

# Résumé non technique de l'Etude de dangers du projet de parc éolien de Lion-en-Beauce

Département : Loiret

Commune : Lion-en-Beauce



**ABO**  
**WIND**

19 boulevard Alexandre Martin  
45000 ORLEANS  
Tél : 02 38 52 21 74

**Réalisation :**

ENCIS Environnement

Rédacteurs : Laure CHASSAGNE, Elisabeth GALLET-MILONE

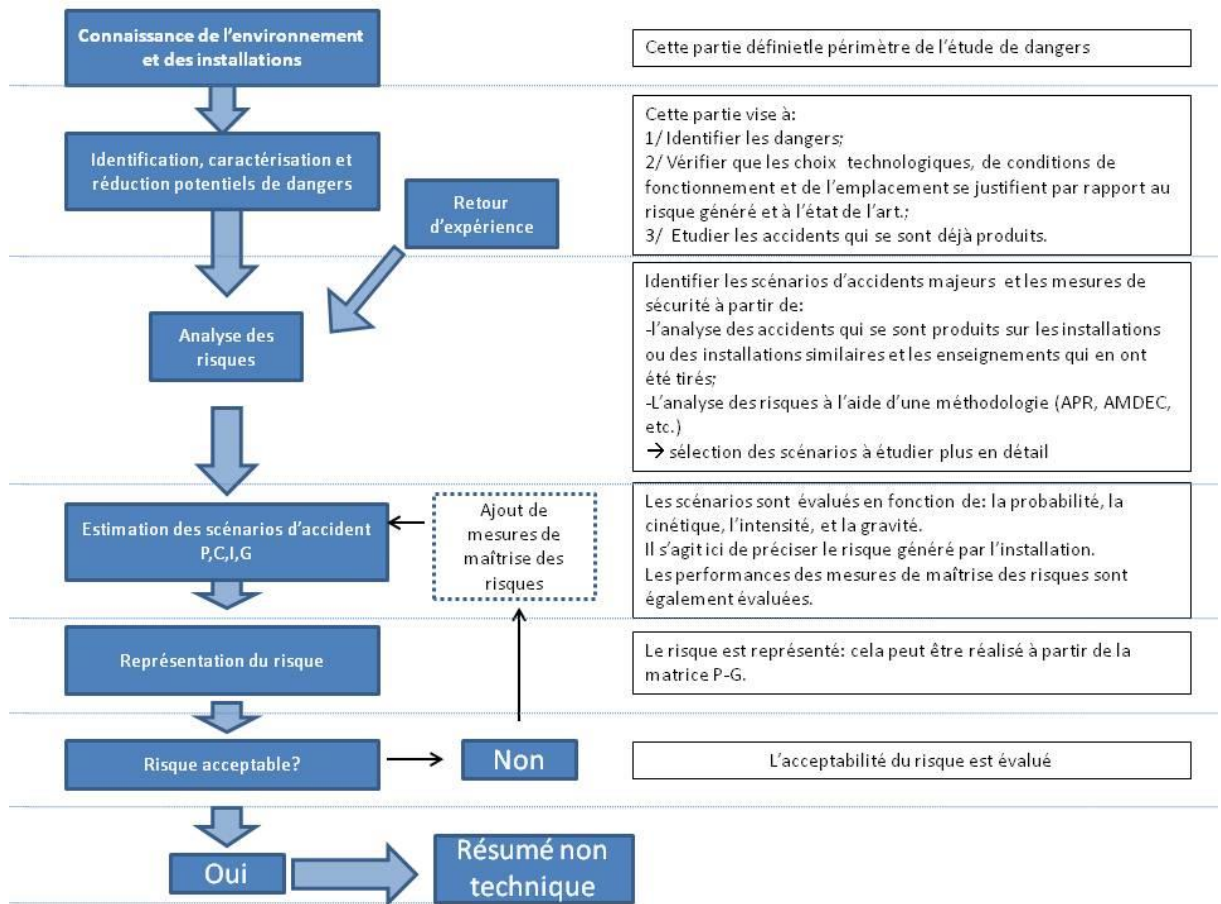


## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION .....</b>	<b>4</b>
2.1.	Renseignements administratifs.....	4
2.2.	Localisation du site.....	4
2.3.	Définition de l'aire d'étude.....	6
<b>3.</b>	<b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>7</b>
3.1.	Environnement.....	7
3.2.	Cartographie de synthèse.....	8
<b>4.</b>	<b>DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>11</b>
4.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	11
4.2.	Composition de l'installation .....	12
4.3.	Fonctionnement de l'installation.....	14
4.4.	Réduction des potentiels de dangers à la source.....	14
<b>5.</b>	<b>CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....</b>	<b>14</b>
<b>6.</b>	<b>SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....</b>	<b>15</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>22</b>
	<b>ANNEXES : DEFINITIONS .....</b>	<b>24</b>

## 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

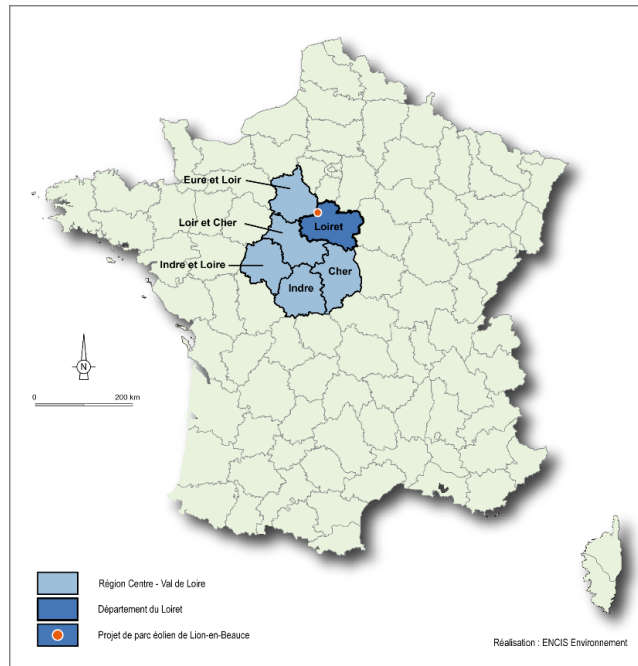
Le projet est développé par la société ABOWind.

L'exploitant du parc éolien est Ferme Eolienne de Lion-en-Beauce.

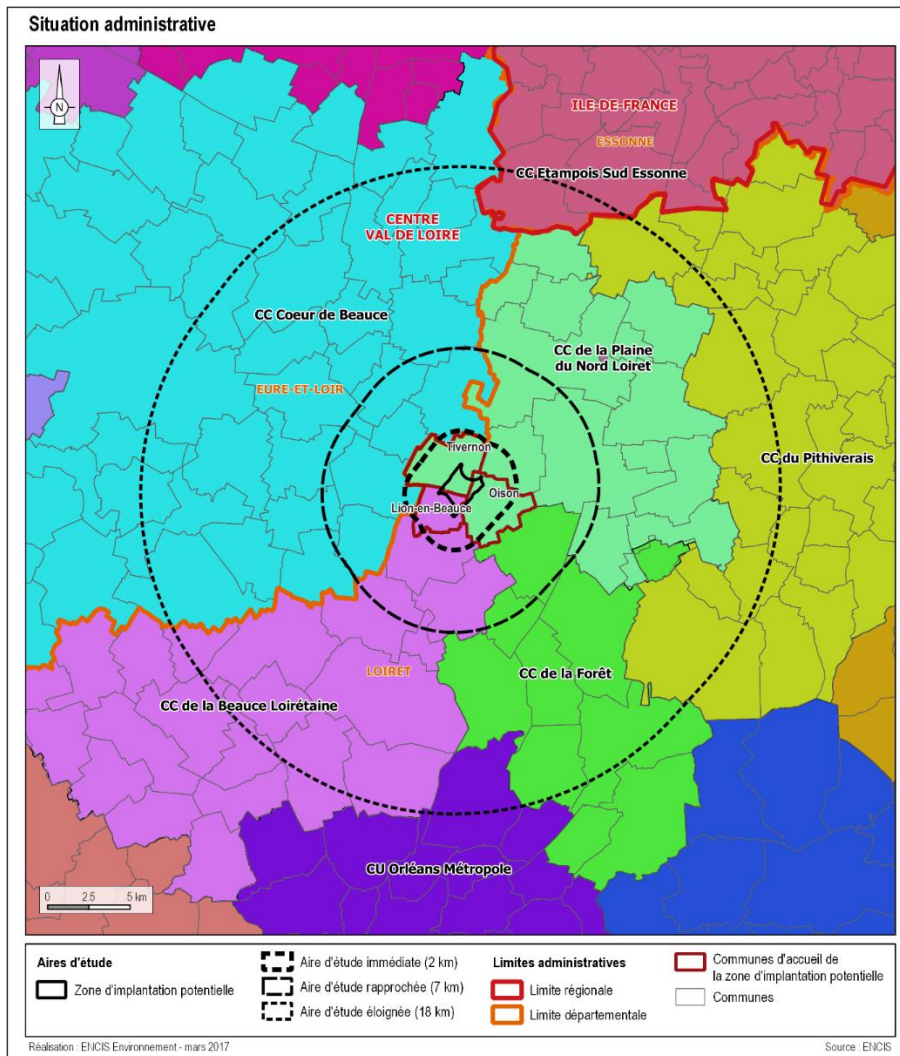
La réalisation de cette étude de dangers a été effectuée par Laure CHASSAGNE et Elisabeth GALLET-MILONE, d'ENCIS Environnement.

### 2.2. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de Lion-en-Beauce est localisé sur la commune du même nom, dans le département du Loiret, en région Centre-Val de Loire.



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



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

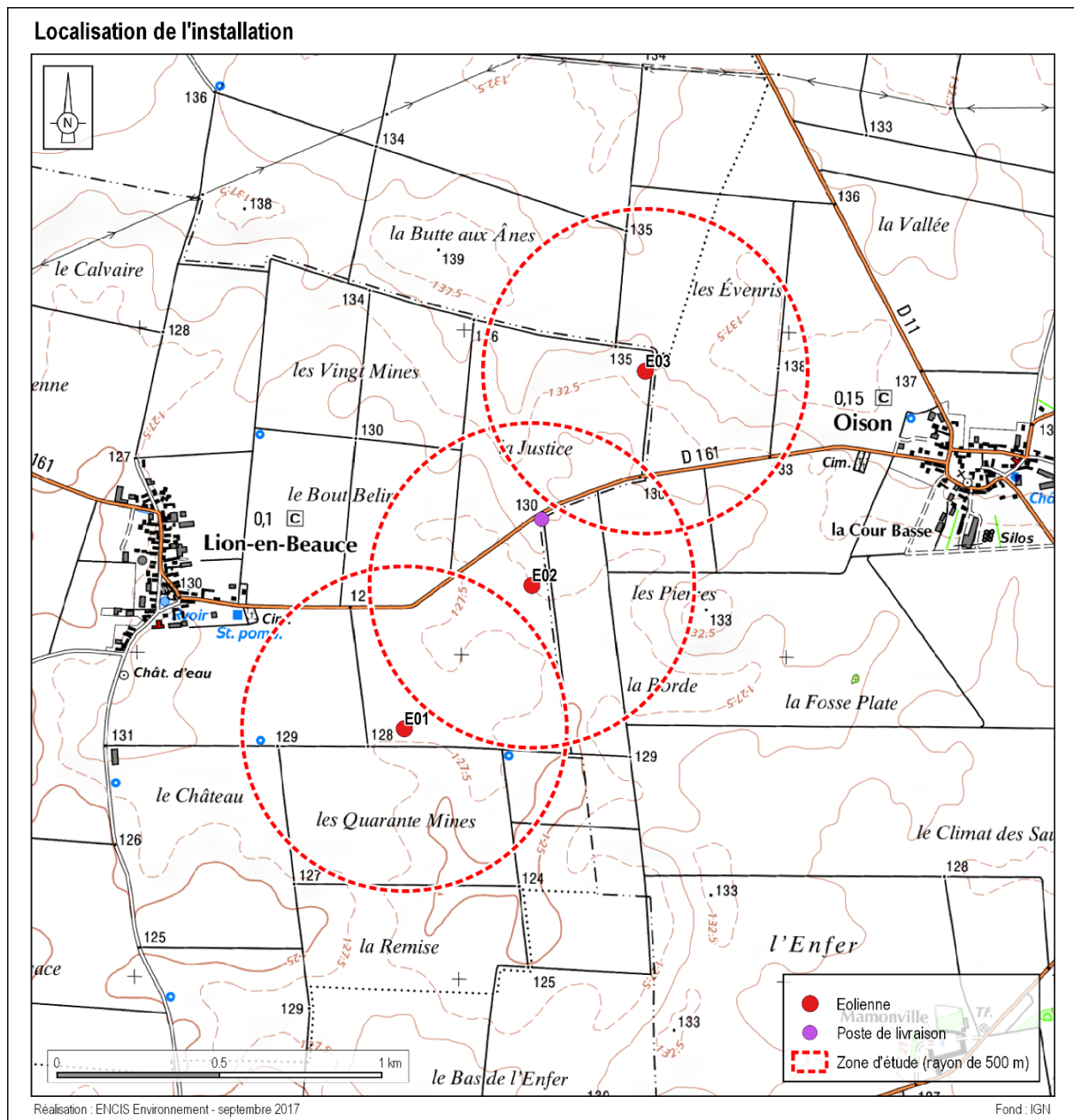
## 2.3. DEFINITION DE L' AIRE D' ETUDE

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

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



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 sont toutefois situés de part et d'autre de cette zone. Les habitations les plus proches du projet – Lion-en Beauce – sont localisées à 628 mètres de l'éolienne E01.
  - Aucun Etablissement Recevant du Public (ERP) n'est présent dans les limites de la zone d'étude.
  - La plus proche Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) est le parc éolien de Champ Besnard à environ 3,7 km de l'éolienne E01.
  - Aucun site « SEVESO » (seuil haut ou bas) ne se situe sur les communes concernées par le projet éolien. Le plus proche est à plus de 6 km.
  - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la plus proche se localise à Saint-Laurent-Nouan, à 53 km.
  - Des bâtiments agricoles sont référencés autour de la zone d'étude, au niveau des bourgs de Lion-en-Beauce, Tivernon, Oison, ainsi qu'au lieu-dit Le Grand Bréau. Dans ce même lieu-dit, un musée dédié à l'activité agricole est également recensé. De plus, des chambres d'hôtes sont présentes à l'ouest de la zone d'étude. Aucun de ces bâtiments agricoles ou établissements touristiques ne se situe dans les 500 m autour des éoliennes.
  - Plusieurs stations de pompage sont recensées dans la zone d'étude pour utiliser l'eau à des fins agricoles, plus précisément pour l'aspersion par des rampes d'irrigation ou pivots. Un réseau d'irrigation est enterré sous les parcelles agricoles, avec des bouches d'irrigation situées en bordure. L'activité principale de la zone est l'agriculture. Aucun enjeu humain supplémentaire spécifique ne sera pris en compte car ces stations sont rattachées à l'activité agricole.
  - Aucun circuit de randonnée n'est recensé dans la zone d'étude de 500 m. Le sentier le plus proche se situe à plus de 8 km.
  
- Environnement naturel :
  - ✓ Contexte climatique :
    - A la station d'Orléans, la température moyenne annuelle est de 11,3°C. L'amplitude thermique reste modérée, de l'ordre de 15,5 °C. La température record minimale a été enregistrée en janvier 1940 et était de -19,6°C ; le record maximal a été de 40,3°C (juillet 1947). Il y a en moyenne 55 jours de gel par an (jour avec des températures inférieures à 0°C).
    - Les précipitations enregistrées à la station d'Orléans sont de 642,5 mm/an.
    - On compte 11,9 jours avec des chutes de neige.
    - D'après l'analyse de la rose des vents d'Orléans, les vents dominants suivent principalement un axe sud-ouest/nord-est.
  
  - ✓ Risques naturels :
    - D'après les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, les communes du périmètre des 500 m sont en zone de sismicité 1 soit une probabilité d'occurrence des séismes très faible.
    - Le risque de mouvement de terrain existe dans le Loiret. Les bases de données ne démontrent pas de mouvement de terrain connus sur la zone d'étude, néanmoins, les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
    - De plus, le site à l'étude n'est pas concerné par les cavités souterraines (source : georisques.gouv.fr).
    - La zone d'étude est identifiée comme étant concernée par un aléa retrait-gonflement d'argile faible à fort : E01 est implantée en « fort », E02 en « moyen » et E03 en « faible » (source : georisques.gouv.fr).
    - Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km<sup>2</sup> et par an est de 1,71 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.
    - La station d'Orléans a enregistré des vitesses de vent maximales de 42 m/s en décembre 1999. Selon le DDRM 45, l'ensemble du département est concerné par les risques climatiques majeurs, dont les tempêtes.

- La zone d'étude n'est pas classée en risque feu de forêt. Néanmoins, il est nécessaire de suivre les recommandations du SDIS Loiret (voir courrier en annexe de l'étude d'impact).
  - Les risques d'inondation ont été recensés grâce à la base de données du portail de la prévention des risques majeurs<sup>1</sup> et aux Dossiers Départementaux des Risques Majeurs. Selon le DDRM, Lion-en-Beauce, Oison et Tivernon ne font pas partie des communes à enjeux concernées par les inondations. Le site d'implantation potentielle n'est par conséquent pas concerné par l'aléa inondation.
  - Les zones à risque se situent dans la vallée de la Loire, à 25 kilomètres au sud de la zone d'implantation potentielle.
  - D'après le BRGM<sup>2</sup>, le risque de remontée de nappe dans le socle est nul, mais le risque de remontée de nappe dans le sédimentaire est faible à moyen sur l'ensemble de la zone d'étude. Les éoliennes sont implantées en zones « faible » à « moyenne ».
- Environnement matériel :
    - La zone d'étude de 500 m est traversée par une route départementale (D161) ainsi que par des chemins agricoles.
    - Le site n'est pas concerné par une voie ferrée (la plus proche – Paris – Orléans – est à plus de 2,6 km du site).
    - Aucun cours d'eau navigable, aucun canal et écluse n'est présent sur la zone d'étude.
    - Le projet éolien est situé dans la zone de servitudes aéronautiques de dégagement de l'aérodrome d'Orléans-Bricy. Cependant, les éoliennes présentant une hauteur totale en bout de pale de 137 m, elles respectent les préconisations de l'Armée de l'air.
    - Le projet éolien se trouve dans la zone de coordination 20 – 30 km du radar militaire de Bricy, où le nombre d'éoliennes et leur disposition sont encadrés. Les éoliennes ont été implantées sur un axe radial d'occupation angulaire de 1,5°, et à plus de 5° des parcs contigus, respectant ainsi la réglementation par rapport à ce radar.
    - Aucune zone de vol privée ne se situe dans un périmètre de 2 km autour du site.
    - L'aérodrome le plus proche se situe à Pithiviers, soit à environ 17 km à l'est du site.
    - La zone d'étude est concernée par les lignes Haute Tension 400 000 Volts DAMBRON – GATINAIS 1 et 2 (900 m d'E03). Une ligne électrique HTA aérienne est également présente et passe à plus de 160 m d'E01.
    - 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.
    - Aucune éolienne ne sera implantée dans un périmètre de protection de captage.
    - Il n'existe pas de réseau d'adduction en eau potable dans la zone d'étude.
    - Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.

### 3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

La cartographie suivante permet d'identifier dans la zone d'étude globale (500 m) puis dans les autres zones d'études<sup>3</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 chemins agricoles ;
- La route départementale D161.

<sup>1</sup> cartorisque.prim.net

<sup>2</sup> base de données en ligne : [www.inondationnappe.fr](http://www.inondationnappe.fr)

<sup>3</sup> Voir parties 7 et 8 de l'étude de dangers pour la définition des scénarios et des zones d'étude



## 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 suivants les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) présents dans la zone d'étude. Elle permettra ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques.

Les enjeux pris en compte pour la route départementale D161 traversant la zone d'étude ont été estimés en fonction des données de comptage routier journalier du Conseil Départemental du Loiret. Ces statistiques sont de 2015 et sont représentatives de la fréquentation des routes. La fréquentation de cette route est de 187 véhicules/jour. Elle est donc considérée comme non structurante (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), où l'on comptera 1 personne exposée par tranche de 100 ha,
- terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes telles que la route D161, chemins agricoles, plateformes de stockage), où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.

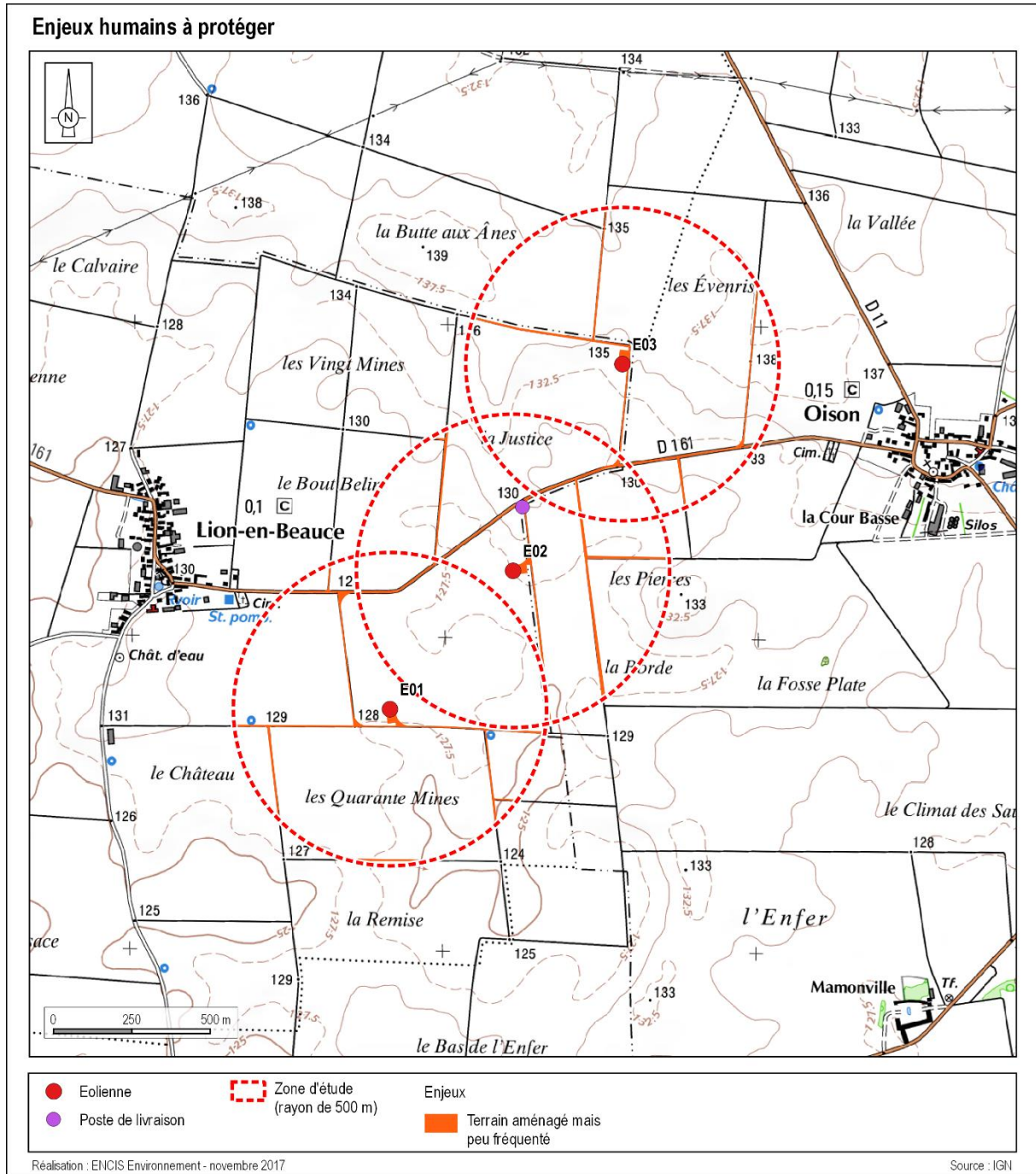
Les surfaces ont été calculées en utilisant un logiciel de SIG<sup>4</sup>, tout en s'appuyant sur la cartographie au 1 : 25 000, le site géoportail pour les photos aériennes et le plan de masse fourni par le client. Ces données ont permis de calculer à un instant t les différentes répartitions des terrains 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.

Il est présenté ci-après les différents enjeux pour la plus grande des zones d'effet : projection de pales ou d'éléments (500 m), de façon à présenter l'ensemble de ces enjeux.

Eolienne	Ensemble homogène	Surface (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
E01	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,7627	1 pers/100 ha	0,7627	0,953857
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,8623	1 pers/10 ha	0,18623	
E02	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,36	1 pers/100 ha	0,7636	0,9901
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,265	1 pers/10 ha	0,2265	
E03	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,876	1 pers/100 ha	0,76876	0,94366
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,749	1 pers/10 ha	0,1749	

Tableau 1 : Enjeux humains par éolienne, sur la zone d'effet la plus grande (500 m)

<sup>4</sup> SIG : Système d'Information Géographique / logiciel utilisé : Qgis



Carte 4 : Synthèse des enjeux à protéger (Source : ENCIS Environnement)

## 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. Pour les éoliennes de type Gamesa, le transformateur se situe dans la nacelle.
- **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.

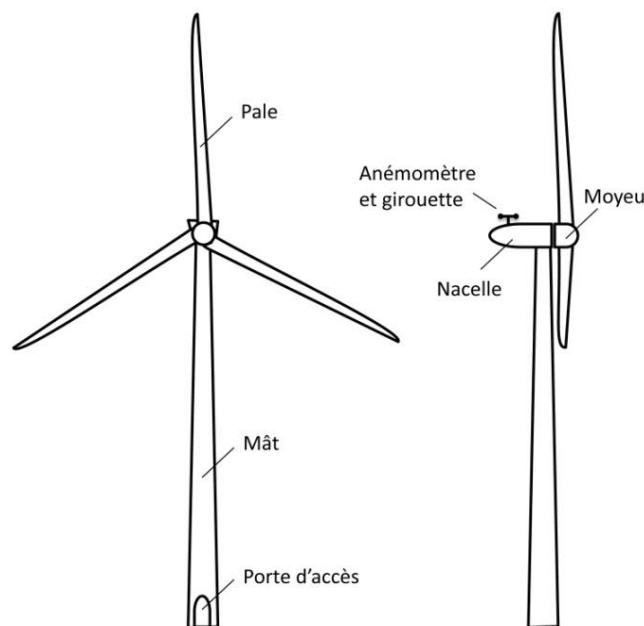
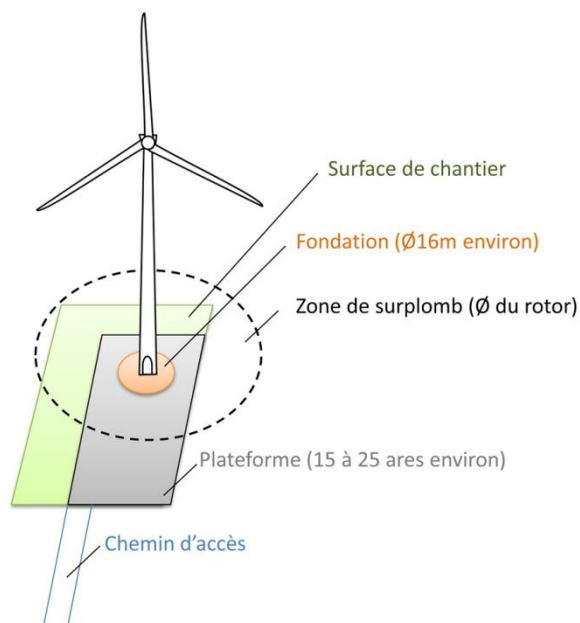


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur



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

(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale)

❖ 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 :

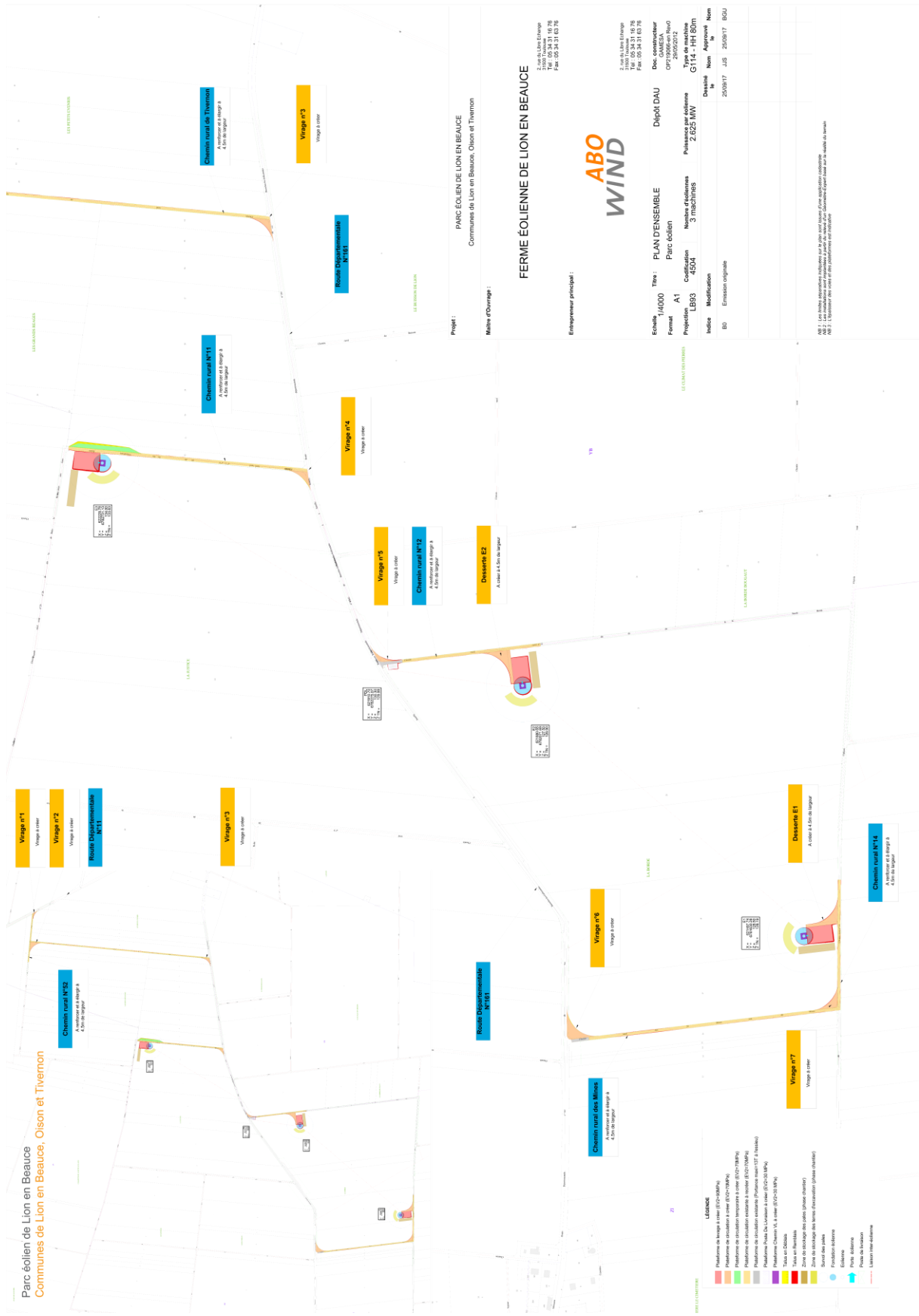
- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

#### 4.2. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien est composé de 3 aérogénérateurs de type Gamesa G114 et d'un poste de livraison. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison :

EOLIENNE	Type	Commune	Parcelle cadastrale (éolienne et aménagements)	Altitude au sol	Hauteur	Altitude NGF en bout de pale	Lambert 93	
							X	Y
E01	G114	Lion-en-Beauce	ZI 18 ZI 17	128,5	137	265,5	621487,7	6781630,3
E02	G114	Lion-en-Beauce	ZI 21 YB 19	127,5	137	264,5	621880,7	6782071,7
E03	G114	Lion-en-Beauce	ZH 45	134	137	271	622229,8	6782731,1
PDL	-	Lion-en-Beauce	ZI 21	130	2,64	132,64	621910,7	6782275,1

**Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison**



Carte 5 : Plan détaillé du parc éolien de Lion-en-Beauce (Source : Abowind)

### 4.3. 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 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.

### 4.4. 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.

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

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité pour l'éolienne étudiée (Gamesa G114). Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque. La gravité est identique pour toutes les éoliennes dans chaque scénario. Il n'est donc pas fait de distinction au sein du tableau.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale 137 m	Rapide	exposition forte	D	Sérieuse
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 57 m	Rapide	exposition forte	C	Sérieuse
Chute de glace	Zone de survol 57 m	Rapide	exposition modérée	A	Modérée
Projection de pale ou de morceau de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Modérée
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne 291 m	Rapide	exposition modérée	B	Modérée

Tableau 3 : Paramètres de risques

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	Chute d'élément de l'éolienne		
Modéré		Projection de pale ou de fragment de pale		Projection de glace	Chute de glace

Légende de la matrice :

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

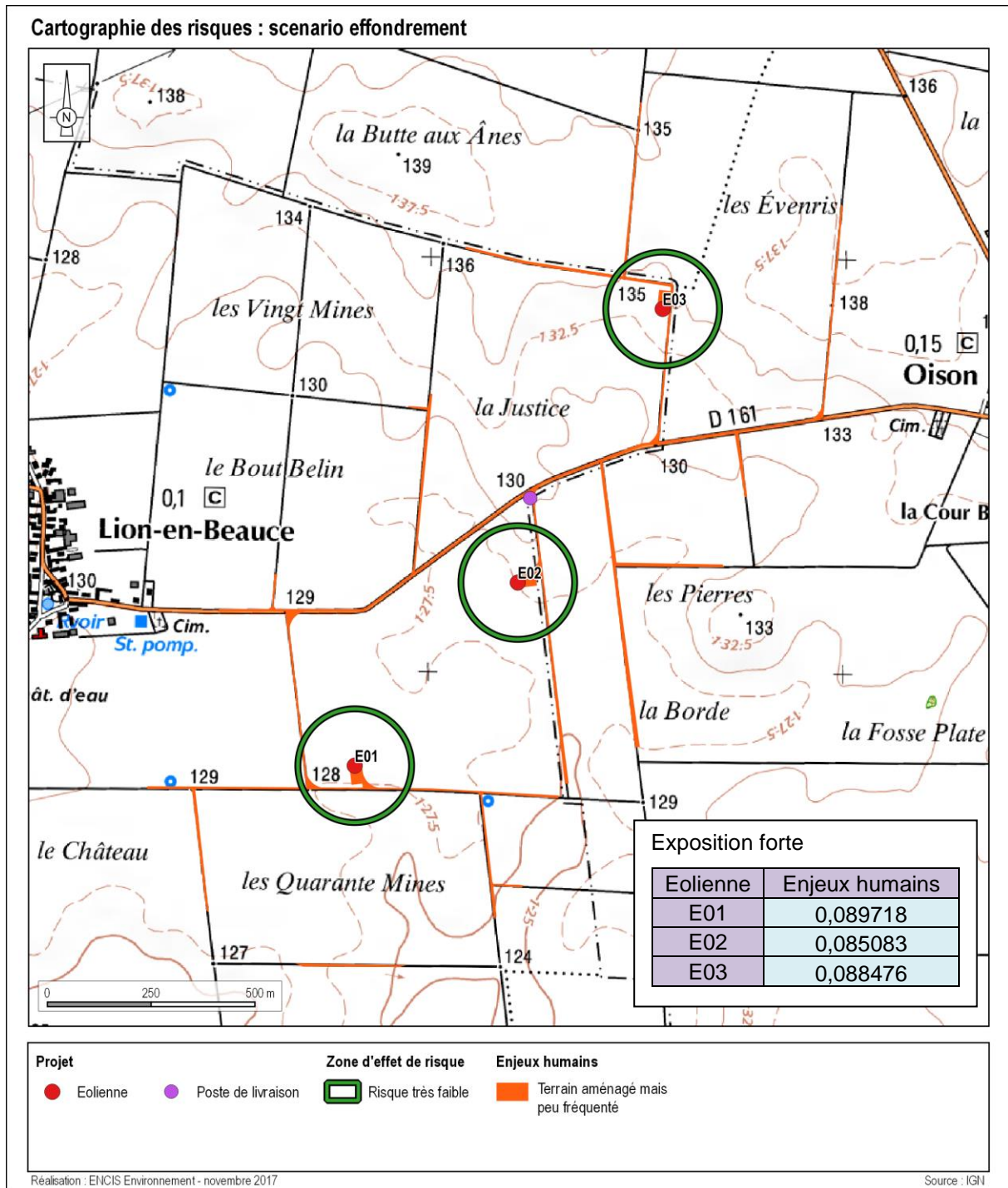
**Tableau 4 : Matrice de criticité**

Il apparaît au regard de cette matrice ainsi complétée que :

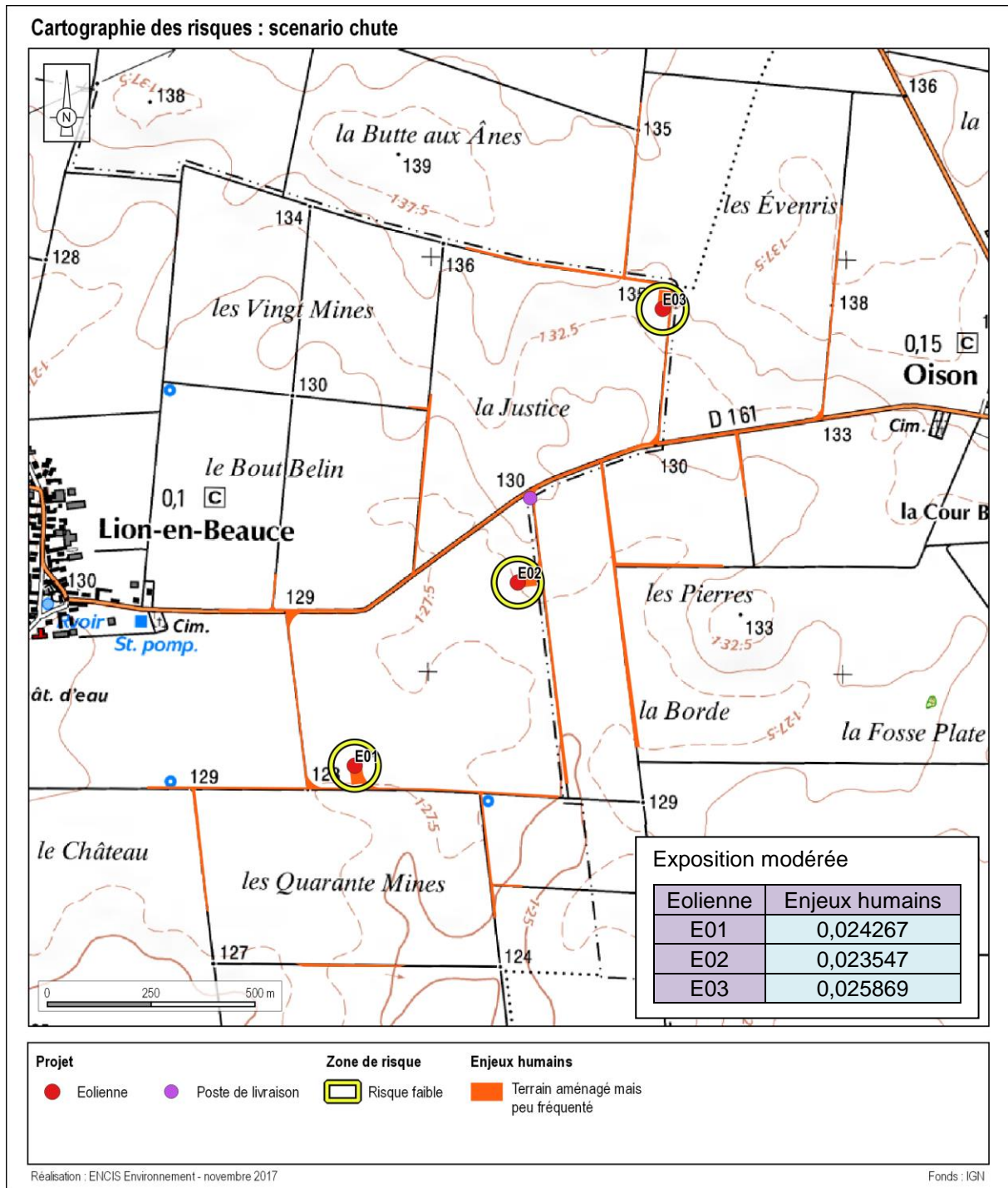
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- deux types d'accident (chute de glace et chute d'élément) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de l'étude de danger sont mises en place.

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

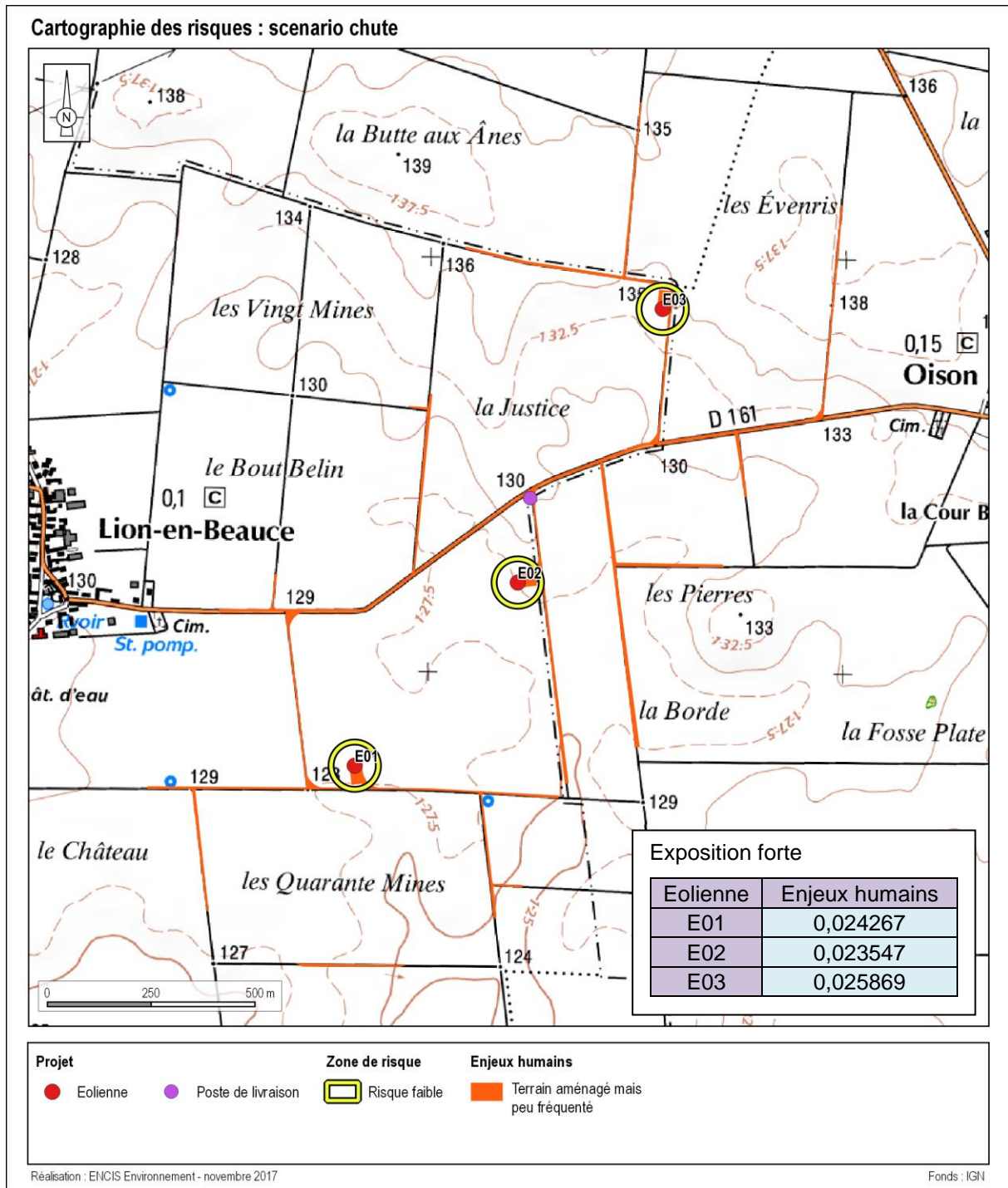
Les cartographies suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.



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

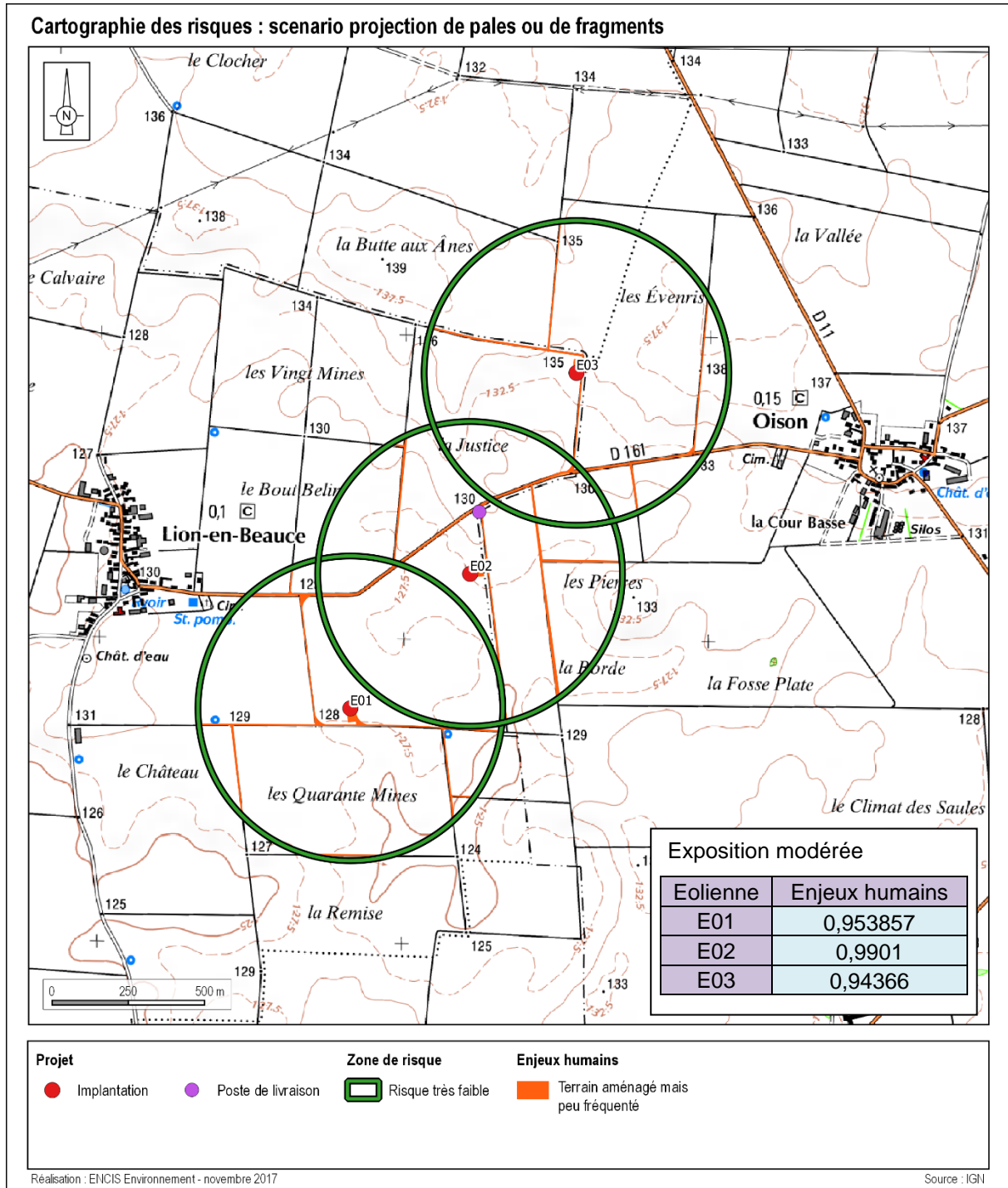


**Carte 7 : Cartographie des risques – scenario : chute de glace (Source : ENCIS Environnement)**



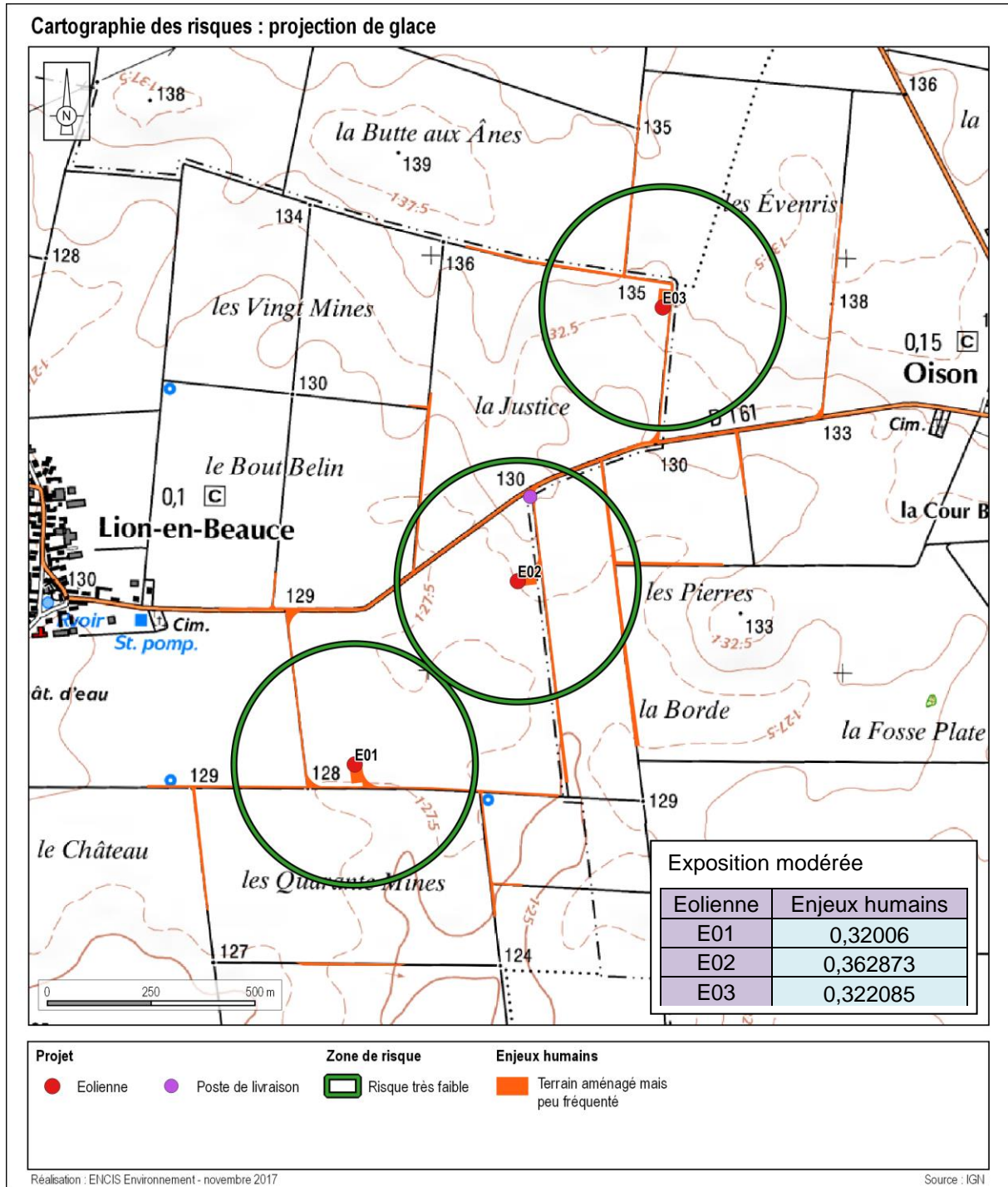
**Carte 8 : Cartographie des risques – scenario : chute d'élément (Source : ENCIS Environnement)**





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





**Carte 10 : Cartographie des risques – scénario : 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 (projection de pale ou de morceau de pale, effondrement de l'éolienne et projection de glace) et faibles (chute de glace et chute d'élément), mais dans tous les cas acceptables.

<b>Scénario</b>	<b>Probabilité</b>	<b>Gravité</b>	<b>Acceptabilité</b>
Effondrement de l'éolienne	D	Sérieuse	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Sérieuse	Acceptable
Chute de glace	A	Modérée	Acceptable
Projection d'éléments	D	Modérée	Acceptable
Projection de glace	B	Modérée	Acceptable

**Tableau 5 : 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 en implantant les éoliennes à des distances supérieures aux valeurs réglementaires (500m) et les distances aux différentes infrastructures (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 mettra en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et organisera une maintenance périodique.

<b>Numéro de la fonction de sécurité</b>	<b>Fonction de sécurité</b>	<b>Mesures de sécurité</b>
1	<b>Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace</b>	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
2	<b>Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace</b>	Panneautage sur le chemin d'accès de chaque machine Eloignement des zones habitées et fréquentées
3	<b>Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques</b>	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
4	<b>Prévenir la survitesse</b>	Détection de survitesse et système de freinage.
5	<b>Prévenir les courts-circuits</b>	Coupage de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
6	<b>Prévenir les effets de la foudre</b>	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	<b>Protection et intervention incendie</b>	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
8	<b>Prévention et rétention des fuites</b>	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution Bacs récupérateurs
9	<b>Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)</b>	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités
10	<b>Prévenir les erreurs de maintenance</b>	Procédure maintenance
11	<b>Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</b>	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	<b>Prévenir les risques liés aux opérations de chantier</b>	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
13	<b>Prévenir la dégradation de l'état des équipements</b>	Inspection des équipements lors des maintenances planifiées Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes

Tableau 6 : 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.

<b>Intensité</b>	<b>Degré d'exposition</b>
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.

<i>Intensité</i> <b>Gravité</b>	<b>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte</b>	<b>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte</b>	<b>Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée</b>
« <b>Désastreux</b> »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« <b>Catastrophique</b> »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« <b>Important</b> »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« <b>Sérieux</b> »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« <b>Modéré</b> »	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 :

<b>Niveaux</b>	<b>Echelle qualitative</b>	<b>Echelle quantitative (probabilité annuelle)</b>
<b>A</b>	<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</b>	<b>Probable</b> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
<b>C</b>	<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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<b>D</b>	<b>Rare</b> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
<b>E</b>	<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.