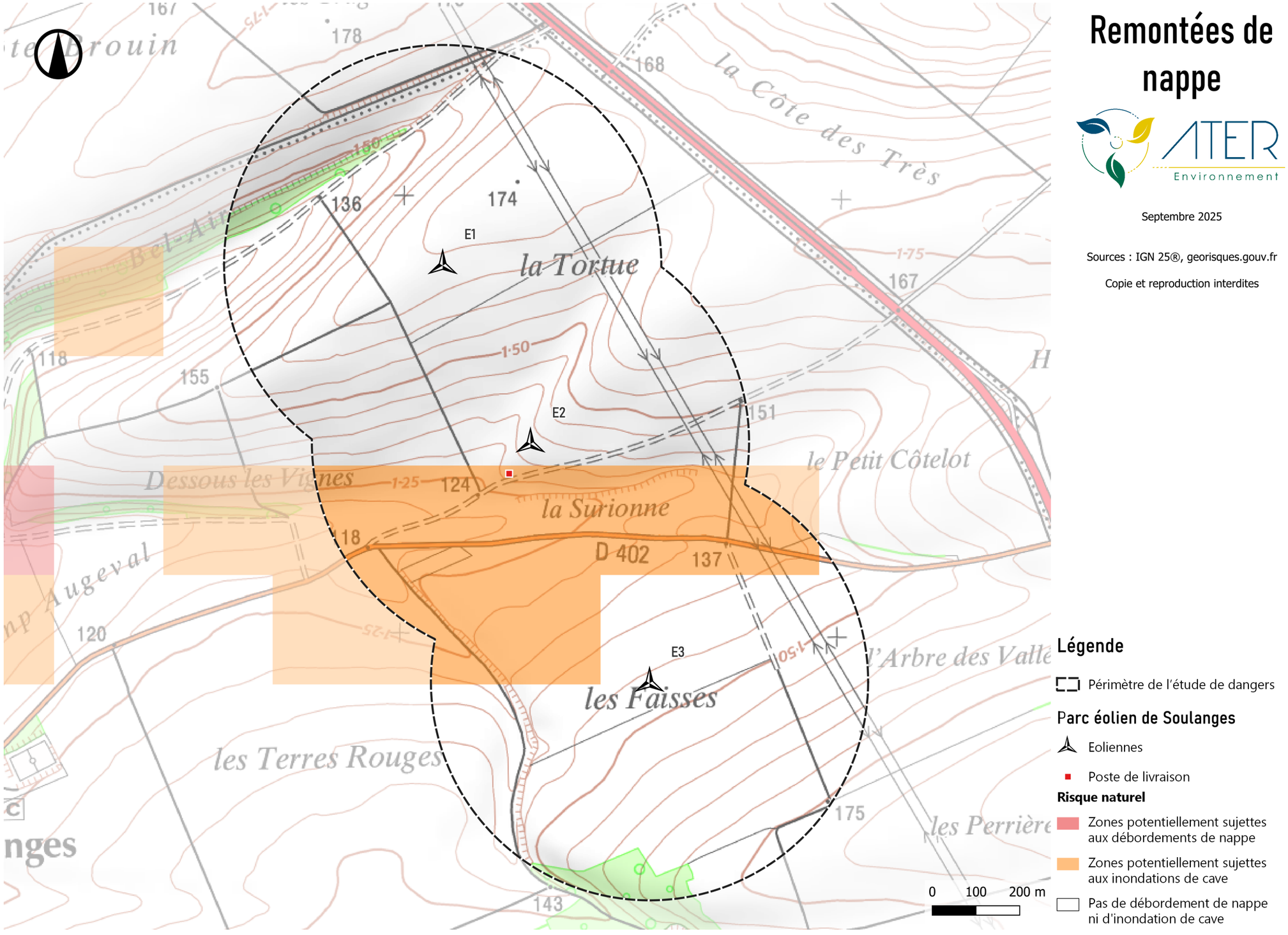
Remontées de nappe

ATER Environnement

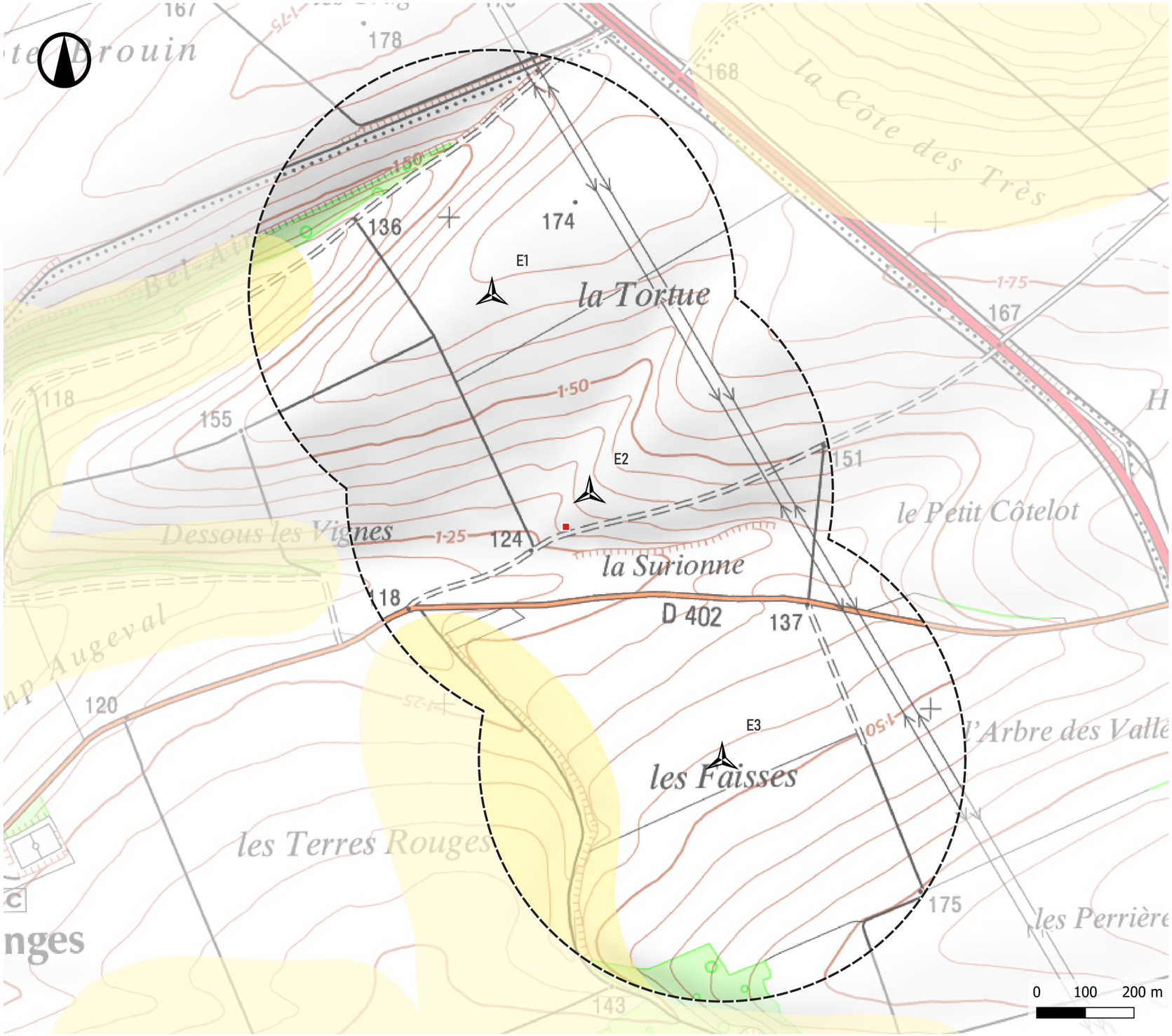
Septembre 2025

Sources : IGN 25®, georisques.gouv.fr

Copie et reproduction interdites



Carte 7 : Risque de remontées de nappe



Mouvements de terrain

ATER Environnement

Septembre 2025

Sources : IGN 25®, georisques.gouv.fr

Copie et reproduction interdites

Légende

- Périmètre de l'étude de dangers

Parc éolien de Soulanges

- Eoliennes
- Poste de livraison

Aléa retrait-gonflement des argiles

- Faible
- Modéré
- Fort

Carte 8 : Risque de mouvements de terrain

Projet éolien de Soulanges (51)
Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

3.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

3.3.1 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 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 :

- Une route départementale ;
- Plusieurs voies communales, notées Vc sur la carte des enjeux matériels ;
- Plusieurs chemins ruraux, notés Cr sur la carte des enjeux matériels ;
- Plusieurs chemins d'exploitation, notés Ce sur la carte des enjeux matériels.

Remarque : Les voies communales et 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, c'est-à-dire dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne.

Numéro de l'éolienne	RD 402	Voies communales	Chemins ruraux	Chemins d'exploitation
E1	-	290 m Vc n°1	425 m Cr n°1	35 m Ce n°3 149 m Ce n°2 402 m Ce n°1
E2	215 m	65 m Vc n°2	472 m Cr n°2	150 m Ce n°2 424 m Ce n°4 431 m Ce n°3
E3	329 m	-	280 m Cr n°3 364 m Cr n°2	65 m Ce n°5 316 m Ce n°4

Légende : - : Distance supérieure à 500 m

Tableau 10 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières, dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne

> ► **Une départementale, plusieurs voies communales, chemins ruraux et d'exploitation intègrent le périmètre d'étude de dangers.**

Définition du trafic

Dans un courrier datant du 08 juillet 2020, la Direction des routes départementales de la Marne précise que le trafic routier de la RD 402 fait état du passage de 216 véhicules par jour. Cette route est donc non structurante.

Remarque : En raison de leur taille moins importante, les voies communales, les chemins ruraux et d'exploitation 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-dessous de 2 000 véhicules/jour. Ces infrastructures sont donc non structurantes.

> ► **Avec un trafic routier estimé à seulement 216 véhicules par jour, la RD 402 est très largement inférieure à 2 000 véhicules/jour. Elle est donc non structurante. Les autres infrastructures recensées sont également non structurantes.**

Eloignement des voiries

La Direction des Routes Départementales de la Marne recommande trois distances d'éloignement :

- Un périmètre immédiat, égal à la hauteur maximale de l'éolienne, soit 180 m, à l'intérieur duquel aucune personne ni aucun bien ne peut être exposé sauf raison professionnelle liée au fonctionnement de l'éolienne et à l'exploitation du terrain ;
- Un périmètre rapproché, égal à deux fois la hauteur maximale de l'éolienne, à l'intérieur duquel sont interdites toutes les constructions (sauf celles nécessitées par l'exploitation des éoliennes), ainsi que toutes infrastructures de transports y compris de transport d'énergie (à l'exception de celles desservant les éoliennes). Ce périmètre dans lequel des dérogations devront être appréciées au cas par cas, vise à prévenir les risques liés à la projection de morceaux de pale. Une conception garantissant l'attache certaine des pales au rotor quelles que soient les conditions permettrait de s'affranchir de ce périmètre ;
- Un périmètre éloigné, égal à quatre fois la hauteur maximale de l'éolienne, à l'intérieur duquel doit être élaborée une étude de sécurité adaptée prenant en compte tous les scénarios d'accidents y compris celui de la ruine totale de l'éolienne. L'impact sur l'ensemble des activités ou constructions existantes, notamment sur les infrastructures de transports, les établissements recevant du public, les installations classées, les zones d'habitats, etc. devra être évalué.

Situés respectivement à 215 m et 329 m de la route départementale RD 402, les éoliennes E2 et E3 se situent dans le périmètre rapproché (soit entre 180 m et 360 m suivant les dimensions des éoliennes du parc éolien de Soulanges).

Pour ces deux éoliennes, cette proximité avec cette route départementale devra faire l'objet de dérogations qui devront être appréciées au cas par cas et visant à prévenir les risques liés à la projection de morceaux de pale. « Une conception garantissant l'attache certaine des pales au rotor quelles que soient les conditions permettrait de s'affranchir de ce périmètre ».

Aucune préconisation particulière d'éloignement aux voiries n'est formulée pour les voies communales, les chemins ruraux et d'exploitation.

> ► **Conformément aux préconisations du code de l'urbanisme et du conseil départemental de la Marne, les éoliennes ont été éloignées de plus de 180 m de la route départementale RD 402.**

Infrastructure ferroviaire

Aucune Ligne à Grande Vitesse, de fret, et TER n'intersectent le périmètre d'étude de dangers.

> ► **Aucune infrastructure ferroviaire n'intersecte le périmètre de l'étude de dangers.**

Chemins de Randonnée

Aucun chemin de randonnée n'est présent dans la zone d'étude de dangers.

A noter que dans le cadre du projet de parc éolien de Soulanges, une mesure d'accompagnement consistant en la création d'un itinéraire de randonnée pédestre de 22 km est prévue. Ce dernier passera notamment au niveau du tronçon de la RD 402 passant dans la zone d'étude de dangers. Le tracé exact de cet itinéraire est visible au sein de la partie 3.4.5 du chapitre E de l'étude d'impact.

► **Aucun chemin de randonnée ne sillonne (pour l'instant) le périmètre d'étude de dangers.**

3.3.2 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.

D'après le DDRM de la Marne, la commune d'accueil du projet n'est pas concernée spécifiquement par un risque lié au transport de marchandises dangereuses. Cependant, le DDRM de la Marne précise que compte tenu de la diversité des produits transportés et des destinations, un accident lié au transport de marchandises dangereuses par voie routière peut survenir pratiquement n'importe où dans le département. Certains axes présentent une potentialité plus forte du fait de l'importance du trafic. C'est le cas de la RN 44, classée comme voie à grande circulation, qui longe le périmètre d'étude de dangers.

► **Le périmètre d'étude de dangers n'englobant pas la RN 44, le risque lié au transport de marchandises dangereuses est moindre au sein du périmètre d'étude de dangers. Toutefois, par le passage que représente la route départementale 402, le risque lié est considéré comme faible.**

Infrastructures électriques

RTE – Transport d'électricité

Deux lignes électriques haute tension traversent le périmètre d'étude de dangers.

Les distances d'éloignement préconisées par RTE sont fonction du niveau de tension des lignes. Ainsi, dans le cadre du projet, pour des hauteurs d'éoliennes de 180 mètres pales comprises, le gestionnaire RTE recommande de respecter une distance minimale de 180 + 3 mètres en phase exploitation vis-à-vis de leurs ouvrages : LIT 63kV N0 1 BASIN - CHAUSSEE (LA) et LIT 63kV N0 1 BASIN-CHAUSSEE (LA)-MAROLLES.

ENEDIS – Distribution d'électricité

► **Aucune ligne électrique BT ou HTA ne traverse le périmètre d'étude de dangers.**

Faisceaux hertziens

Un faisceau hertzien, appartenant au gestionnaire Free, intègre le périmètre d'étude de dangers. Il passe au plus près à 113 m à l'est de E1.

Cependant, l'analyse géométrique entre la turbine et le faisceau hertzien (calcul de l'ellipsoïde de Fresnel) met en évidence une absence totale d'interférence, confirmant ainsi l'absence de tout risque d'interférence du rotor avec le faisceau hertzien.

► **Un faisceau hertzien traverse le périmètre d'étude de dangers.**

3.3.3 Patrimoine historique et culturel

Monument historique

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

► **Aucun monument historique n'intègre 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 de Soulanges respectera les dispositions du Code du Patrimoine.**

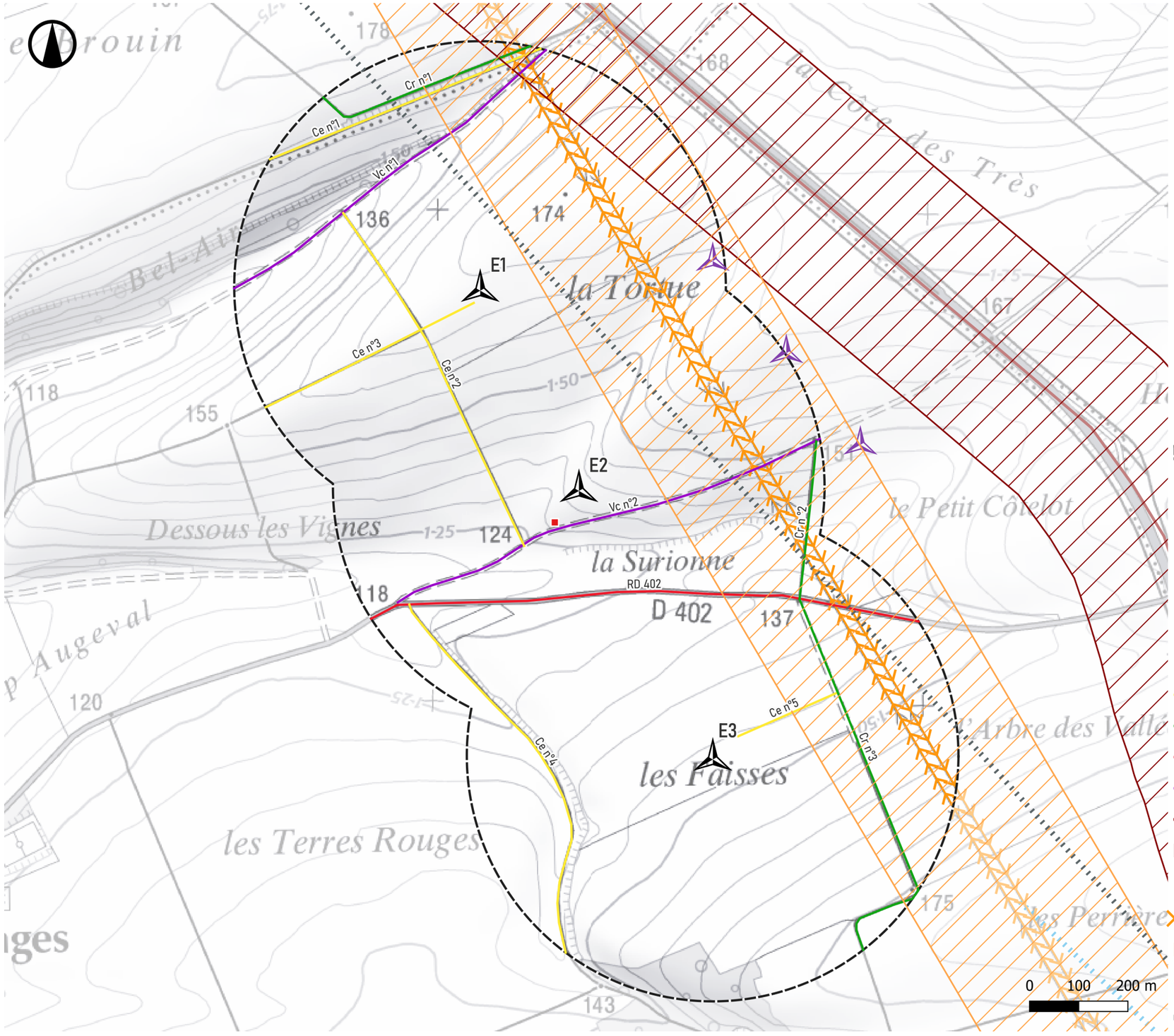
Enjeux matériels

ATER Environnement

Septembre 2025

Sources : IGN 25®, cadastre.gouv.fr

Copie et reproduction interdites



Légende

- Périmètre de l'étude de dangers

Parc éolien de Soulanges

- Poste de livraison
- Eolienne

Parc éolien riverain

- Construit

Infrastructures de transport

- Chemin d'exploitation
- Chemin rural
- Route départementale
- Voie communale
- Liaison principale
- Perimètre de protection (200m)

Infrastructure électrique

- Ligne aérienne (RTE)
- Périmètre de protection (183 m)

Servitude de télécommunication

- Free

Carte 9 : Enjeux matériels

3.4. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

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.

3.4.1 Définitions des périmètres d'étude

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

Zone de surplomb (0 – 66,6 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 maximal de rotor de 66,6 m du gabarit maximisant est donc retenu, afin d'étudier le cas le plus défavorable. Cela correspond à une superficie de 13 935 m².

Zone d'effondrement (0 – 180 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. Le rayon maximal d'effondrement de 180 m du gabarit maximisant est donc retenu, afin d'étudier le cas le plus défavorable. Cela correspond à une superficie de 101 788 m².

Zone de projection de glace (0 – 370,8 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. 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 circulaire du 10 mai 2010 propose une distance d'effet en 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 :

1,5 x (hauteur au moyeu + diamètre du rotor)

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.

Le rayon maximal de projection de glace est donc de 370,8 m, dans le cas du gabarit maximisant. Cela correspond à une superficie de 431 946 m².

Zone de projection de pale (0 – 500 m)

Elle correspond à la zone où des morceaux de pale peuvent être projetés, dans le cas d'une fracture. 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. Cela correspond à une superficie de 785 398 m².

En effet, dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée 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.

3.4.2 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	Zone de projection de pale
Rayon (m)	66,6	180	370,8	500
Superficie (ha)	1,39	10,18	43,19	78,54
Nombre d'individus	0,02	0,11	0,59	0,79

Tableau 11 : 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 présents sur ces terrains.

Le tableau suivant comptabilise le nombre de personnes impactées par éolienne et 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, de 10 m pour les voies communales et de 15 m pour les routes départementales.

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				
Vc 01	Zone de surplomb	-	0,00	0,00
	Zone d'effondrement	-	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	470	0,47	0,05
	Zone de projection de pale	800	0,80	0,08
Cr 01	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace		0,00	0,00
	Zone de projection de pale	463	0,23	0,03
Ce 01	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace		0,00	0,00
	Zone de projection de pale	594	0,30	0,03
Ce 02	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement	191	0,10	0,01
	Zone de projection de glace	599	0,30	0,03
	Zone de projection de pale	737	0,37	0,04
Ce 03	Zone de surplomb	36,2	0,02	0,01
	Zone d'effondrement	152	0,08	0,01
	Zone de projection de glace	344	0,17	0,02
	Zone de projection de pale	473	0,24	0,03
Eolienne E2				
RD 402	Zone de surplomb	-	0,00	0,00
	Zone d'effondrement	-	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	586	0,88	0,09
	Zone de projection de pale	877	1,32	0,14
Vc 02	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement	323	0,32	0,04
	Zone de projection de glace	725	0,73	0,08
	Zone de projection de pale	926	0,93	0,10
Cr 02	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace		0,00	0,00
	Zone de projection de pale	311	0,16	0,02
Ce 02	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement	157	0,08	0,01
	Zone de projection de glace	399	0,20	0,02
	Zone de projection de pale	535	0,27	0,03
Ce 03	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace		0,00	0,00

	Zone de projection de pale	233	0,12	0,02
Ce 04	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace		0,00	0,00
	Zone de projection de pale	324	0,16	0,02
Eolienne E3				
RD 402	Zone de surplomb	-	0,00	0,00
	Zone d'effondrement	-	0,00	0,00
	Zone de projection de glace	356	0,53	0,06
	Zone de projection de pale	813	1,22	0,13
Cr 02	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace	7,16	0,00	0,01
	Zone de projection de pale	144	0,07	0,01
Cr 03	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace	466	0,23	0,03
	Zone de projection de pale	837	0,42	0,05
Ce 04	Zone de surplomb		0,00	0,00
	Zone d'effondrement		0,00	0,00
	Zone de projection de glace	268	0,13	0,02
	Zone de projection de pale	613	0,31	0,04
Ce 05	Zone de surplomb	1,18	0,00	0,01
	Zone d'effondrement	116	0,06	0,01
	Zone de projection de glace	216	0,11	0,02
	Zone de projection de pale	216	0,11	0,02

Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés

Etablissements recevant du public (ERP)

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

Chemins de randonnée

Tous les chemins pouvant être empruntés par des promeneurs, ceux-ci sont également pris en compte dans le décompte des personnes exposées. Toutefois, étant donné la nature des sentiers et chemins du périmètre d'étude de dangers autres que les chemins de randonnée référencés, il est proposé d'inclure ces personnes dans la catégorie « terrains non bâtis aménagés mais peu fréquentés ».

Parc éolien Soulanges – Saint-Amand-sur-Fion 1

Le parc éolien Soulanges – Saint-Amand-sur-Fion 1 est constitué de 5 turbines. Les fabricants comme Vestas ou Wind Industry indiquent des ratios de 1 technicien pour 7 à 10 turbines.

A noter que, considérer la présence permanente de personnes dans le parc éolien relève d'un scénario maximaliste. En réalité, ces lieux sont majoritairement vides.

3.4.3 Synthèse des risques

Ci-dessous se trouvent les tableaux récapitulatifs des différents enjeux humains totaux par périmètre d'étude (ou zone d'effet) et par éolienne, cumulant les enjeux humains relatifs aux terrains non aménagés et aménagés, et au parc éolien Soulanges - Saint-Amand-sur-Fion 1.

Zone de surplomb

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	1,38	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,02	1 pers / 10 ha	0,01	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,39	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,39	1 pers / 100 ha	0,02	0,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,01	

Tableau 13 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de surplomb

Zone d'effondrement

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha ou km)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
		Zone d'effondrement			
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	9,95	1 pers / 100 ha	0,10	0,12
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,17	1 pers / 10 ha	0,02	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	9,72	1 pers / 100 ha	0,10	0,15
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,40	1 pers / 10 ha	0,05	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	10,06	1 pers / 100 ha	0,11	0,12
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,06	1 pers / 10 ha	0,01	

Tableau 14 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone d'effondrement

Zone de projection de glace

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha ou km)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
		Zone de projection de glace			
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	41,49	1 pers / 100 ha	0,42	0,52
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,94150	1 pers / 10 ha	0,10	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	40,63	1 pers / 100 ha	0,41	0,60
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,80350	1 pers / 10 ha	0,19	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	41,42	1 pers / 100 ha	0,42	0,53
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,01	1 pers / 10 ha	0,11	

Tableau 15 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de glace

Zone de projection de pale

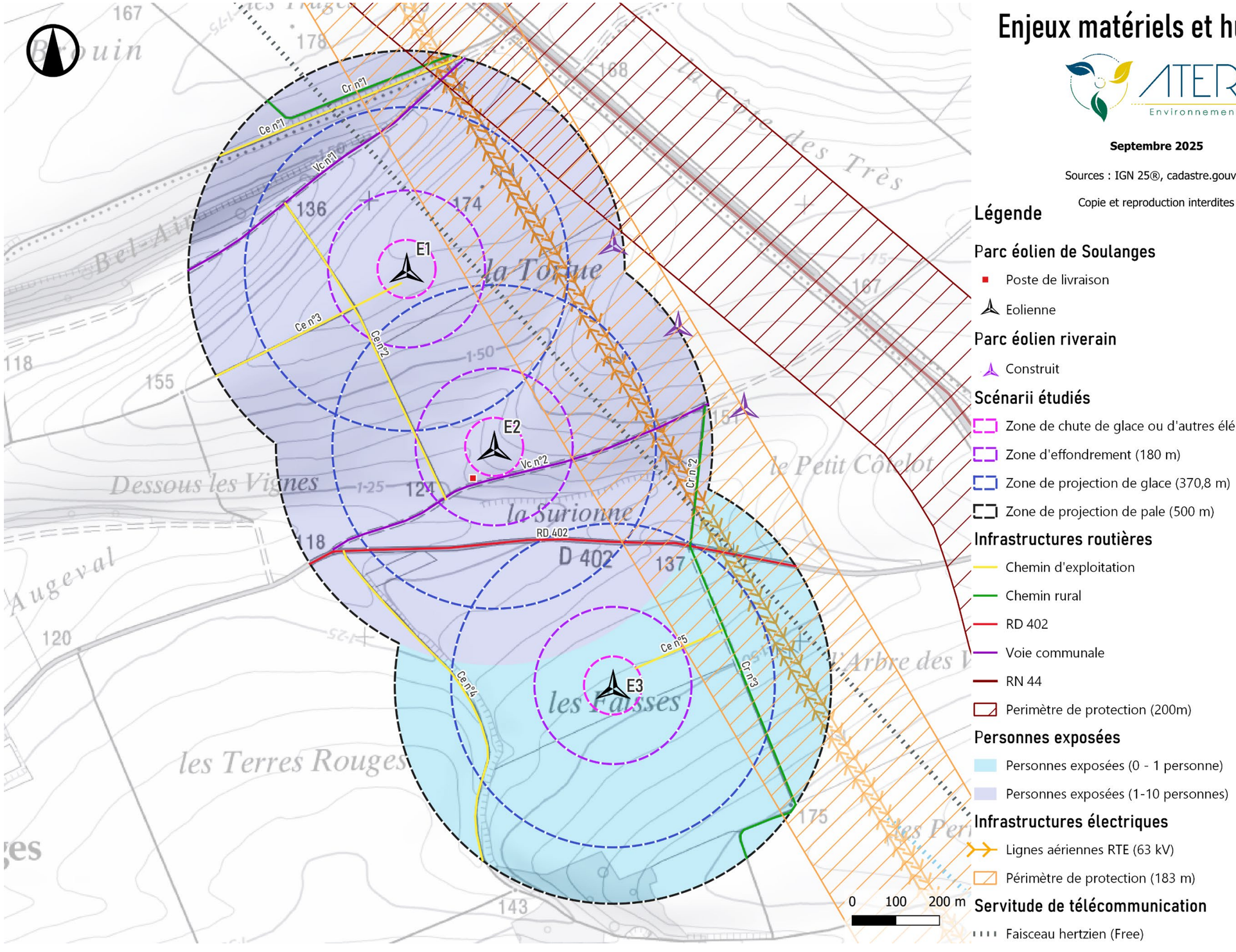
Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha ou km)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
		Zone de projection de pale			
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,61	1 pers / 100 ha	0,77	1,97
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,93	1 pers / 10 ha	0,20	
	Parc éolien Soulanges - Saint-Amand-sur-Fion 1	-	1 personne	1	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,60	1 pers / 100 ha	0,76	1,06
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,94	1 pers / 10 ha	0,30	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,42	1 pers / 100 ha	0,77	0,99
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,12	1 pers / 10 ha	0,22	

Tableau 16 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale

3.4.4 Les enjeux matériels

Outre l'installation en elle-même, les principaux enjeux matériels sont liés aux infrastructures routières non structurantes, au parc éolien Soulanges – Saint-Amand-sur-Fion1 ainsi qu'aux deux lignes électriques aériennes.

Remarque : Afin de faciliter la lecture de la carte « Enjeux humains et matériels », les différents périmètres de protection, les limites communales et les canalisations de gaz (situées hors du périmètre d'étude de dangers) 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 ».



Carte 10 : Enjeux humains et matériels

4. 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.

4.1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

4.1.1 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 4.3.1) :

- 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.

Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023 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, une génératrice, un rotor constitué d'un moyeu et de 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 transformateur (s'il n'est pas abrité dans le mât) ;
  - 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.

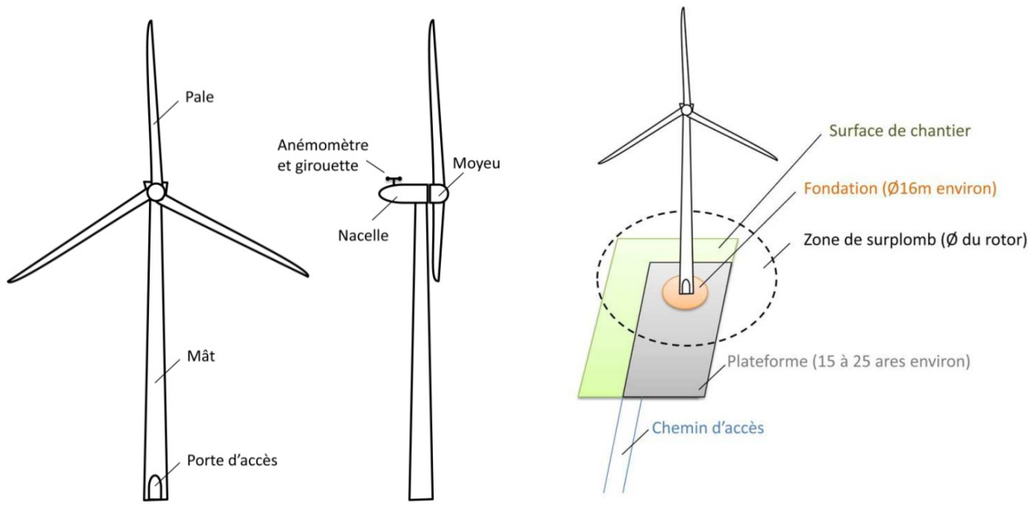


Figure 8 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) – Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : Guide de l'INERIS, mai 2012)

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 constituants 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.

4.1.2 Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien de Soulanges est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur totale maximale de 180 m et une hauteur maximale de moyeu de 114 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3 Composition de l'installation

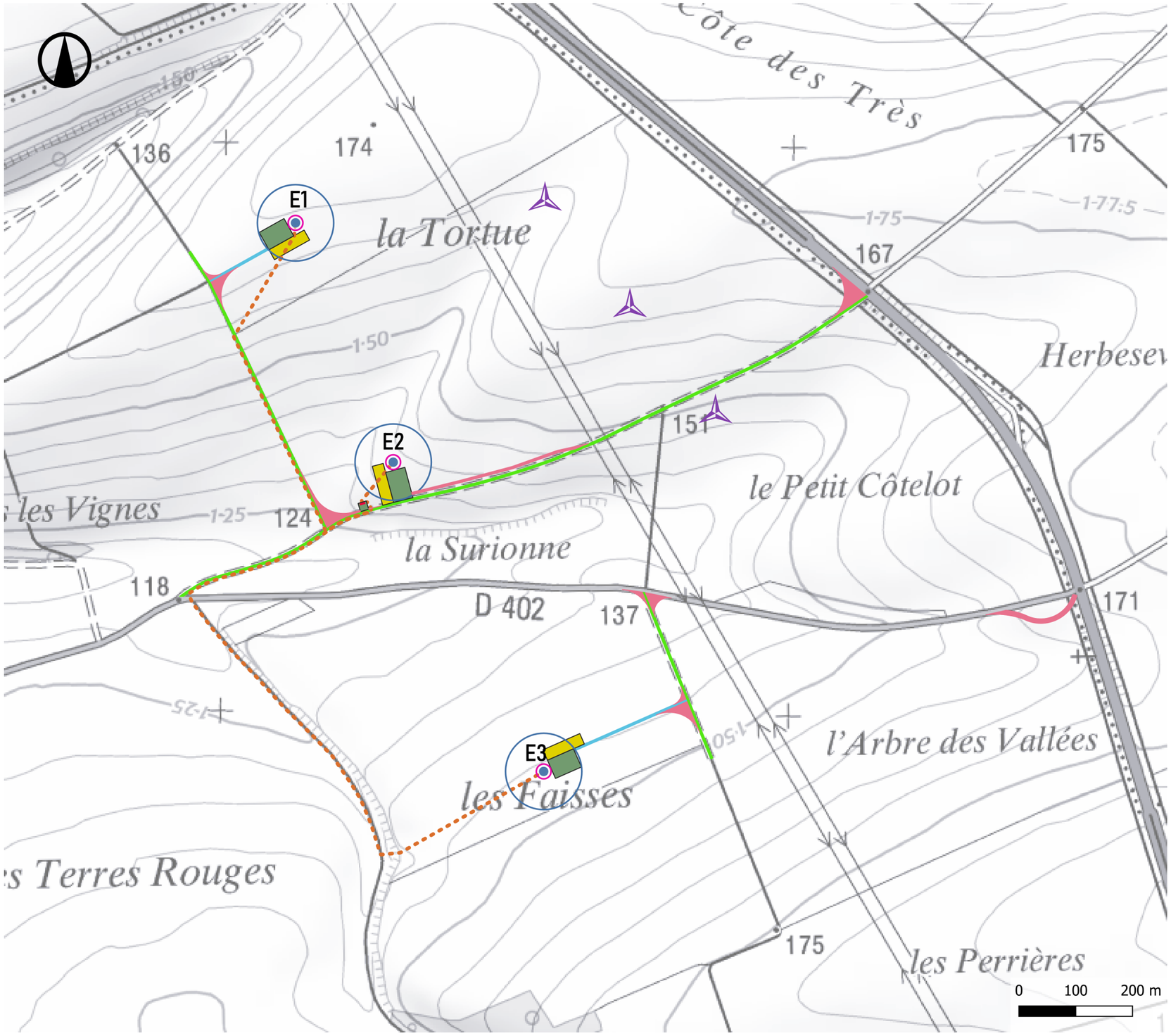
Le parc éolien de Soulanges est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur au moyeu maximale de 114 m, ou un diamètre rotor maximal de 133,2 m, pour une hauteur totale maximale en bout de pale de 180 m.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison dans le système de coordonnées Lambert 93.

Infrastructure	X L93	Y L93	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)
E1	814390	6856963	48°48'9.33" N	4°33'26.97" E
E2	814562	6856542	48°47'55.59" N	4°33'34.99" E
E3	814827	6855998	48°47'37.81" N	4°33'47.45" E
PDL	814508	6856469	48°47'53.26" N	4°33'32.27" E

Tableau 17 : Coordonnées géographiques du parc éolien en Lambert 93 (source : BayWa r.e, 2025)

Présentation de l'installation



Légende

- Eoliennes en fonctionnement

Projet éolien de Soulanges

- Eolienne
- Zone de survol
- Fondation
- Poste de livraison (PDL)
- Plateforme d'exploitation
- Raccordement interne
- Plateforme de stockage temporaire
- Voirie à créer
- Voirie à renforcer
- Voirie temporaire

Novembre 2025

Source : IGN 25®, BayWa r.e.

Copie et reproduction interdites

Carte 11 : Présentation de l'installation

4.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.2.1 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 entrainée 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 pendant une heure. 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	Le massif de fondation est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations ont entre 2 et 3 mètres de profondeur pour un diamètre de l'ordre de vingt à trente mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 à 2 000 tonnes. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Il répond aux prescriptions de l'Eurocode 3. Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes : • Le type d'éolienne ; • La nature des sols ; • Les conditions météorologiques extrêmes ; • Les conditions de fatigue. 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 peuvent être entièrement enterrées et donc invisibles ou émerger légèrement du sol avec un piédestal visible.

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 topographie du site et la puissance recherchée. La tour a, avant tout, une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite : • Une échelle d'accès à la nacelle ; • Un élévateur de personnes ; • Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ; • Les cellules de protection électriques.
Tension dans les câbles présents dans la tour	Jusqu'à 690 V

Nacelle

Fonctions	• 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). 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.
Tension dans les armoires électriques	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 : • 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. *Remarque : Certains modèles d'éoliennes ne possèdent pas de multiplicateur.*

Générateur et transformateur

Fonction	• Produire de l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique ; • Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau.
Description	Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante). 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™ converter » permet d'assurer la régulation du fonctionnement du générateur et la qualité du courant produit. Il permet d'alimenter le transformateur élévateur de tension en courant alternatif 50 Hz sous 690 V au maximum. Cette tension est élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec ou à huile, puis régulée par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Le transformateur est localisé en pied de mât ou dans 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 (SF_6) 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.). Le refroidissement du générateur et du dispositif de conversion est effectué par une boucle d'eau et d'huile.

Connexion au réseau électrique public

Fonction	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public
Description	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. Les liaisons électriques entre éoliennes et le poste de livraison sont assurées par des câbles souterrains.
Tension dans les câbles souterrains	20 000 V
Tensions dans le poste de livraison	20 000 V

Élément de l'installation	*Fonction*	*Caractéristiques*
Fondation	*Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol*	• En béton armé, de forme circulaire ; • Dimension : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. • 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 ; • Profondeur : en standard, entre 2 et 3 m environ.
Mât	*Supporter la nacelle et le rotor*	• Tubulaire en acier ou béton ou hybride ; • Hauteur maximale au moyeu de 114 mètres ; • Composé de 3 à 5 pièces ; • Revêtement multicouche en 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.

Élément de l'installation	*Fonction*	*Caractéristiques*
Nacelle	*Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité*	• L'arbre en rotation, entrainé par les pales ; • Le multiplicateur, si présent, 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'extérieur.
Rotor / pales	*Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice*	• Orientation active des pales face au vent ; • Sens de rotation : sens horaire ; • Trois pales par machine ; • Surface balayée de 13 935 m² ; • Vitesse de rotation théorique : entre 6,5 et 13,8 tours/min ; • Longueur : 66,6 m au maximum ; • Poids : 20 t par pale au maximum ; • Contrôle de vitesse variable via microprocesseur ; • Contrôle de survitesse : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale ; • Constitué de plastique renforcé par de la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 400-22.
Transformateur	*Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau*	• Tension de 20 kV à la sortie ; • Localisation : en pied de mât ou dans la nacelle.
Poste de livraison	*Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public*	• Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV ; • Habillage : béton ou parpaing avec certaines parties métalliques, le tout enduit de couleur beige clair.

Tableau 18 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012

4.2.2 Sécurité de l'installation

L'installation respecte la règlementation 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 et modifié par l'arrêté du 29 mars 2022. 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 de Soulanges (hauteur maximale des éoliennes en bout de pale de 180 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°). Des feux de moyenne intensité, dits " à faisceaux modifiés ", peuvent être utilisés en lieu et place des feux de moyenne intensité de type B.

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'obstacle basse intensité de type E (rouges, à éclats, 32 cd) ou de feux sommitaux pour éoliennes secondaires (rouges, à éclats, 200 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 entraine 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 CO_2 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 NF EN 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 interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

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 entrainant 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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

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 auxdites 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 L 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, mise à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien de Soulanges 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 internet ou mobile.

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 SCADA 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.

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.

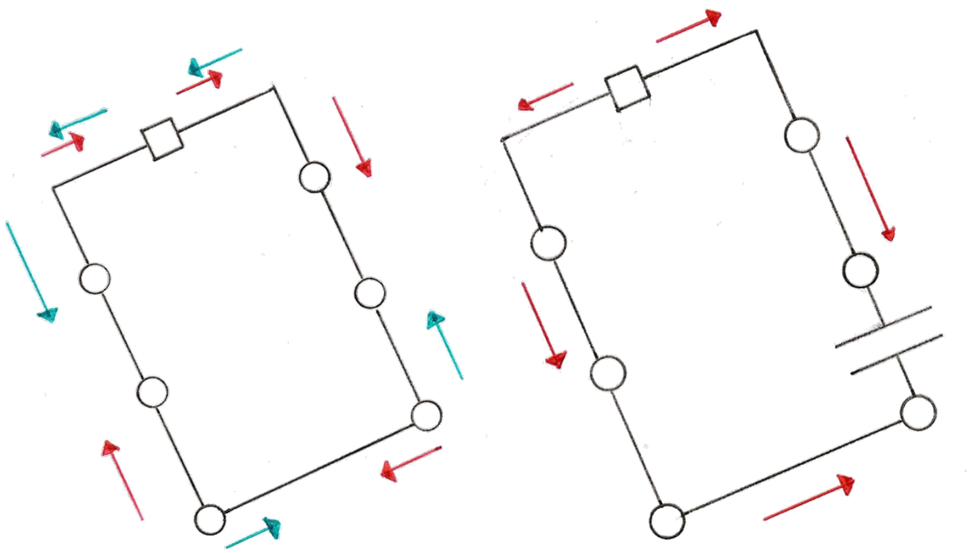


Figure 9 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes

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 « Soulanges Energies » 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, en se basant sur les articles de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023.

Article	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
3 (6 – 10/12/2021)	Distance > 500 m des habitations Distance > 300 m d'une installation nucléaire ou d'une ICPE	-	Première habitation à 1.2 km de E1. Site industriel le plus proche : société SETLA-TRALIC spécialisée dans la location de tous matériels neufs ou récupérations industrielles de travaux publics à 2,4 km au sud-ouest de E3.	OUI
4 (1 – 11/07/2023)	Distance d'éloignement des radars Aucune gêne du fonctionnement des équipements militaires	-	Le parc éolien se situerait à une distance de 41,37 km du radar le plus proche.	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 "Bekendtgørelse 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

Article	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
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 « Soulanges Energies » 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
8 (8 – 10/12/2021)	L'aérogénérateur est conçu pour garantir le maintien de son intégrité technique au cours de sa durée de vie. Le respect de la norme NF EN 61 400-1 ou IEC 61 400-1, dans leur version en vigueur à la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale prévu par l'article L. 181-8 du code de l'environnement, ou, pour un projet de renouvellement, dans sa version en vigueur à la date du dépôt d'un porter-à-connaissance auprès du préfet, ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne Rapport de contrôle par un organisme compétent attestant de la mise à la terre de l'installation avant la mise en service industrielle	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		OUI
9 (9 – 10/12/2021)	Mise à la terre de l'installation Conformité à la norme NF EN IEC 61 400-24 dans sa version en vigueur à la date du dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale. Rapport de contrôle par un organisme compétent au sens de l'article 17 de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation attestant de la mise à la terre de l'installation avant la mise en service industrielle. Des contrôles périodiques sont effectués pour vérifier la pérennité de la mise à la terre, selon les périodicités suivantes : une fois par an pour le contrôle visuel et une fois tous les deux ans pour le contrôle avec mesure de la continuité électrique.			OUI
10 (10 – 10/12/2021)	Conformité à la directive du 17 mai 2006 Conformités aux normes NFC 15-100 (2008), NFC 13-100 (2001) et NFC 13-200 (2009) Rapport de contrôle par un organisme compétent attestant de la mise à la terre de l'installation avant la mise en service industrielle	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 "Bekendtgørelseom 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		OUI

Article	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 de Soulanges respectera ces normes.	OUI
12 (11 – 10/12/2021)	Suivi environnemental sur l'avifaune et les chiroptères - Débute dans les 12 mois qui suivent la mise en service - Renouvelé dans les 12 mois en cas d'impact significatif mis en évidence - Renouvelé tous les 10 ans a minima - Conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministère des installations classées	-	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 clé	-	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 contacts de porte envoyant également une alarme sur le système de supervision en cas d'ouverture.	OUI
14 (10 – 22/06/2020)	Affichage d'un numéro sur chaque aérogénérateur, sur le mât. 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

Article	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
15 (11 – 22/06/2020)	Formation du personnel sur les risques, les moyens pour les éviter, les procédures d'urgence et mise en place d'exercices d'entraînement, consignés dans un registre. Ce registre contient également l'analyse de retour d'expérience.	-	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 de l'exploitant. Les consignes de sécurité enseignées aux techniciens sont celles conformes à l'article 22 de l'arrêté du 26/08/2011 modifié par l'article 16 de l'arrêté du 22 juin 2020. 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
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 propres les installations et ne laisser aucun déchet. Le manuel de sécurité indique l'interdiction d'entreposage de matériaux dangereux.	OUI
17 (12 – 10/12/2021)	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	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
18 (13 – 22/06/2020)	Contrôle des brides de fixations, 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 selon une périodicité qui ne peut excéder 3 ans). Contrôle des systèmes instrumentés de sécurité (selon une périodicité qui ne peut excéder un an). Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés (selon une périodicité qui ne peut excéder 6 mois). La liste des équipements de sécurité est consignée dans un registre de maintenance.	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 consignées et répertoriés dans les protocoles de maintenance, suivis par l'exploitant.	OUI
19 (14 – 22/06/2020)	Tenue, par l'exploitant, d'un manuel d'entretien dans lequel sont précisées la nature, la fréquence des opérations et les modalités des tests et des contrôles de sécurité. 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 « Soulanges Energies » 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 BayWa r.e, qui assistera la société « Soulanges Energies » 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 (15 – 22/06/2020)	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 (16 – 22/06/2020)	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 BayWa r.e et « Soulanges Energies » 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
23 (17 – 22/06/2020)	En cas de détection d'un fonctionnement anormal, l'exploitant ou une personne qu'il aura désigné et formé est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence dans un délai maximal de 60 minutes, et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes	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 BayWa r.e, qui assistera la société « Soulanges Energies » 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

Article	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
24 (18 – 22/06/2020)	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 de 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
25 (19 – 22/06/2020)	Mise en place d'un système de détection de formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de 60 minutes	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 (13-14 – 22/06/2020)	Emergence contrôlée du bruit, limitation sonore des engins de chantier et suivi des mesures	La société construisant les éoliennes fournit aux sociétés BayWa r.e et « Soulanges Energies » la courbe de bruit des éoliennes.	L'adéquation en termes d'émergence 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 de l'arrêté du 26 août 2011.	OUI

Tableau 19 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023, relatif aux ICPE

4.2.3 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 «Soulanges Energies ».

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, 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 « Soulanges Energies » 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 « Soulanges Energies » procèdera, trois mois après la mise en service, à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixation, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât. Puis un nouveau contrôle sera effectué un an après la mise en service industrielle, et après ces contrôles seront réalisés suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, la société « Soulanges Energies » procèdera 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 pallier.

4.2.4 Stockage et flux de produits dangereux

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

4.3. FONCTIONNEMENT DES RESEAUX DE L'INSTALLATION

4.3.1 Raccordement électrique

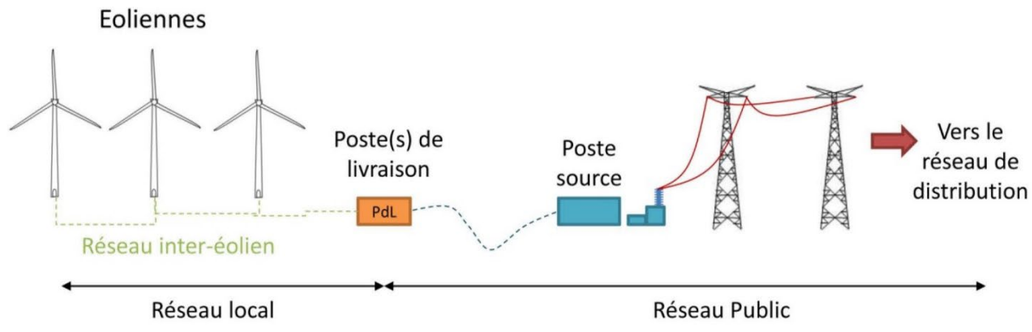


Figure 10 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Caractéristiques principales de l'ouvrage

Le câblage électrique du parc comprend deux parties distinctes : le câblage inter-éoliennes 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 ou la nacelle 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 champ, dans des lieux présentant peu d'intérêt écologique, et à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles.

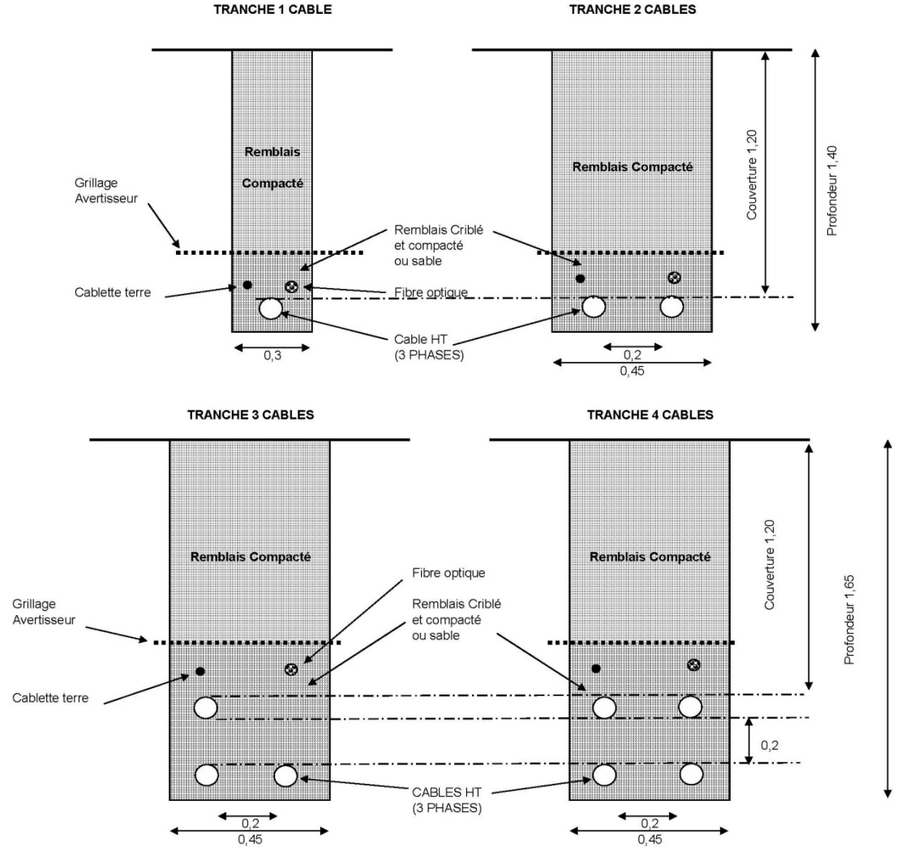


Figure 11 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés

Aucun apport ou retrait de matériaux du site est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérées en continu, à l'avancement.

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.

Postes de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Pour le parc éolien de Soulanges, une structure de livraison est prévue. Les dimensions sont de 9 m de long par 2.5 m de large.

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

L'implantation du poste de livraison est la suivante :

- Poste de livraison : parcelle ZK 038 lieu-dit « La Tortue », à proximité de la voie communale n°2 dite de la route 36 et de la RD 402 ;

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 de Soulanges (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.

Dans le cas du parc éolien de Soulanges, le poste source du réseau électrique public sur lequel le raccordement du parc éolien paraît actuellement le plus probable est celui de La Chaussée Est . Il ne s'agit toutefois que d'une simple hypothèse.

4.3.2 Autres réseaux

Le parc éolien de Soulanges 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.

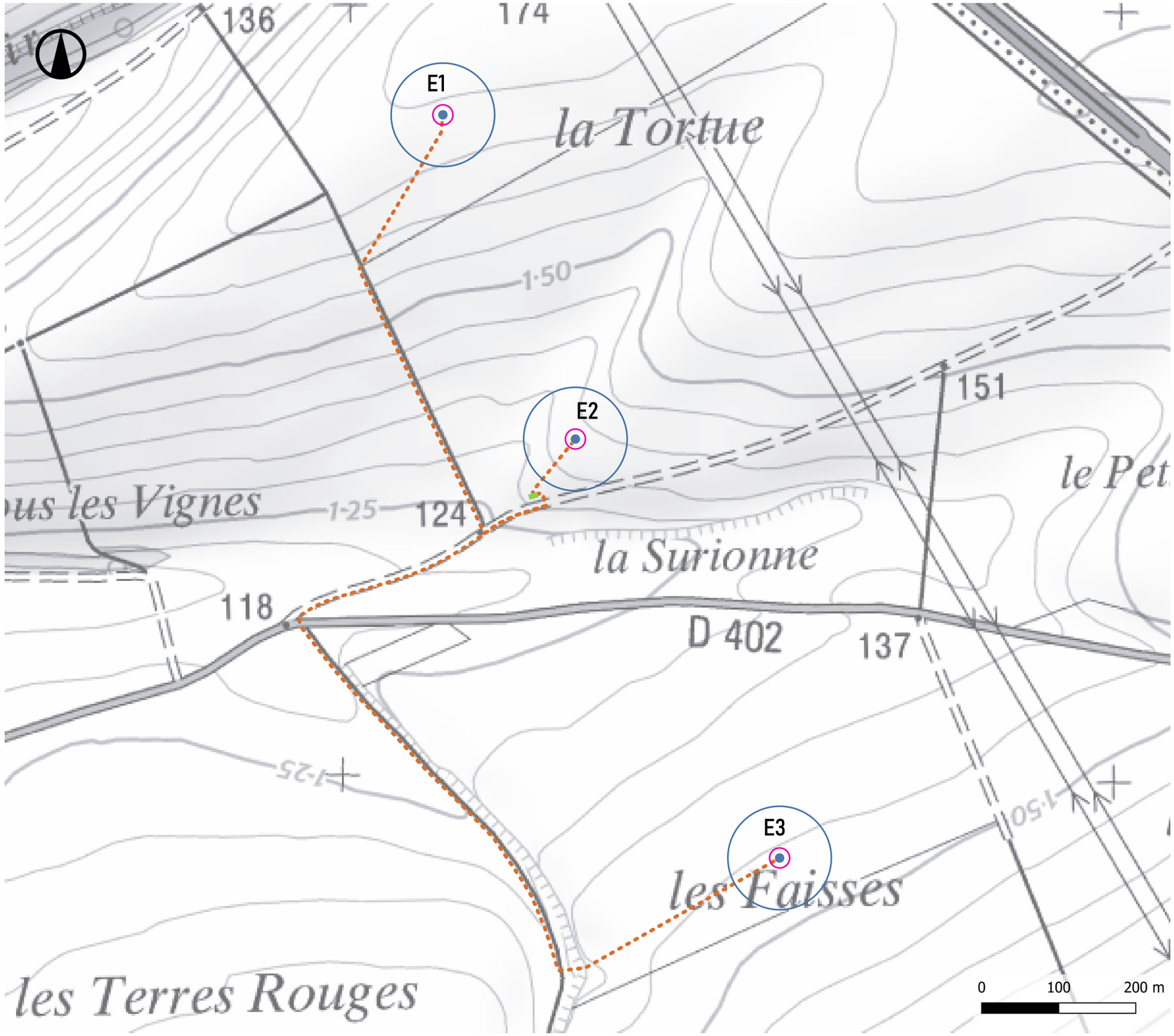
Raccordement interne

ATER Environnement

Septembre 2025

Source : IGN 25®, BayWa r.e.

Copie et reproduction interdites



Carte 12 : Raccordement inter-éolien

Projet éolien de Soulanges (51)
Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

5. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

5.1. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de Soulanges 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'Equipement Electrique et Électronique - DIB / Déchets Industriels Banals

Tableau 20 : Produits sortants de l'installation (source : BayWa r.e, 2025)

5.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Soulanges 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	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
Rotor	Transfert 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 21 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

5.3. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

5.3.1 Principales actions préventives

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

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 de respecter un éloignement d'au minimum 1,2 km 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 RD 402 et des lignes électriques) 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'alarme 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, 4 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 s'est affinée 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.

5.3.2 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.

6. 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'accidents rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 8 pour l'analyse détaillée des risques.

6.1. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

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

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

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail du 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.

6.1.2 Bilan accidentologie matériel

Selon la base ARIA recensant les accidents technologiques, un total de plus d'une centaine d'incidents a pu être recensé entre 2000 et 2025 (voir tableau ci-après listant les accidents survenus en France). 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 évènements 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 évènements 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 présentées :

- La répartition des évènements : 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 évènements 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.

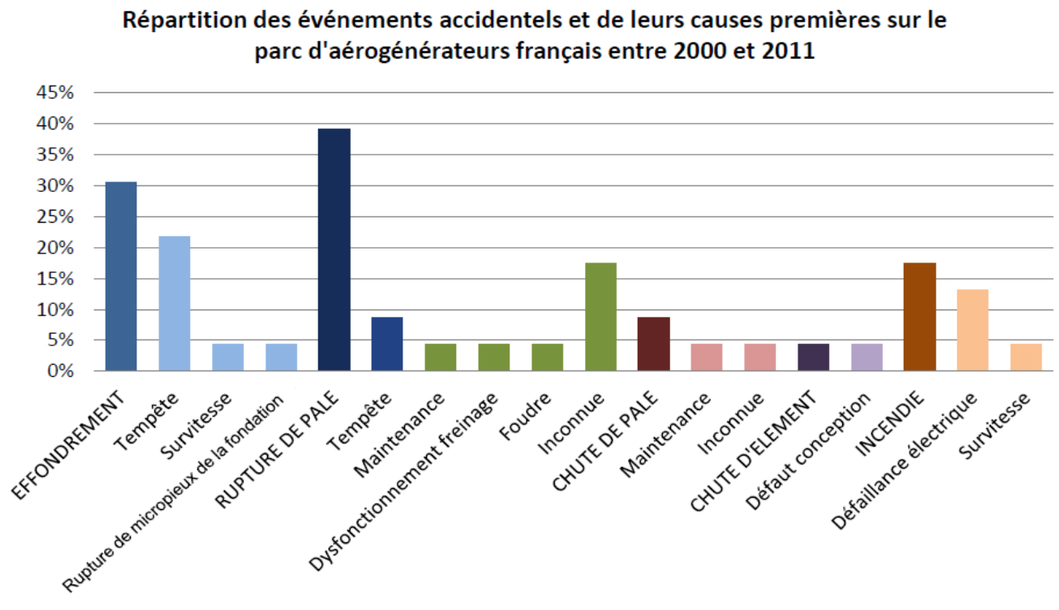


Figure 12 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

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 mât 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	Névian (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 autorisée
19/07/2008	Erizée-la-Brulée (Meuse)	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un impact 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 d'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 un 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
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) a blessé deux sous-traitants (brulures sérieuses 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 entrainant une chute de pale et enflammant 80 m² de garrigue environnante
06/03/2013	Conihac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale liée à un problème de fixation entrainant 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 maitrisé 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

Date	Localisation	Incident
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 vibrations
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'aérofrein 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 boite 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
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
27/06/2019	Charly-sur-Marne (Aisne)	Chute d'un bout de pale
04/09/2019	Escales (Aude)	Chute d'aérofreins en bout de pale d'une éolienne
28/11/2019	Hangest-en-Santerre (Somme)	Chute du capot d'une éolienne
09/12/2019	Forêt-de-Tessé (Charente)	Bris d'une pale
16/12/2019	Poinville (Eure-et-Loir)	Incendie des gaines électriques d'une nacelle
17/12/2019	Ambonville (Haute-Marne)	Feu en pied d'éolienne (défaillance électrique)
22/01/2020	Saint-Seine-L'Abbaye (Côte-d'Or)	Chute d'un joint de pale d'une éolienne
09/02/2020	Beaurevoir (Aisne)	Rupture d'une pale d'éolienne lors du passage d'une tempête
09/02/2020	Wancourt (Pas-de-Calais)	Endommagement d'une nacelle d'éolienne lors d'une tempête
26/02/2020	Theil-Rabier (Charente)	Rupture d'une pale sur une éolienne
29/02/2020	Boisbergues (Somme)	Incendie sur une éolienne
24/03/2020	Flavin (Aveyron)	Incendie d'une nacelle d'une éolienne
30/03/2020	Poiseul-la-Ville-et-Laperrière (Côte d'or)	Arrêt d'éoliennes à la suite de décès d'oiseaux
31/03/2020	Lehaucourt (Aisne)	Dégradation avérée de la structure d'une éolienne
10/04/2020	Ruffiac (Morbihan)	Ecoulement d'huile hydraulique le long d'une éolienne
20/04/2020	Le Vauclin (Martinique)	Incendie d'une éolienne au sol pour démantèlement
30/04/2020	Plouarzel (Finistère)	Pliage d'une éolienne
07/06/2020	Lehaucourt (Aisne)	Fuite d'huile hydraulique sur une éolienne
27/06/2020	Plemet (Côtes-d'Armor)	Chute au sol d'une pale complète d'éolienne
01/08/2020	Issanlas (Ardèche)	Dégagement de fumée en nacelle d'une éolienne
01/09/2020	Bouchy-Saint-Genest (Marne)	Fuite d'huile sur une éolienne
11/12/2020	Charmont-en-Beauce (Loiret)	Fuite d'huile sur une éolienne
12/01/2021	Saint-Georges-sur-Arnon (Indre)	Rupture d'une pale d'éolienne
12/02/2021	Priez (Aisne)	Casse d'une pale d'une éolienne
13/02/2021	Patay (Loiret)	Chute d'une pale d'éolienne
30/08/2021	Moreac (Morbihan)	Déversement d'huile dans un parc éolien
14/09/2021	Treilles (Aude)	Défauts sur un rotor d'éolienne
12/10/2021	Betheniville (Marne)	Fuite d'huile sur une éolienne
18/10/2021	Montagne-Fayel (Somme)	Fuite d'huile dans un parc éolien
20/10/2021	Coole (Marne)	Chute d'un élément en fibre d'une éolienne

Date	Localisation	Incident
21/10/2021	Auchay-sur-Vendée (Vendée)	Casse d'une pale d'éolienne
03/12/2021	La Souterraine (Creuse)	Chute d'une pale d'éolienne
24/12/2021	Fecamp (Seine-Maritime)	Chute d'un aérofrein d'une éolienne
03/02/2022	Noirlieu (Marne)	Fuite d'huile sur une éolienne
10/02/2022	Oresmaux (Somme)	Fuite d'huile sur une éolienne
24/02/2022	France et Europe	Eoliennes touchées par une cyberattaque
01/04/2022	Ondefontaine (Calvados)	Panne informatique dans un parc éolien
02/04/2022	Saint-Félix-Lauragais (Haute-Garonne)	Casse de la pale d'une éolienne
27/04/2022	Riols (Hérault)	Fuite d'huile dans un parc éolien
30/04/2022	Roquetaillade-et-Conilhac (Aude)	Chute d'une pale d'éolienne
29/05/2022	Assac (Tarn)	Déversement d'huile de multiplicatrice sur un parc éolien
05/08/2022	Pont-Melvez (Côtes-d'Armor)	Feu sur une éolienne
10/08/2022	Cussy-les-Forges (Yonne)	Fuite d'huile dans un parc éolien
22/08/2022	Coole (Marne)	Feu sur une éolienne
19/09/2022	Les Touches (Loire-Atlantique)	Fuite d'huile sur une éolienne
23/11/2022	Plelan-le-Grand (Ille-et-Vilaine)	Pale pliée suite à un impact de foudre
09/01/2023	Petit-Caux (Seine-Maritime)	Incendie sur une éolienne
17/01/2023	Le Born (Lozère)	Projections de glace non détectées du fait d'un défaut des capteurs de glace.
31/01/2023	Tigny-Noyelle (Pas-de-Calais)	Dégagement de fumée sur un parc éolien
23/02/2023	Moeuvres (Nord)	Endommagement d'une pale d'éolienne
09/03/2023	Froidfond (Vendée)	Feu sur une éolienne
14/03/2023	Peux-et-Couffouleux (Aveyron)	Chute du spoiler d'une pale d'éolienne
20/03/2023	Chatenay (Eure-et-Loir)	Incendie d'éolienne
21/04/2023	Janville-en-Beauce (Eure-et-Loir)	Fuite d'huile au cours du démontage d'une éolienne
09/05/2023	Yvignac-la-Tour (Côtes-d'Armor)	Fuite d'huile sur une éolienne
12/07/2023	Chanteraine (Meuse)	Pale d'éolienne cassée par un impact de foudre
16/07/2023	Chaudeyrac (Lozère)	Impact de foudre sur une éolienne
12/09/2023	Patay (Loiret)	Chute de pale d'éolienne à la suite d'un impact de foudre
16/11/2023	Saint-Chartier (Indre)	Chute du nez d'une nacelle d'éolienne
28/11/2023	Nieuil (Charente)	Impact de foudre sur une pale d'éolienne
11/02/2024	Beaucaire (Gard)	Chute de l'extrémité d'une pale d'éolienne
22/03/2024	Framerville-Rainecourt (Somme)	Incendie sur la nacelle d'une éolienne
26/03/2024	Domart-en-Ponthieu (Somme)	Chute du nez de rotor d'une éolienne
28/03/2024	Derval (Loire-Atlantique)	Incendie de la nacelle d'une éolienne
21/05/2024	Peux-et-Couffouleux (Aveyron)	Chute d'un aérofrein dans un parc éolien
29/08/2024	Cormainville (Eure-et-Loir)	Fuite d'huile dans un parc éolien
19/09/2024	La Houssaye-Beranger (Seine-Maritime)	Impact de foudre sur une pale d'éolienne
10/01/2025	Rocquigny (Ardennes)	Chute d'un collier de fixation de pale d'éolienne

Tableau 22 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA du BARPI, consultée en juillet 2025)

6.1.3 Bilan accidentologie humaine

Le bilan de l'accidentologie humaine indique que depuis 24 ans environ, en France :

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

Année	Nb. Individu	Blessure	Cause
2002	1	Electrocution et brûlure	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	Electrocution – Personne consciente	Electrocution lors d'une intervention dans le nez d'une éolienne
2016	1	Intoxication légère par des fumées	Feu dans le rotor d'une éolienne
2017	1	Décès	Sangle du harnais happée par l'ascenseur
2019	1	Electrocution – blessure légère	Electrocution par un courant de 20 000 V

Tableau 23 : 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.**

6.2. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A 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 concernent 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 évènements 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.

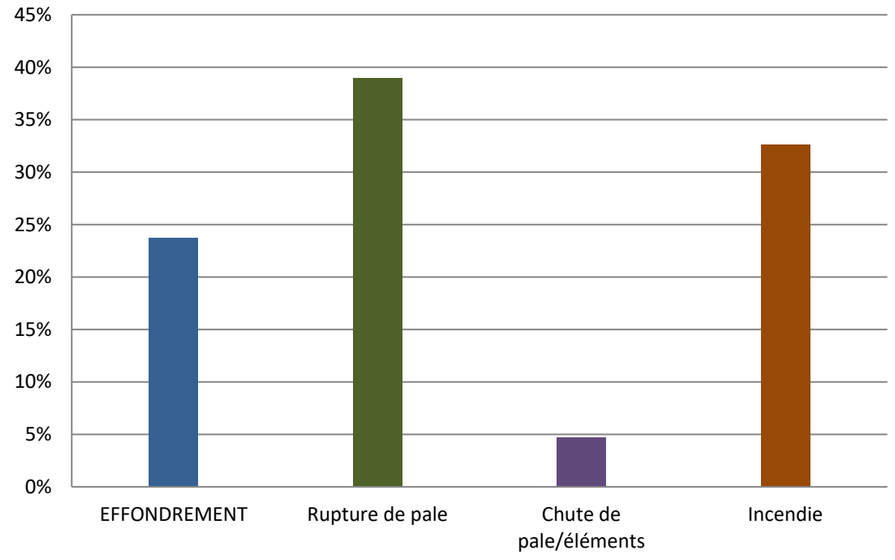
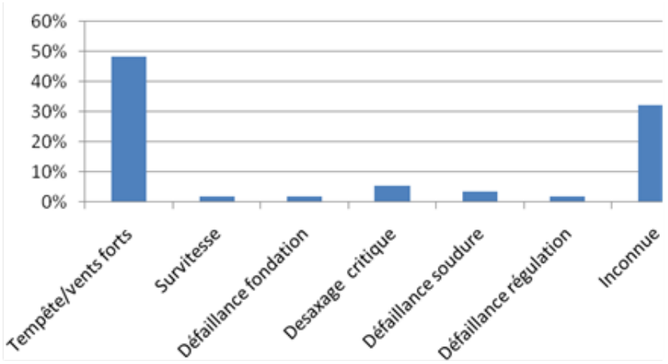
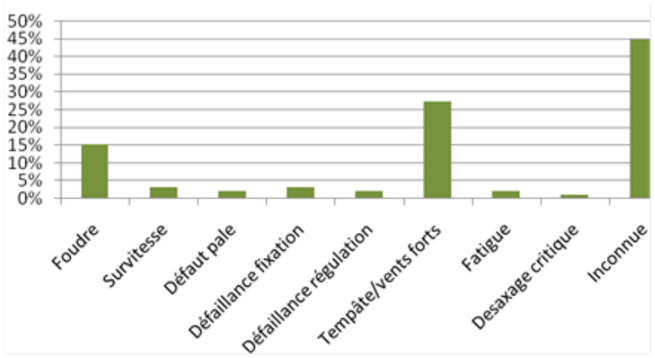
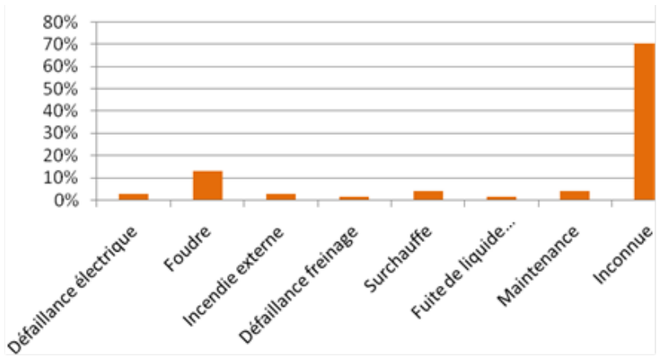


Figure 13 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)







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

- Effondrement ;
- Rupture de pale ;
- Incendie.

Figure 14 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

6.3. INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

Le projet de Soulanges 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 Soulanges Energies ayant été créée spécifiquement pour le projet et n'exploitant aucun parc éolien.

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

6.4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France

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

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

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

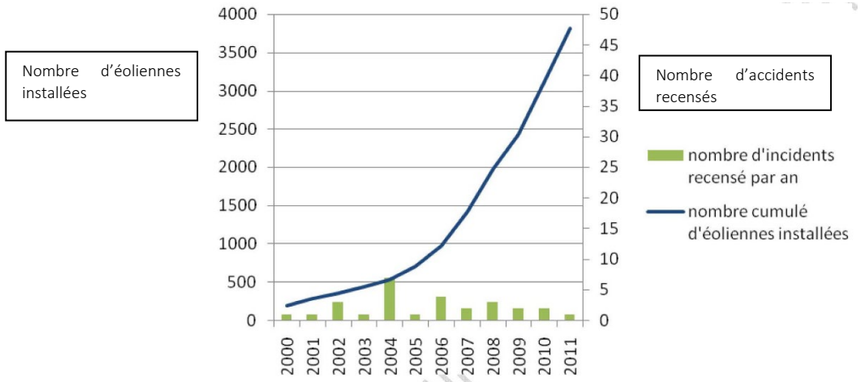


Figure 15 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012)

6.4.2 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 ;
- Incendie.

6.5. 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.

7. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1. OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

7.2.RECENSEMENT DES EVENEMENTS 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 maximaux 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 ;
- Evènements 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 évènements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entrainer sur les aérogénérateurs. Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

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

7.3.RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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.

7.3.1 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
Evénement 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 thermiques	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	35 m Ce n°3 149 m Ce n°2	-	-	-
	E2	65 m Vc n°2 150 m Ce n°2			
	E3	65 m Ce n°5			

Tableau 24 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines
Vc : Voie communale, Cr : Chemin rural, Ce : Chemin d'exploitation
(source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Tempête	• Risque modéré identifié par le DDRM de la Marne à l'échelle départementale.
Foudre	• Densité de foudroiement : 1,8 impact de foudre par an et par km² contre 2,0 en moyenne nationale ; • Respect de la norme NF EN IEC 61400-24 (Juillet 2019) et EN 62305–3 (Décembre 2012).
Glissement de sols / Affaissement minier	• Aléa nul à faible de retrait et gonflement des argiles ; • Cavité : Aucune cavité n'est présente dans le périmètre d'étude de dangers.

Tableau 25 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels
(source : INERIS/SER/FEE, 2012)

<u>Remarque</u> : 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 la mesure 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 NF EN IEC 61400-24 (Juillet 2019) 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.

7.4. SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE 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 enchaînement (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'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du 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

N°	Evénement initiateur	Evénement intermédiaire	Evénement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les 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 domino 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 26 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7.5. EFFETS DOMINO 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 domino 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 domino créés par les éoliennes

Les effets domino 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* ». Deux types d'installation sont recensés à proximité et composent le parc éolien de Soulanges :

- Les éoliennes du parc éolien de Soulanges - Saint-Amand-sur-Fion 1 ;
- Le poste de livraison.

Les actions de maintenance spécifiques aux éoliennes et aux postes de livraison 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 de Soulanges 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 nul.**

7.6. MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes du parc éolien de Soulanges. 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 risques 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 éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
  - Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur ;
  - Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?

- Temps de réponse (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité. Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
  - Une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
  - Une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes.
- Efficacité (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée. En cas de doute sur une mesure de maîtrise des risques, une note de calcul de dimensionnement peut être produite ;
- Test (fréquence) : 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 un site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.	
Temps de réponse	Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.)	
Efficacité	100 %	
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne	
Maintenance	Vérification permanente de l'état du système puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

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 modifié par l'article 10 de l'arrêté du 22 juin 2020).	
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	100 %	
Tests	Lors de la phase d'essai de la machine.	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel. Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être endommagés (selon une périodicité qui ne peut excéder 6 mois) conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020. 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 de commande. *NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.*	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	15 à 60 s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté). L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023.	
Efficacité	100 %	
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'article 11 de l'arrêté du 22 juin 2020.	
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 la 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 : I01/I02/I05/I06
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 coupure et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et de la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquittement manuel du défaut.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde	
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, modifié par l'article 10 de l'arrêté du 10 décembre 2021.	

N° de la fonction de sécurité : 6	Prévenir les effets de la foudre	N° de risque concerné : I02
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 une fois par an et contrôle avec mesure de la continuité électrique une fois tous les deux ans des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'article 9 de l'arrêté du 10 décembre 2021. 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 : I02
Mesures de sécurité	Capteurs de température 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, modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020. 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 : I07/F01/F02
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huile. Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération. Capteurs de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation). Procédure d'urgence. Kit antipollution.	
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : ▪ De contenir et arrêter la propagation de la pollution ; ▪ D'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; ▪ De récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite	
Efficacité	100 %	
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 qualité. 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 entraineront 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 Yaw Gear, boulons de fixation de la nacelle…) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis suivant une périodicité qui ne peut excéder 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'article 13 de l'arrêté du 22 juin 2020. 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 de 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 des vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite.	
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse du vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	15 à 60 s suivant le programme de freinage.	
Efficacité	100 %. *NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.*	
Tests	Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. 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 27 : 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 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023.
Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

7.7. Conclusion de l'analyse preliminaire 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)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m^2 n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistants du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne seraient pas inférieures à 0°C	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. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huile dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

Tableau 28 : 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.

8. ÉTUDE 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.

8.1. RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

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

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

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

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

8.1.1 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.

8.1.2 Intensité

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

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* ».

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté (zone d'impact) et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection (périmètre d'étude ou zone d'effet). Pour chacun des événements accidentels étudiés (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux seuils, à 1 % et 5 %, ont été retenus :

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

Tableau 29 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

8.1.3 Gravité

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

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

8.1.4 Probabilité

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

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

Tableau 31 : 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 :

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

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

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

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

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

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

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

8.1.5 Matrice de criticité

La criticité de l'événement est définie à partir d'une cotation du couple probabilité-gravité via le tableau nommé « matrice de criticité ». Elle définit 3 zones :

- En vert – Risque très faible : Zone pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de moindres et donc **acceptables** ; l'événement y est jugé sans effet majeur et ne nécessite pas de mesures particulières ;
- En jaune – Risque faible : 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 – Risque important : 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 \ Probabilité	A	B	C	D	E
Désastreux	Non-acceptable	Non-acceptable	Non-acceptable	Non-acceptable	Acceptable
Catastrophique	Non-acceptable	Non-acceptable	Non-acceptable	Acceptable	Acceptable
Important	Non-acceptable	Non-acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
Sérieux	Non-acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
Modéré	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

Tableau 32 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

8.2. DETERMINATION DES PARAMETRES POUR L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

8.2.1 Rappel des caractéristiques des modèles étudiés

Les caractéristiques techniques des modèles étudiés pour les calculs de risques dans la suite du document sont les suivantes :

Modèle	Constructeur	Puissance	Hauteur au moyeu	Diamètre rotor	Hauteur en bout de pale
N133	NORDEX	4,8 MW	110 m	133,2 m	176,6 m
N131		3,9 MW	114 m	131 m	179,5 m

Tableau 33 : Rappel des caractéristiques techniques des éoliennes étudiées (source : BayWa r.e, 2025)

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

8.2.2 Chute de glace

Considérations générales

Les périodes de gel et l'humidité de l'air peuvent entrainer, 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 que l'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 de Soulanges, la zone d'effet a donc un rayon maximal de 66,6 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, défini à 1 m² (surface majorante), et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace pour chacun des modèles étudiés. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R correspond au rayon du rotor, SG est la surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m²).

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
	$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
N133	1	13 935	0,0072%	Exposition modérée
N131	1	13 478	0,0074%	Exposition modérée

Tableau 34 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

Le degré d'exposition est maximisé pour le modèle N131. C'est donc ce modèle qui est considéré pour la suite des calculs de chute de glace. L'intensité du phénomène de chute de glace est cependant modérée quel que soit le modèle retenu. 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. Pour une intensité modérée, on compte :

- 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	1,38	0,02	0,02	0,01	0,03	Modérée
E2	1,39	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E3	1,39	0,02	0,00	0,01	0,03	Modérée

Tableau 35 : 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}.

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}

Acceptabilité

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

Chute de glace			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E1	A	Modéré	Acceptable
E2	A	Modéré	Acceptable
E3	A	Modéré	Acceptable

Tableau 36 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de chute de glace

► **Ainsi, pour le parc éolien de Soulanges, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque faible et donc acceptable pour les personnes.**

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'article 10 de l'arrêté du 22 juin 2020 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

8.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne

Zone d'effet

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

Le risque de chute d'éléments est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor (66,6 m dans le cas majorant du projet éolien de Soulanges).

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).

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

Surface maximale d'une pale = Rayon du rotor x largeur maximale de la pale / 2

Cette surface est donc définie en fonction du gabarit des éoliennes selon le tableau suivant :

Eolienne	Rayon du rotor	Largeur maximale de la pale	Surface maximale d'une pale
N133	66,6 m	3,94 m	131,2 m²
N131	65,5 m		129 m²

Tableau 37 : Zone d'impact d'une chute de pale en fonction du gabarit des éoliennes

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne pour chacun des modèles étudiés. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R correspond au rayon du 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
	$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
N133	131,2	13 935	0,942%	Exposition modérée
N131	129	13 478	0,957%	Exposition modérée

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

Le degré d'exposition est maximisé pour le modèle N131. C'est donc ce modèle qui est considéré pour la suite des calculs de chute d'éléments. L'intensité est cependant modérée quel que soit le modèle d'éolienne retenu. 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 :

Pour une intensité modérée, on compte :

- 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 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	1,38	0,02	0,02	0,01	0,03	Modérée
E2	1,39	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E3	1,39	0,02	0,00	0,01	0,03	Modérée

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 x 10^{-4} événement par éolienne et par an).

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

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$

Acceptabilité

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

Chute d'éléments d'une éolienne			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E1	C	Modérée	Acceptable
E2	C	Modérée	Acceptable
E3	C	Modérée	Acceptable

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

► **Ainsi, pour le parc éolien de Soulanges, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque très faible et donc acceptable pour les personnes.**

8.2.4 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 180 m au maximum pour les éoliennes du parc éolien de Soulanges.

Cette méthodologie se rapproche de celle utilisée 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 au sol d'un mât effondré et de ses trois pales, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone d'effondrement).

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

Surface maximale de l'éolienne = (Hauteur moyeu x diamètre base mât) + (3 x Surface maximale d'une pale)

Cette surface est donc définie en fonction du gabarit des éoliennes selon le tableau suivant :

Eolienne	Hauteur moyeu	Diamètre base mât	Surface maximale d'une pale	Surface maximale de l'éolienne
N133	110 m	4,3 m	131,2 m²	867 m²
N131	114 m		129 m²	877 m²

Tableau 41 : Zone d'impact d'un effondrement d'éolienne en fonction du gabarit des éoliennes

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour chacun des modèles étudiés. 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
	$Z_I = (HxL) + (3xRxLB/2)$	$Z_E = \pi \times (H+R)^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
N133	867	97 979	0,884%	Exposition modérée
N131	877	101 223	0,867%	Exposition modérée

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

Le degré d'exposition est maximisé pour le modèle N133. C'est donc ce modèle qui est considéré pour la suite des calculs d'effondrement. L'intensité est cependant modérée quel que soit le modèle d'éolienne retenu. 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 :
Pour une intensité modérée, on compte :

- 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 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	9,95	0,10	0,17	0,02	0,12	Modérée
E2	9,72	0,10	0,40	0,05	0,15	Modérée
E3	10,06	0,11	0,06	0,01	0,12	Modérée

Tableau 43 : 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 44 : 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 évènements pour 15 667 années d'expérience[1], soit une probabilité de $4{,}47 \times 10^{-4}$ par éolienne et par an.

Ces évènements 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.

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

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

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 aout 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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 ».

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
D	***Rare*** S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$

Acceptabilité

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

Effondrement d'éolienne			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E1	D	Modérée	Acceptable
E2	D	Modérée	Acceptable
E3	D	Modérée	Acceptable

Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario d'effondrement de l'éolienne

► **Ainsi, pour le parc éolien de Soulanges, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque très faible et donc acceptable pour les personnes.**

8.2.5 Projection de glace

Zone d'effet

La zone d'effet de projection de glace correspond à la formule suivante :

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

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.

Dans le cas du parc éolien de Soulanges, cette distance est de 368 m au maximum, en considérant le modèle N131 maximisant.

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, pour chacun des modèles étudiés. 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
	$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H + 2 \times R))^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
N133	1	418080	0,0002%	Exposition modérée
N131	1	424292	0,0002%	Exposition modérée

Tableau 46 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de glace

Le degré d'exposition est maximisé pour le modèle N133. C'est donc ce modèle qui est considéré pour la suite des calculs de projection de glace. L'intensité du phénomène de projection de glace est cependant modérée quel que soit le modèle retenu.

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. Pour une intensité modérée, on compte :

- 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 « Soulanges Energies » s'engage à installer des éoliennes munies de systèmes 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		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	41,49	0,42	0,94	0,10	0,52	Modérée
E2	40,63	0,41	1,80	0,19	0,60	Modérée
E3	41,42	0,42	1,01	0,11	0,53	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 les éléments suivants :

- Les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011, modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023 ;
- Le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;

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

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
B	***Probable*** S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$

Acceptabilité

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

	Projection de glace			
Eolienne	Probabilité	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	B	Modérée	Oui	Acceptable
E2	B	Modérée	Oui	Acceptable
E3	B	Modérée	Oui	Acceptable

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

► **Ainsi, pour le parc éolien de Soulanges, le phénomène de projection de glace constitue un risque très faible à faible et donc acceptable pour les personnes.**

8.2.6 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 du 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).

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

Surface maximale d'une pale = Rayon rotor x largeur maximale de la pale / 2

Cette surface est donc définie en fonction du gabarit des éoliennes selon le tableau suivant :

Eolienne	Rayon rotor	Largeur maximale de la pale	Surface maximale d'une pale
N133	66,6 m	3,94 m	131,2 m²
N131	65,5 m		129 m²

Tableau 49 : Zone d'impact d'une projection de pale en fonction du gabarit des éoliennes

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de pales ou de fragments de pales, pour chacun des modèles étudiés. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R correspond au rayon du 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
	$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R_E^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
N133	131,2	785 398	0,017%	Exposition modérée
N131	129,0	785 398	0,016%	Exposition modérée

Tableau 50 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de pales ou de fragments de pales

Le degré d'exposition est maximisé pour le modèle N133. C'est donc ce modèle qui est considéré pour la suite des calculs de projection de pale. L'intensité est cependant modérée, quel que soit le modèle d'éolienne retenu.

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. Pour une intensité modérée, on compte :

- 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.

Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Parc éolien Soulanges – Saint Amand sur Fion I	Nombre total de personnes exposées	Gravité
	1 personne / 100 ha		*1 personne / 10 ha*		*1 personne*		
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Nombre de personnes exposées		
E1	76,61	0,77	1,93	0,20	1,00	1,97	Sérieuse
E2	75,60	0,76	2,94	0,30	0,00	1,06	Sérieuse
E3	76,42	0,77	2,12	0,22	0,00	0,99	Modérée

Tableau 51 : 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 assessment 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 d'accidents entre 1996 et 2003

Tableau 52 : 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 maitrise 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 aout 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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 ».

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
D	***Rare*** S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$

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	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
E1	D	Sérieuse	Acceptable
E2	D	Sérieuse	Acceptable
E3	D	Modérée	Acceptable

Tableau 53 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de projection de pales ou de fragments de pales

► **Ainsi, pour le parc éolien de Soulanges, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque très faible et donc acceptable pour les personnes.**

8.3. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

8.3.1 Tableau de synthèse des scénarios étudiés

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la 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 *(65,5 m)*	Rapide	Exposition modérée	A	**Modérée** E1 à E3
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol *(65,5 m)*	Rapide	Exposition modérée	C	**Modérée** E1 à E3
Effondrement de l'éolienne	H + R *(180 m)*	Rapide	Exposition modérée	D	**Modérée** E1 à E3
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de chaque éolienne *(368 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	**Modérée** E3 **Sérieuse** E1 et E2

H : hauteur au moyeu ; R : rayon du rotor

Tableau 54 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc

8.3.2 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 est la suivante :

- Chute d'éléments des éoliennes E1 à E3 (scénarios CE1 à CE3) ;
- Chute de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios CG1 à CG3) ;
- Effondrement des éoliennes E1 à E3 (scénarios EE1 à EE3) ;
- Projection de glace des éoliennes E1 à E3 (scénarios PG1 à PG3) ;
- Projection de pales ou de fragments de pales des éoliennes E1 à E3 (scénarios PP1 à PP3).

Gravité \ Probabilité	A	B	C	D	E
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux				PP1 et PP2	
Modéré	CG1 à CG3	PG1 à PG3	CE1 à CE3	EE1 à EE3 PP3	

Légende de la matrice :

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

Figure 16 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

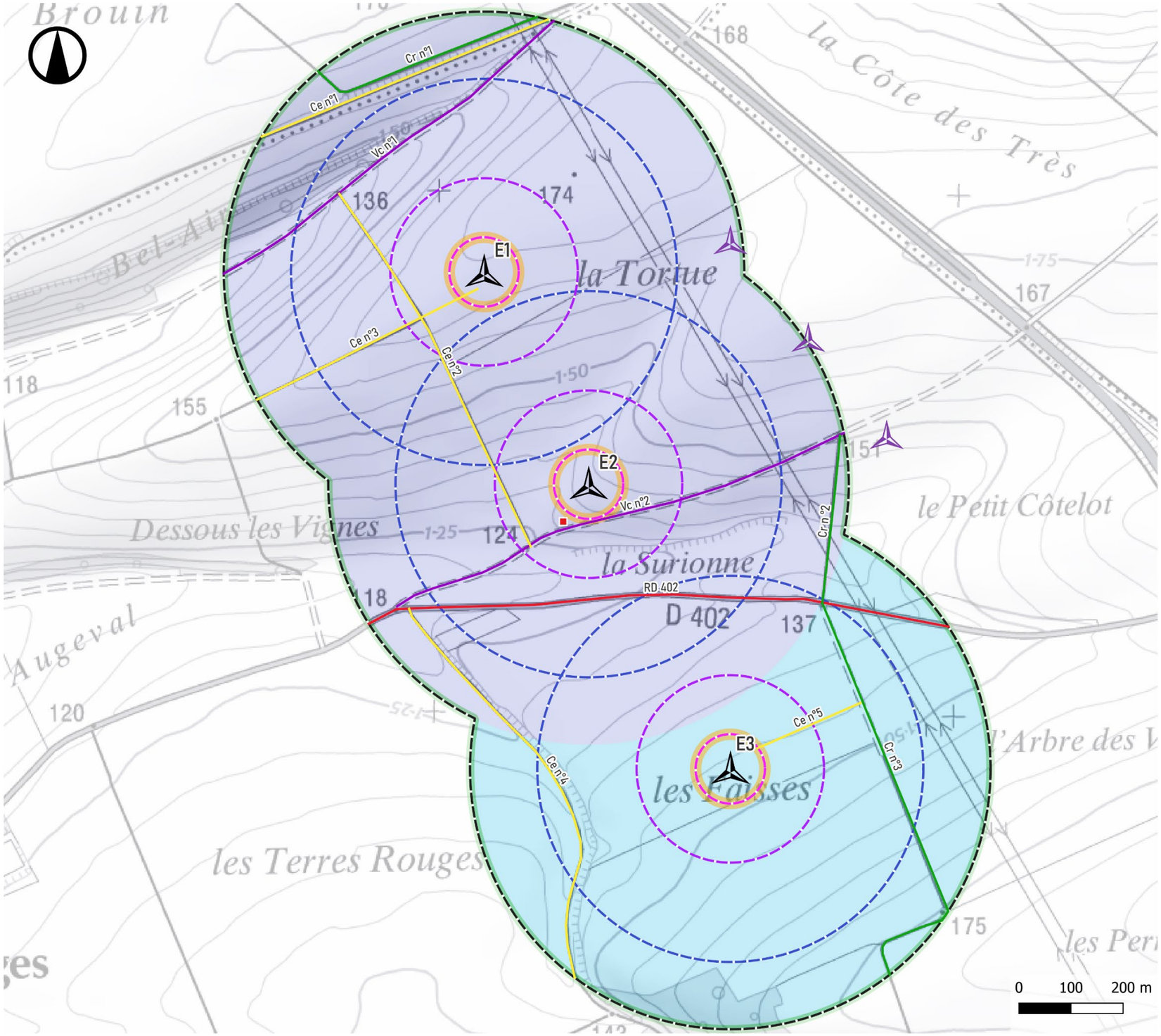
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- Un scénario d'accident figure en case jaune. Pour cet accident, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

8.3.3 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

Septembre 2025

Sources : IGN 25®, cadastre.gouv.fr

Copie et reproduction interdites

Légende

Parc éolien de Soulanges

- Poste de livraison
- Eolienne

Parc éolien riverain

- Construit

Scénarii étudiés

- Zone de chute de glace ou d'autres éléments (66,6 m)
- Zone d'effondrement (180 m)
- Zone de projection de glace (368 m)
- Zone de projection de pale (500 m)

Infrastructures routières

- Chemin d'exploitation
- Chemin rural
- Route départementale
- Voie communale

Personnes exposées

- Personnes exposées (0 - 1 personne)
- Personnes exposées (1-10 personnes)

Gravité

- Risque très faible (acceptable)
- Risque faible (acceptable)

Carte 13 : Synthèse

9. SYNTHESE

Les principaux accidents majeurs identifiés au travers de l'étude de dangers pour le parc éolien de Soulanges 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'observe 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 pour la chute d'éléments. Seules sont présentes des surfaces agricoles et des portions de chemin d'exploitation. L'enjeu humain est nettement inférieur à une personne et le risque associé faible.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué à 0,12 personne, ce qui représente une gravité modérée. Seules sont présentes des surfaces agricoles, des portions de voies communales et de chemins d'exploitation. En l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est nettement inférieur à une personne et le risque associé très faible.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain est compris jusqu'à 0,44 personne maximum. Sont présentes des surfaces agricoles, des portions de voies communales, de chemins d'exploitation, de chemins ruraux et de la RD 402. En l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée et le risque associé est 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 inférieur à 1 personne pour l'éolienne E3. Il est compris entre 1 et 10 personnes pour les éoliennes E1 et E2. La gravité est donc modérée pour l'éolienne E3 et sérieuse pour les éoliennes E1 et E2. Le risque est acceptable et très faible pour toutes les éoliennes. Dans cette zone sont présents des champs, des portions d'infrastructures routières (RD 402, voies communales, chemins d'exploitation et chemins ruraux), et le parc éolien Soulanges – Saint Amand sur Fion I.

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.

10. ANNEXES

10.1. SCENARIOS GENERIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE 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'événements 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).

10.1.1 Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de prévention intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire survolée 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 vent (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.

10.1.2 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 mesure 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, entrainant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée. En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

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

10.1.3 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, perforation 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 dispersera 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 s'infiltrer dans 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.

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

Les scénarios de chute 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.

10.1.5 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.

Scénario 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.

10.1.6 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 : séismes, etc.

10.2. PROBABILITE D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tableau 55 : Probabilité d'atteinte en fonction de l'évènement 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 chute 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.

10.3. 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.

Evénement initiateur : Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

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

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

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

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

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

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

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

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

Phénomène dangereux : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivants ou matériels, sans préjuger l'existence de ces derniers. 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 aout 2011, modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023, 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, une génératrice, un rotor constitué d'un moyeu et de 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 (nouvellement France Renouvelables) ;
- 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.

10.4. BIBLIOGRAPHIE

- Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens - INERIS/SER/FEE (2012) ;
- 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 ingenieurgesellschaft, 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 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 10 décembre 2021 modifiant l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- Arrêté du 11 juillet 2023 modifiant 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 ;
- 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., Leteurtrois 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;
- Dossier Départemental des Risques Majeurs, DDT de la Marne ;
- Schéma Régional Eolien, Région Grand-Est.

Sites internet consultés :

- www.georisques.gouv.fr ;
- www.insee.fr/fr/statistiques ;
- www.observatoire-des-territoires.gouv.fr ;
- cadastre.data.gouv.fr ;
- www.legifrance.gouv.fr ;
- www.aria.developpement-durable.gouv.fr.

10.5. TABLE DES ILLUSTRATIONS

10.5.1 Liste des figures

Figure 1 : Sociétés constitutives de BayWa r.e. (source : BayWa r.e., 2025) 7
Figure 2 : Le champ d'activité de BayWa AG (source : BayWa r.e., 2025) 8
Figure 3 : Secteurs d'activité de BayWa r.e. et présence dans le monde (source : BayWa r.e., 2025) 8
Figure 4 : Cartographie des parcs du groupe BayWa r.e et de leurs productions énergétiques 8
Figure 5 : Chiffres clés de BayWa r.e. (source : BayWa r.e., 2025) 9
Figure 6 : Champs de compétences de BayWa r.e dans les étapes d'un projet d'énergie renouvelable (source : BayWa r.e, 2025) 9
Figure 7 : Rose des vents (source : Baywa.re, 2025) 19
Figure 8 : 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) 31
Figure 9 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes 40
Figure 10 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 45
Figure 11 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés 46
Figure 12 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011) 51
Figure 13 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012) 55
Figure 14 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012) 56
Figure 15 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012) 56
Figure 16 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 80

10.5.2 Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : Code de l'Environnement) 6
Tableau 2 : Inventaire des modèles d'éoliennes possibles pour le projet de Soulanges (source : BayWa r.e., 2025) 6
Tableau 3 : Références administratives de la société « Soulanges Energies » (source : BayWa r.e, 2025) 7
Tableau 4 : Références du signataire pouvant engager la société (source : BayWa r.e, 2025) 7
Tableau 5 : BayWa r.e. France (source : BayWa r.e., 2025) 9
Tableau 6 : Identification des parcelles cadastrales – PDL : Poste de livraison (source : BayWa r.e, 2025) 13
Tableau 7 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : INSEE, RP2022) 15
Tableau 8 : Données météorologiques moyennes de la station météorologique de Frignicourt sur la période 1991-2020 (sources : Météo France ; infoclimat.fr ; metweb.fr, 2025) 18
Tableau 9 : Synthèse des risques naturels 20
Tableau 10 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières, dans un rayon de 500 m autour de chaque éolienne 23
Tableau 11 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés 27
Tableau 12 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés 28
Tableau 13 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de surplomb 28
Tableau 14 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone d'effondrement 29
Tableau 15 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de glace 29
Tableau 16 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale 29
Tableau 17 : Coordonnées géographiques du parc éolien en Lambert 93 (source : BayWa r.e, 2025) 32
Tableau 18 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012 37
Tableau 19 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 modifié par les arrêtés du 22 juin 2020, du 10 décembre 2021 et du 11 juillet 2023, relatif aux ICPE 44
Tableau 20 : Produits sortants de l'installation (source : BayWa r.e, 2025) 48
Tableau 21 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012) 49
Tableau 22 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA du BARPI, consultée en juillet 2025) 54
Tableau 23 : Liste des accidents humains inventoriés 55
Tableau 24 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines Vc : Voie communale, Cr : Chemin rural, Ce : Chemin d'exploitation (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 59
Tableau 25 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 59
Tableau 26 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 61
Tableau 27 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012) 66
Tableau 28 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 67
Tableau 29 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 68
Tableau 30 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005) 69
Tableau 31 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005) 69
Tableau 32 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 70
Tableau 33 : Rappel des caractéristiques techniques des éoliennes étudiées (source : BayWa r.e, 2025) 70
Tableau 34 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace 71
Tableau 35 : Evaluation de la gravité dans le scénario de chute de glace 71
Tableau 36 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de chute de glace 72
Tableau 37 : Zone d'impact d'une chute de pale en fonction du gabarit des éoliennes 72
Tableau 38 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute d'éléments 72
Tableau 39 : Evaluation de la gravité dans le scénario de chute d'éléments 73
Tableau 40 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de chute d'éléments 73
Tableau 41 : Zone d'impact d'un effondrement d'éolienne en fonction du gabarit des éoliennes 74
Tableau 42 : Evaluation de l'intensité dans le scénario d'effondrement de l'éolienne 74
Tableau 43 : Evaluation de la gravité dans le scénario d'effondrement de l'éolienne 74
Tableau 44 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 75
Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario d'effondrement de l'éolienne 75
Tableau 46 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de glace 76
Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de glace 76
Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de projection de glace 77
Tableau 49 : Zone d'impact d'une projection de pale en fonction du gabarit des éoliennes 77
Tableau 50 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de projection de pales ou de fragments de pales 78
Tableau 51 : Evaluation de la gravité dans le scénario de projection de pales ou de fragments de pales 78
Tableau 52 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012) 78
Tableau 53 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario de projection de pales ou de fragments de pales 79
Tableau 54 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc 80
Tableau 55 : Probabilité d'atteinte en fonction de l'évènement redouté (source : Guide de l'INERIS, mai 2012) 85

10.5.3 Liste des cartes

Carte 1 : Localisation des parcs éoliens et solaires et des agences de BayWa r.e. France (source : BayWa r.e, 2025) 11
Carte 2 : Localisation du projet de parc éolien 12
Carte 3 : Périmètre de l'étude de dangers 14
Carte 4 : Distance aux habitations 16
Carte 5 : Climats de France métropolitaine – Cercle bleu : Localisation du projet (source : Météo France, 2023) 18
Carte 6 : Vitesse des vents dans l'ancienne région Champagne-Ardenne – Cercle bleu : Localisation du projet (source : Schéma Régional Eolien, 2012) 19
Carte 7 : Risque de remontées de nappe 21
Carte 8 : Risque de mouvements de terrain 22
Carte 9 : Enjeux matériels 25
Carte 10 : Enjeux humains et matériels 30
Carte 11 : Présentation de l'installation 33
Carte 12 : Raccordement inter-éolien 47
Carte 13 : Synthèse 81

10.6. K-BIS DE LA SOCIETE « SOULANGES ENERGIES »

Greffe du Tribunal des Activités Économiques de Paris
1 QUAI DE LA CORSE
75198 PARIS CEDEX 04

Code de vérification : A7cyzF2ICU
https://controle.infogreffe.fr/controle

N° de gestion 2021B09812

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIETES
à jour au 30 novembre 2025

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro	897 643 318 R.C.S. Paris
Date d'immatriculation	26/03/2021
Dénomination ou raison sociale	**Soulanges Energies**
Forme juridique	Société par actions simplifiée
Capital social	1 000,00 EUROS
- Mention n° 15 du 13/10/2025	CONTINUATION DE LA SOCIETE MALGRE UN ACTIF NET DEVENU INFERIEUR A LA MOITIE DU CAPITAL SOCIAL. ASSEMBLEE GENERALE DU 15-09-2025
Numéro d'identification Européen - EUID	FR7501.897643318
Adresse du siège	105 rue La Fayette 75010 Paris
Activités principales	Le développement, la conception, le financement, la réalisation clé en main et l'exploitation d'installations utilisant des énergies renouvelables, notamment l'énergie mécanique du vent, pour la production d'énergie électrique.
Durée de la personne morale	Jusqu'au 25/03/2120
Date de clôture de l'exercice social	31 décembre

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIES OU MEMBRES

Président

Dénomination	BayWa r.e. France
Forme juridique	Société par actions simplifiée (Société à associé unique)
Adresse	105 rue La Fayette 75010 Paris
Immatriculation au RCS, numéro	503 450 462 Paris

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

Adresse de l'établissement	105 rue La Fayette 75010 Paris
Activité(s) exercée(s)	Le développement, la conception, le financement, la réalisation clé en main et l'exploitation d'installations utilisant des énergies renouvelables, notamment l'énergie mécanique du vent, pour la production d'énergie électrique.
Date de commencement d'activité	21/01/2021
Origine du fonds ou de l'activité	Création
Mode d'exploitation	Exploitation directe

Le Greffier

FIN DE L'EXTRAIT

R.C.S. Paris - 01/12/2025 - 19:12:21 page 1/1

10.7. TYPE CERTIFICATE – N133

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICAT ◆ CERTIFICADO ◆ СЕРТИФИКАТ ◆ 認證證書

Type Certificate

TÜV SÜD Industrie Service

Subject:	**Wind Turbine Nordex N133/4.8 50/60 Hz** **Rotor Blade Type NR65.5-3,** **(optionally with Trailing Edge Serrations)** **83 m, 110 m Hub Height** **IEC WT Class S** **(with extended temperature range and altitude of installation)**
Registration No.:	**014.25.2.01.19.00**
Applicant:	**Nordex Energy GmbH** **Langenhorner Chaussee 600** **22419 Hamburg** **Germany**
Confirmation:	It is hereby certified that the above-mentioned subject has been assessed by TÜV SÜD Industrie Service GmbH concerning design, prototype testing and manufacturing.
Assessment procedure:	The conformity evaluation was carried out according to IEC 61400-22:2010 'Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification' in combination with IEC 61400-1:2005 including amendment 1:2010 'Wind turbines – Part 1: Design requirements' and GL Technical Note 067 Rev. 5:2013

The evaluation is based on the following reference documents:

Registration no.	Date issued	Statements of compliance / reports
014.25.2.03.19.02	2019-12-13	DECS N133/4.8 by TÜV SÜD
014.25.2.04.19.00	2019-12-13	TTCS N133/4.8 by TÜV SÜD
014.23.2.05.19.02	2019-12-13	MECS N149 and N133 by TÜV SÜD
2891149-180-e	2019-12-13	FER N133/4.8 by TÜV SÜD

This certificate is valid until: **2024-12-12**

if the validity of incorporated component certificates and the certification of the quality management system is maintained.

Munich, 2019-12-13

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZE-14153-01-02

Certification Body for products according to DIN EN ISO/IEC 17065:2013 accredited by DAkkS. The accreditation is only valid for the scope mentioned in the accreditation certificate.

B. Bartels, M.A.

Certification Body Wind Turbines TÜV SÜD Industrie Service GmbH

TÜV SÜD Industrie Service GmbH • Zertifizierungsstelle • Westendstraße 199 • 80686 München • Germany

TÜV®

Brainmark: 21521915-70

1 / 1

claire.la.porte@bayywa-r

10.8. TYPE CERTIFICATE – N131

TÜV NORD

Type Certificate

Registration-No.	**44 220 18624979-TC-IEC, Rev. 9**
This Certificate is issued to	**NORDEX Energy SE & Co. KG** Langenhorner Chaussee 600 22419 Hamburg Germany
For the wind turbine	**N131/3900**
WT Class	**IEC S** **(based on IEC III and details on page 2 ff)**

This Certificate attests compliance with the below cited standards concerning the Design, Testing and Manufacturing. It is based on the following reference documents:

44 220 17493323-D-IEC, Rev. 9	Design Evaluation Conformity Statement on the Wind Turbines Nordex N131/3900, TÜV NORD, dated 2023-07-28.
44 220 12487041-M-IEC, Rev. 19	Manufacturing Conformity Statement on the Wind Turbine Platform Nordex K08 Gamma/Delta, TÜV NORD, dated 2023-07-28.
44 220 18624979-T-IEC, Rev. 1	Type Test Conformity Statement on the Wind Turbine Nordex N131/3900, TÜV NORD, dated 2019-06-17.
014.10.3.01.20.09	Component Certificate for Gearbox EH905A and EH905B of ZF Wind Power Antwerpen NV, TÜV SÜD, dated 2020-11-27, valid until 2025-11-26.
8115 624 979-20 E, Rev. 9	Final Evaluation Report, TÜV NORD, dated 2023-07-28.

Normative references:

Certification scheme:
IEC 61400-22 "Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification", Edition 1.0, 2010-05
in combination with:
IEC 61400-1 "Wind Turbines - Part 1: Design requirements", Third Edition, 2005-08 and Amendment 1, 2010-10
GL Wind-Technical Note 067 - Certification of Wind Turbines for Extreme Temperatures (here: Cold Climate), Revision: 5, 2013-07-31

The wind turbine type is specified on pages 2 – 15 of this Certificate.

Any change in the design, the production and erection or the manufacturer's quality system has to be approved by TÜV NORD CERT GmbH. Without approval this Certificate loses its validity. Previous revisions of this Type Certificate covering the software version 29 service pack 2 hotfix 1 remain valid.

Provided that a valid Component Certificate of the Gearbox EH905A and EH905B is available this Type Certificate is valid until: 27th July 2028 (First issue: 2018-05-09, Recertification: 2023-07-28)
(under the condition of regular maintenance according to chapter 6.5.2 of IEC 61400-22)

TÜV NORD CERT GmbH
Certification Body
Wind Energy

Dr. F. Messer

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZE-12007-01-02

Essen, 2023-07-28

Am TÜV 1 • 45307 Essen • email: windenergy@tuev-nord.de

Form P20-F-2006, Rev.05 /05.21

Page 1 of 15