

# RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

## Tome 5.2 de la demande d'autorisation environnementale

### Parc éolien du Jusselin

Département : Indre (36)

Commune : La Chapelle-Saint-Laurian

*Version de décembre 2019  
consolidée en avril 2020*

Maître d'ouvrage

**NEOEN**

6 rue Ménars

5002 PARIS

Tél : +33(0)6 67 79 30 77

Réalisation de l'étude

ENCIS Environnement

Rédacteur : Matthieu DAILLAND

Tél : +33(0)5 55 36 28 39



**Tome n° 5.2 :**  
**Etude de dangers**  
**RNT**

 **encis**  
environnement

Bureau d'études en environnement  
énergies renouvelables et aménagement durable

encis environnement  
S.A.S au capital de 7.500 €  
SIRET : 539 971 838 00013 - Code APE : 7112 B  
Siège : Parc Ester Technopole, 21 rue Columbia - 87 068 LIMOGES Cedex - FRANCE  
Tél : +33 (0)5 55 36 28 39 - E-mail : [contact@encis-ev.com](mailto:contact@encis-ev.com)  
[www.encis-environnement.fr](http://www.encis-environnement.fr)



Indice	Etabli par	Corrigé par	Validé par	Commentaires et date
0	Matthieu DAILLAND	Elisabeth GALLET-MILONE	Elisabeth GALLET-MILONE	Dossier finalisé 11/12/2019
				
1	Matthieu DAILLAND	Elisabeth GALLET-MILONE	Elisabeth GALLET-MILONE	Mise à jour suite à demande de compléments 02/04/2020
				

#### Mise à jour du dossier d'autorisation environnementale

La société Centrale Eolienne du Jusselin a déposé auprès de la Préfecture de l'Indre le dossier de demande d'autorisation environnementale pour le parc éolien du Jusselin, sur la commune de La Chapelle-Saint-Laurian (36) le 6 janvier 2020.

Toutefois, les services instructeurs, dont l'Inspection des Installations Classées de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) ont relevé des insuffisances qui nécessitent des éclaircissements.

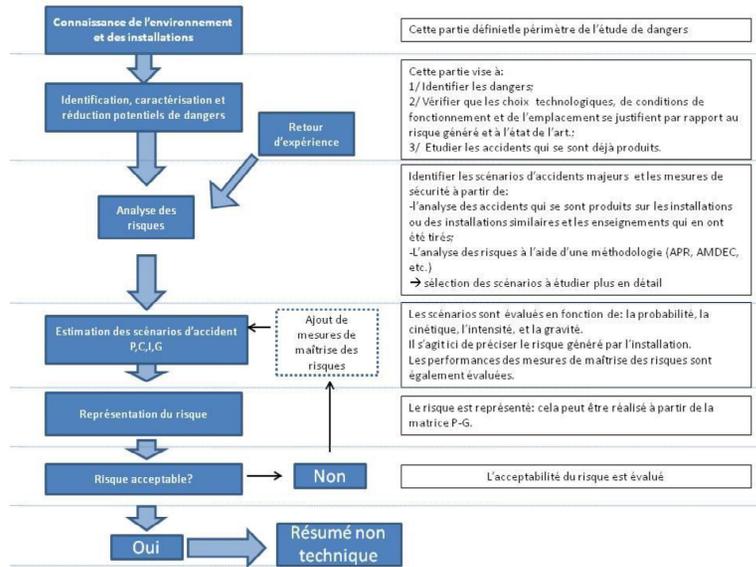
Les pièces constitutives de la demande d'autorisation environnementale initiale ont donc été mises à jour afin de prendre en compte les compléments demandés.

## SOMMAIRE

1.	ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....	4
2.	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION .....	4
2.1.	Renseignements administratifs .....	4
	<i>Présentation de Neoen</i> .....	4
2.2.	Localisation du site.....	5
2.3.	Définition de l'aire d'étude.....	7
3.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION .....	8
3.1.	Environnement .....	8
3.2.	Cartographie de synthèse .....	9
4.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	12
4.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	12
4.2.	Composition de l'installation .....	14
4.1.	Fonctionnement de l'installation.....	16
4.2.	Réduction des potentiels de dangers à la source.....	16
5.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	17
6.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	17
6.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés .....	17
6.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques .....	18
6.2.1.	<i>Cartographie des risques</i> .....	18
7.	CONCLUSION.....	24
	ANNEXES : DEFINITIONS .....	26

## 1. ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS

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



## 2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le porteur de projet du parc éolien du Jusselin est Neoen.

L'activité principale de Neoen est la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables.

L'exploitant de ce parc est la société CENTRALE EOLIENNE LE JUSSULIN.

La réalisation de cette étude de dangers a été effectuée par Matthieu DAILLAND, d'ENCIS Environnement.

#### PRESENTATION DE NEOEN

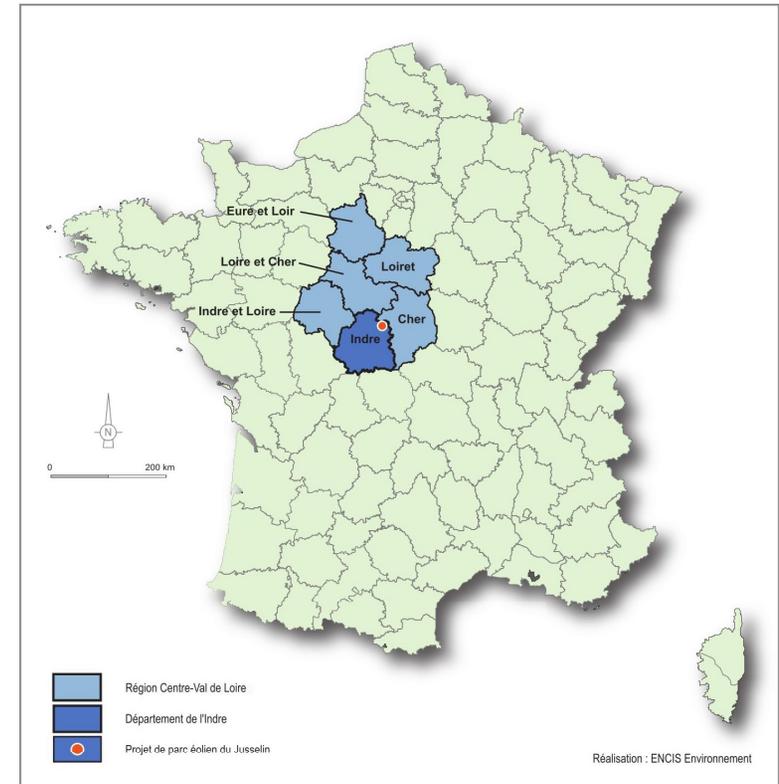
NEOEN est spécialisée dans la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables. Son objectif est de déployer son propre parc de production réparti sur quatre filières : la biomasse, l'éolien terrestre, les énergies marines et le solaire photovoltaïque.

Les équipes sont regroupées au siège social de la société (6 rue Ménars, 75002 Paris) et sur trois antennes situées à Nantes, Aix-en-Provence et Bordeaux. Un second bureau situé au Portugal a été ouvert en 2010, ainsi que deux nouveaux bureaux en Australie et au Mexique en 2013. Dernièrement Neoen a ouvert des bureaux au Salvador, au Mozambique et en Argentine.

La société compte, à fin août 2018, en France, une trentaine de réalisations de toute taille pour une puissance de 172 MW de centrales éoliennes et 399 MW de centrales solaires, dont la centrale solaire au sol de Cestas en Gironde, plus grande réalisation de ce type en Europe avec 300 MW de puissance installée. Forte de ses unités en opération, Neoen a ainsi réalisé en 2017 un chiffre d'affaires de vente d'électricité de 113 millions d'euros.

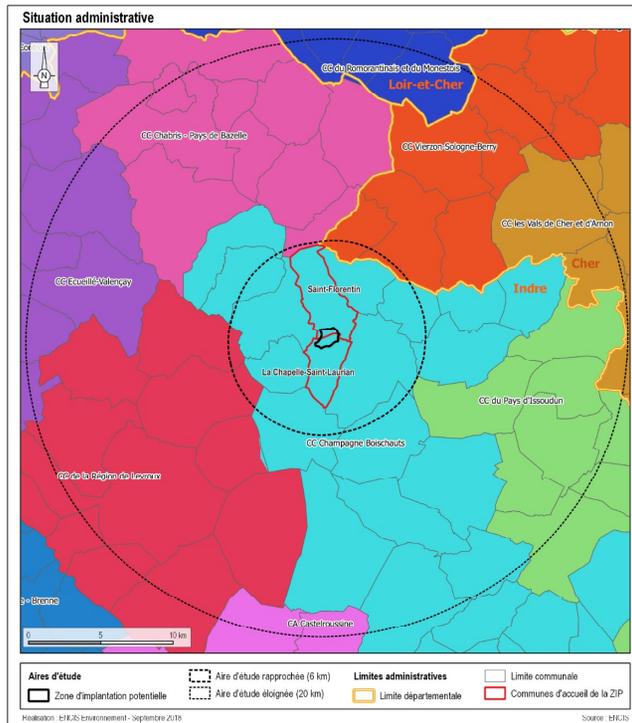
## 2.2. LOCALISATION DU SITE

Le site d'implantation potentielle du parc éolien est localisé en région Centre-Val de Loire, dans le département de l'Indre, sur les communes de Saint-Florentin et de La Chapelle-Saint-Laurian.



Carte 1 : Localisation du site en France (Source : ENCIS Environnement)

Les deux communes font partie de la Communauté de Communes Champagne Boischauds.



Carte 2 : Localisation du site au sein de la Communauté de Communes Champagne Boischauds (Source : ENCIS Environnement)

### 2.3. DEFINITION DE L'AIRES D'ETUDE

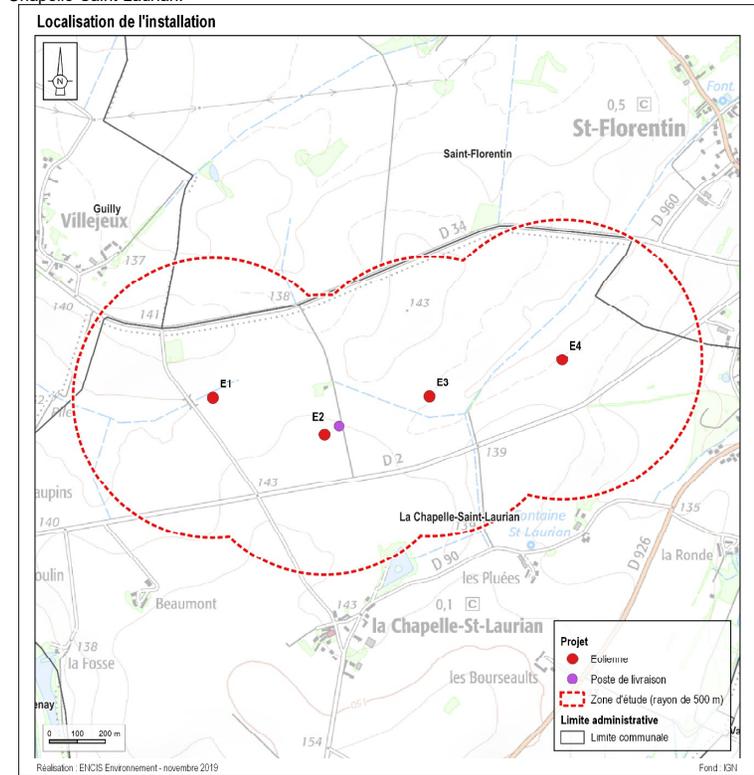
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.4 de l'étude de danger.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui est néanmoins représenté sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Seront appelées dans la suite du document « zone d'étude » les aires d'étude des éoliennes, définies par un cercle de rayon inférieur ou égal à 500 m.

La zone d'étude de l'étude de dangers concerne les communes de Guilly, Saint-Florentin et La Chapelle-Saint-Laurian.



Carte 3 : Carte de situation de l'installation (Source : ENCIS Environnement)

### 3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

#### 3.1. ENVIRONNEMENT

- Environnement humain :
  - Aucune habitation n'est présente dans la zone d'étude. Plusieurs hameaux et lieux-dits sont toutefois situés de part et d'autre de cette zone. Les habitations les plus proches du projet sont localisées à Les Pluées, à 553 m au sud de l'éolienne E4.
  - Un bâtiment agricole ainsi qu'une aire de stockage sont référencés au sein de la zone d'étude, à 347 m à l'est de l'éolienne E4.
  - Concernant les zones urbanisables, Les communes de La Chapelle-Saint-Laurian et de Saint-Florentin sont soumises au PLUi de la Communauté de Communes Champagne-Boischaux depuis le 19 novembre 2019. Celui-ci délimite des zones où les constructions à usage d'habitation sont possibles. La plus proche de ces zones se trouve à La Platerie, à 542 m à l'est de l'éolienne E4.
  - Aucun Etablissement Recevant du Public (ERP) n'est présent dans les limites de la zone d'étude.
  - Il n'y a aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) classée « SEVESO » au sein de la zone d'étude. L'ICPE la plus proche est un élevage de chiens localisé à 5,4 km au nord-ouest de l'éolienne E1. Aucun site «SEVESO» (seuil haut ou bas) ne se situe sur les communes concernées par la zone d'étude.
  - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la plus proche se localise à Saint-Laurent-des-Eaux, à environ 70 km de l'éolienne E1.
- Environnement naturel :
  - ✓ Contexte climatique :
    - A la station de Châteauroux-Déols, la température moyenne annuelle est de 11,8°C. L'amplitude thermique reste modérée, de l'ordre de 16°C.
    - Les précipitations enregistrées à la station de Châteauroux-Déols sont de 737 mm/an.
    - D'après l'analyse des données de vent de la station de Châteauroux-Déols, la vitesse moyenne annuelle (1981-2010) des vents à 10 m est de 3,8 m/s.
  - ✓ Risques naturels :
    - D'après les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, le site d'étude est en zone de sismicité 2 soit une probabilité d'occurrence des séismes faible.
    - D'après la base de données du Georisques qui recense tous les mouvements de terrain, le risque de mouvement de terrain existe dans l'Indre, notamment en raison de la présence de roches sédimentaires en surface, notamment d'argiles. Etant donné les caractéristiques calcaires du site du Jusselin, le risque d'un tel événement n'est pas à écarter. Des sondages géotechniques permettront, en amont de la construction, de préciser la nature du sol et du sous-sol.
    - D'après la base de données du BRGM, le site à l'étude n'est pas directement concerné par une cavité à risque connue. Les études géotechniques préalables à la construction du projet devront permettre de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
    - La zone d'étude se trouve dans un secteur qualifié par un aléa faible à moyen (source : georisques.gouv.fr). Des sondages géotechniques permettront, en amont de la construction, de préciser la nature argileuse des sols et le risque associé et devront être pris en compte pour le dimensionnement des fondations.
    - Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km<sup>2</sup> et par an est compris entre 0,5 et 1 pour la zone d'étude. La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,53 arcs/km<sup>2</sup>/an.
    - Aucune commune du département n'est répertoriée à risque majeur feux de forêts. La zone d'étude n'est, par conséquent, pas en risque feu de forêt. Néanmoins, il est nécessaire de respecter les conditions de sécurité classiques en termes de lutte contre l'incendie (distance par rapport aux habitations, accessibilité du site, respect de la réglementation en matière de sécurité,...).
    - Le projet éolien du Jusselin n'est pas exposé au risque inondation liée aux crues des cours d'eau.

- D'après les données du BRGM, les éoliennes du projet du Jusselin sont situées en zones de sensibilités « moyenne » à « forte » vis-à-vis des inondations par remontées de nappes dans le sédimentaire. Des sondages géotechniques devront être réalisés avant la construction du projet afin d'adapter les modalités de mise en place des fondations. Dans le cas peu probable de fondations renforcées en profondeur, des mesures devront être prévues par un hydrogéologue.
- Environnement matériel :
  - Le principal axe routier présent dans le secteur est l'autoroute A20, située au plus proche à 2,1 km à l'est de l'éolienne E4.
  - Les routes départementales les plus proches sont les routes D2 et D34, respectivement situées à 176 m au sud de l'éolienne E2 et 266 m au nord de l'éolienne E1. La zone d'étude est également traversée par une route communale et par quelques chemins ruraux.
  - Le site n'est pas concerné par une servitude ferroviaire, la voie ferrée la plus proche étant recensée à 18,5 km à l'est de l'éolienne E4.
  - Aucun cours d'eau navigable, aucun canal et écluse ne sont présents sur la zone d'étude.
  - Le projet éolien est en dehors des servitudes aéronautiques de dégagements et de couloirs aériens militaires. Il n'est pas concerné par une servitude ou une contrainte aéronautique civile rédhitoire.
  - Les éoliennes se situent en dehors de zones de protection de radar.
  - Aucune zone de vol privée ne se situe dans un périmètre de 2 km autour du site.
  - Aucune ligne THT ne concerne la zone d'étude. La plus proche se trouve à 1 km au nord de l'éolienne E1.
  - Deux lignes HTA aériennes longent les routes départementales D2 et D34 et sont concernées par la zone d'étude. Elles se trouvent au plus proche à 166 km au sud de l'éolienne E4.
  - Aucun faisceau hertzien ne concerne la zone du projet et ses environs.
  - Aucune canalisation de transport de gaz, d'hydrocarbures liquides ou de produits toxiques n'est incluse dans la zone d'étude.
  - Aucune station d'épuration n'est présente sur et aux alentours de la zone d'étude.
  - La consultation du serveur en ligne de l'ARS Centre Val-de-Loire permet d'affirmer qu'aucun captage public utilisé pour l'alimentation humaine, ni aucun périmètre de protection associé, ne sont présents au sein et à proximité de la zone d'étude.
  - Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.

#### 3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

La cartographie suivante permet d'identifier dans la zone d'étude globale (500 m) puis dans les autres zones d'études<sup>1</sup> les enjeux humains exposés ainsi que la localisation des biens, infrastructures et autres établissements.

##### Biens, infrastructures et autres établissements

Dans la zone d'étude, nous avons recensé en tant qu'infrastructures :

- les chemins d'exploitation (existants ou à créer) et plateformes du parc éolien ;
- les routes départementales D2 et D34 (respectivement au sud et au nord du projet éolien), ainsi que la voie communale située à l'ouest de l'éolienne E1 ;
- les chemins agricoles situés à proximité des éoliennes E2 et E3 ;
- le bâtiment agricole localisé à l'est de l'éolienne E4.

##### Enjeux humains

La méthode de comptage des enjeux humains est basée sur la fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Elle permet d'estimer le nombre de personnes susceptibles d'être rencontrées suivant les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) présents dans la

<sup>1</sup> Voir parties 7 et 8 de l'étude de dangers pour la définition des scénarios et des zones d'étude

zone d'étude. Elle permettra ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques.

Les routes D2 et D34 ne font pas partie du réseau routier structurant à l'échelle du département (catégories 1 et 2). Elles accueillent un trafic pouvant être très faible. Il en est de même pour la voie communale passant à l'ouest de l'éolienne E1. Ces routes sont donc considérées comme non structurantes (fréquentation < à 2 000 / jour). La fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 précise que les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Dans la zone d'étude, nous recensons des terrains non bâtis de deux types :

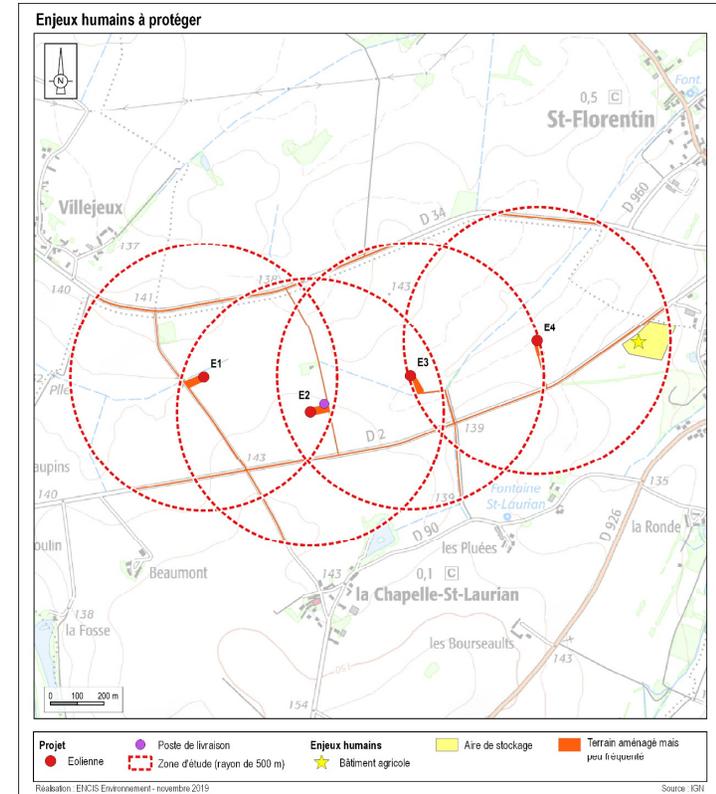
- terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, bois), où l'on comptera 1 personne exposée par tranche de 100 ha,
- terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes telles que les routes départementales D2 et D34 et la voie communale, chemins agricoles, plateformes de stockage), où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.

Les enjeux humains pour le bâtiment agricole situé à l'est de l'éolienne E4 et pour l'aire de stockage associée ont été estimés à 5 personnes, d'après la mairie de La Chapelle-Saint-Laurian.

Les surfaces ont été calculées en utilisant un logiciel de SIG<sup>2</sup>, tout en s'appuyant sur la cartographie au 1 : 25 000, le site géoportail pour les photos aériennes et le plan de masse fourni par le client. Ces données ont permis de calculer à un instant t les différentes répartitions des terrains non bâtis (dont les chemins empruntés par les véhicules agricoles). Des évolutions dans le futur peuvent avoir lieu et ne sont donc pas prises en compte.

Eolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,9074	1 pers/100 ha	0,769074	<b>0,932314</b>
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,6324	1 pers/10 ha	0,16324	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,7854	1 pers/100 ha	0,767854	<b>0,943294</b>
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,7544	1 pers/10 ha	0,17544	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,0179	1 pers/100 ha	0,770179	<b>0,922369</b>
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,5219	1 pers/10 ha	0,15219	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,2965	1 pers/100 ha	0,772965	<b>5,897295</b>
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,2433	1 pers/10 ha	0,12433	
	Bâtiment agricole et aire de stockage	-	Nombre de personne max	5	

Tableau 1 : Enjeux humains par éolienne, zone d'effet maximale de 500 m



Carte 4 : Enjeux à protéger (Source : ENCIS Environnement)

<sup>2</sup> SIG : Système d'Information Géographique / logiciel utilisé : Qgis

## 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 décrite précédemment.

### 4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (plateformes, raccordement électrique inter-éolienne, poste de livraison et chemins d'accès).

#### ❖ Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - le système de freinage mécanique ;
  - le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
  - les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
  - le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

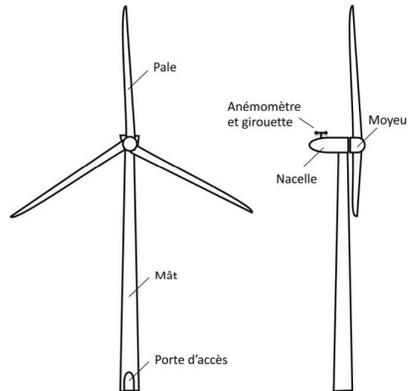


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

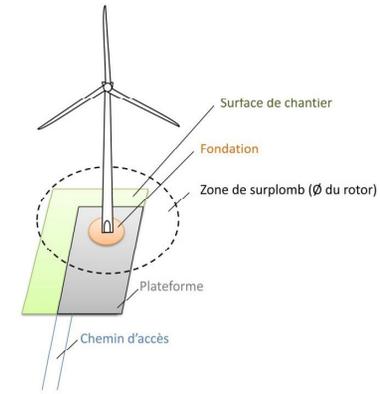


Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

#### ❖ Chemins d'accès

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions 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.

#### 4.2. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Trois modèles d'éolienne différents sont envisagés pour le projet : des SG-132 de 3,465 MW du fabricant Siemens Gamesa, des E-126 de 3 à 4 MW du fabricant Enercon ou des N117 de 3,6 MW du fabricant Nordex. Les caractéristiques de ces modèles d'éolienne sont présentées ci-après :

Caractéristiques	Siemens Gamesa SG-132 3,465 MW	Enercon E-126 3-4 MW	Nordex N117 3,6 MW
Hauteur de moyeu	101,5 m	96 m	106 m
Diamètre du rotor	132 m	126 m	117 m
Hauteur en bout de pale	167,5 m	159 m	164,5 m

Tableau 2 : Caractéristiques des éoliennes envisagées

Le projet est un parc d'une puissance totale comprise entre 12 MW et 16 MW.

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

EOLIENNE	Type	Commune	Section	N° parcelle	Altitude au sol	Hauteur	Altitude NGF en bout de pale	Lambert 93	
								X	Y
E1	SG-132 / E-126 / N117	La Chapelle- Saint- Laurian	ZC	41	135 m	159 à 167,5 m	294 à 302,5 m	607141	6663971
E2	SG-132 / E-126 / N117	La Chapelle- Saint- Laurian	ZC	42, 43	137 m	159 à 167,5 m	296,1 à 304,5 m	607540	6663840
E3	SG-132 / E-126 / N117	La Chapelle- Saint- Laurian	ZB	49, 50	135 m	159 à 167,5 m	294 à 302,5 m	607915	6663976
E4	SG-132 / E-126 / N117	La Chapelle- Saint- Laurian	ZB	66	134 m	159 à 167,5 m	293 à 301,5 m	608390	6664108
PDL	-	La Chapelle- Saint- Laurian	ZC	42	137 m	2,7 m	139,7 m	607592	6663870

Tableau 3 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison



Carte 5 : Plan détaillé du parc éolien du Jusselin (source : Neoen)

#### 4.1. 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 donnée (environ 2 m/s), et c'est seulement à partir de la vitesse de couplage au réseau que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne, comme son nom l'indique, plus rapidement. 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 la vitesse minimale nécessaire à la production maximale, on parle de production nominale.

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, dépasse la vitesse maximale de fonctionnement, 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 rapide de transmission à l'intérieur de la nacelle.

Pour le projet du Jusselin, les caractéristiques maximales sont de l'ordre de :

- Vitesse de couplage au réseau : 3 m/s ;
- Vitesse minimale nécessaire à la production maximale : entre 15 et 20 m/s ;
- Vitesse de mise en drapeau : 30 m/s

#### 4.2. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

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 500 m autour des habitations, par rapport aux exigences issues de la Loi Grenelle II ; de plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, de définition de l'aire d'étude et de l'implantation des éoliennes.

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

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

- les fournisseurs des éoliennes et assurant leur maintenance, disposent d'un système de management HSE respecté par tous leurs salariés.
- le respect des règles de conduite et la limitation de la vitesse de circulation des engins et véhicules seront imposés. Un plan de circulation sera établi pour l'accès depuis les routes les plus proches.
- les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et la législation du travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Les techniciens sont formés, entraînés et autorisés. Ils sont équipés de leurs EPI.

- des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements.
- le design et l'assemblage des équipements respectent les normes en vigueur et normes constructeur.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement intervenue par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

#### 5. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

#### 6. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

##### 6.1. 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 gravité et la probabilité. Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Scénario	Zone d'effet SG-132 3,465 MW	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale 167,5 m	Rapide	exposition forte	D	Sérieux
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 66 m	Rapide	exposition forte	C	Sérieux
Chute de glace	Zone de survol 66 m	Rapide	exposition modérée	A	Modéré
Projection de pale ou de morceau de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieux pour E4 Modéré pour E1, E2, E3
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne 350,25 m	Rapide	exposition modérée	B	Sérieux pour E4 Modéré pour E1, E2, E3

Tableau 4 : Paramètres de risques

## 6.2. 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.

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement de l'éolienne Projection de pale ou de fragment de pale pour E4	Chute d'éléments de l'éolienne	Projection de glace pour E4	
Modéré		Projection de pale ou de fragment de pale pour E1, E2, E3		Projection de glace pour E1, E2, E3	Chute de glace

Légende de la matrice :

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

Tableau 5 : Matrice de criticité

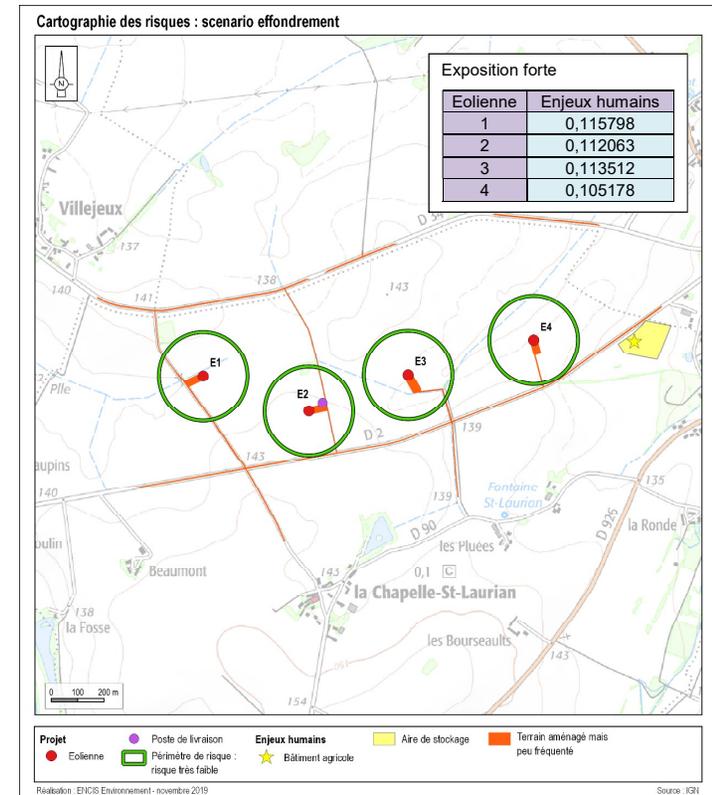
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- Trois types d'accident (chute de glace, chute d'éléments de l'éolienne et projection de glace pour l'éolienne E4) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de l'étude de dangers sont mises en place.

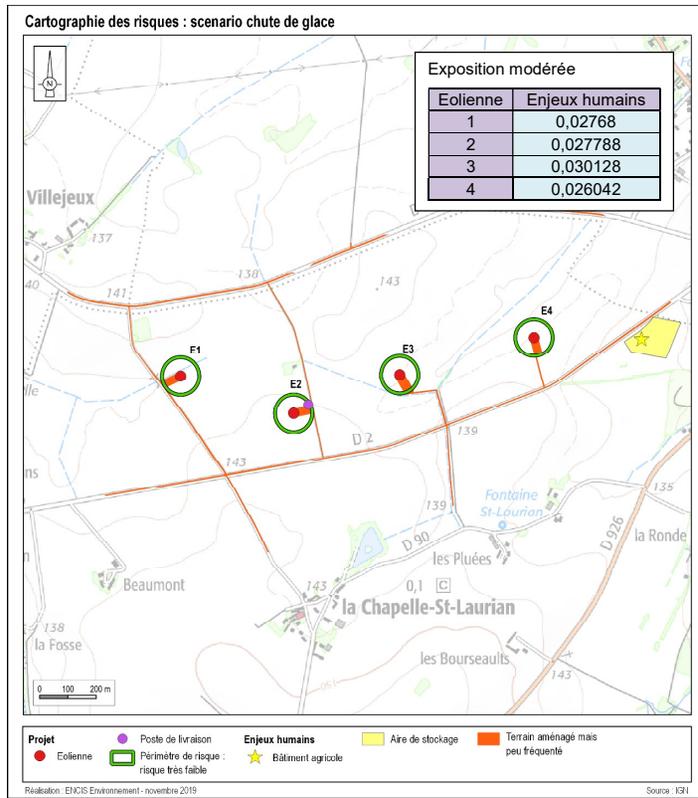
**Le niveau de risque pour chaque scénario et pour chaque éolienne est jugé comme acceptable.**

### 6.2.1. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

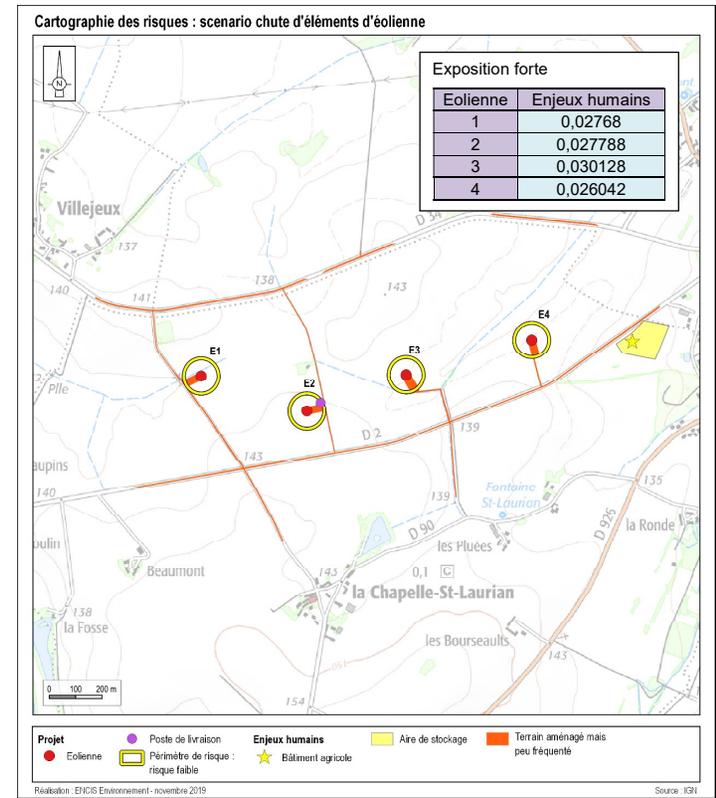
Les cartographies suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.



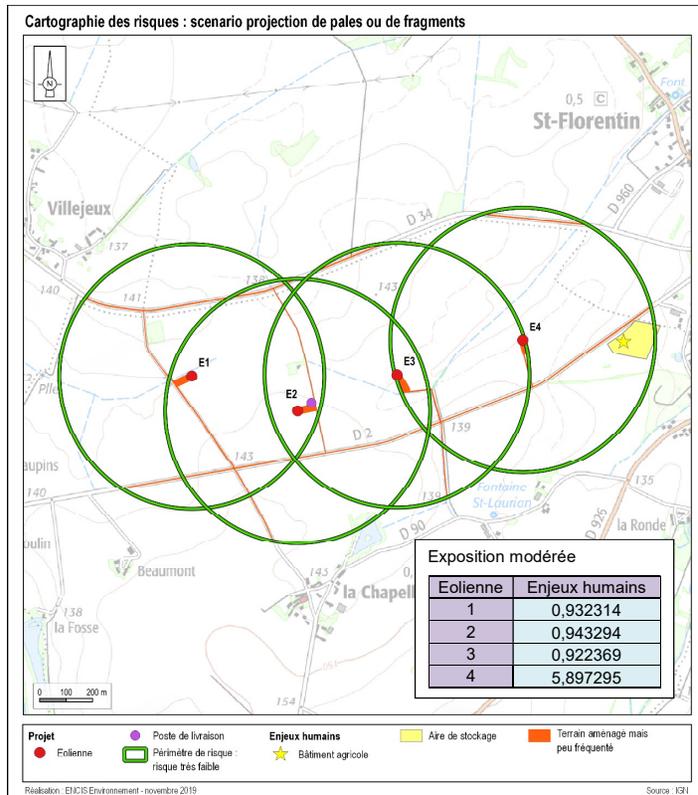
Carte 6 : Cartographie des risques – scénario : effondrement (Source : ENCIS Environnement)



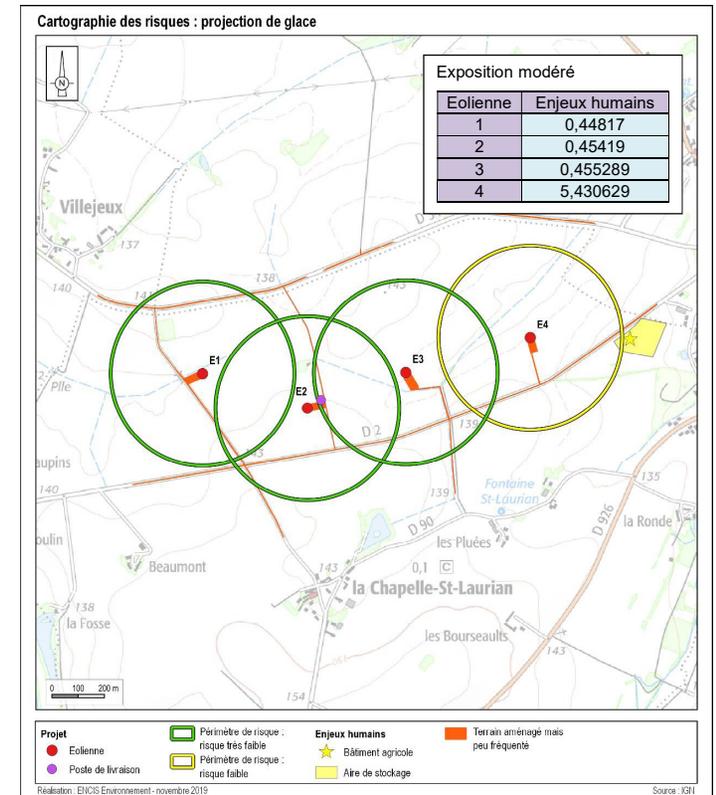
Carte 7 : Cartographie des risques – scenario : chute de glace (Source : ENCIS Environnement)



Carte 8 : Cartographie des risques – scenario : chute d'éléments (Source : ENCIS Environnement)



Carte 9 : Cartographie des risques – scenario : projection d'élément (Source : ENCIS Environnement)



Carte 10 : Cartographie des risques – scenario : projection de glace (Source : ENCIS Environnement)

## 7. CONCLUSION

Suite à l'analyse menée dans cette étude de dangers, il ressort cinq accidents majeurs identifiés :

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

Pour chaque scénario, une probabilité a été calculée et une gravité donnée. Il en ressort que les risques sont très faibles (effondrement de l'éolienne, chute de glace, projection de pale ou de morceau de pale, projection de glace pour E1, E2, E3) et faibles (chute d'éléments d'éolienne, projection de glace pour E4), mais dans tous les cas acceptables.

Scénario	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	D	Sérieux	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Sérieux	Acceptable
Chute de glace	A	Modéré	Acceptable
Projection d'éléments	D	Sérieux pour E4 Modéré pour E1, E2, E3	Acceptable
Projection de glace	B	Sérieux pour E4 Modéré pour E1, E2, E3	Acceptable

Tableau 6 : Synthèse des scénarios et des risques

L'exploitant, de par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques. En effet, il a choisi de s'éloigner des habitations et les distances aux différentes infrastructures (ERP, routes) sont suffisantes pour avoir un risque acceptable.

De plus, son installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26/08/2011 relatif aux ICPE) et aux normes de construction.

Afin de garantir un risque acceptable sur l'installation, l'exploitant a mis en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et a organisé une maintenance périodique (trois mois après le début de l'exploitation, puis tous les six mois).

Numéro de la fonction de sécurité	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage en pied d'éolienne Eloignement des zones habitées et fréquentées
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	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
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1
5	Prévenir les courts-circuits	Copure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	Protection et intervention incendie	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de l'éolienne Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau d'huiles Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération Procédure d'urgence Kit antipollution
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualifiées Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure maintenance
11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite
12	Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)
13	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	Mise en place d'une procédure de sécurité / rédaction d'un plan de prévention / Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) Mise en place d'une restriction d'accès au chantier
14	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	Inspection des équipements lors des maintenances planifiées Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes

Tableau 7 : Mesure de sécurité

## ANNEXES : DEFINITIONS

### CINETIQUE

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

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

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

### INTENSITE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### GRAVITE

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

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

### PROBABILITE

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

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

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

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

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la

probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

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

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

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

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

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

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

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

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

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