

# 5.1 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

PROJET ÉOLIEN DES QUATRE CHEMINS, COMMUNES DE BALLEDEMENT ET CHATEAUPONSAC (87)

JUILLET 2020





**Résumé Non Technique**  
**Etude de dangers du projet de parc éolien**  
**des Quatre Chemins**

Département : Haute-Vienne

Communes : Balledent et Châteauponsac

**Maître d'ouvrage**



**Réalisation de l'étude**

ENCIS Environnement

Rédacteur : Pierre-Alexandre PREBOIS

**Tome n°5.1 :**  
**Etude de dangers**



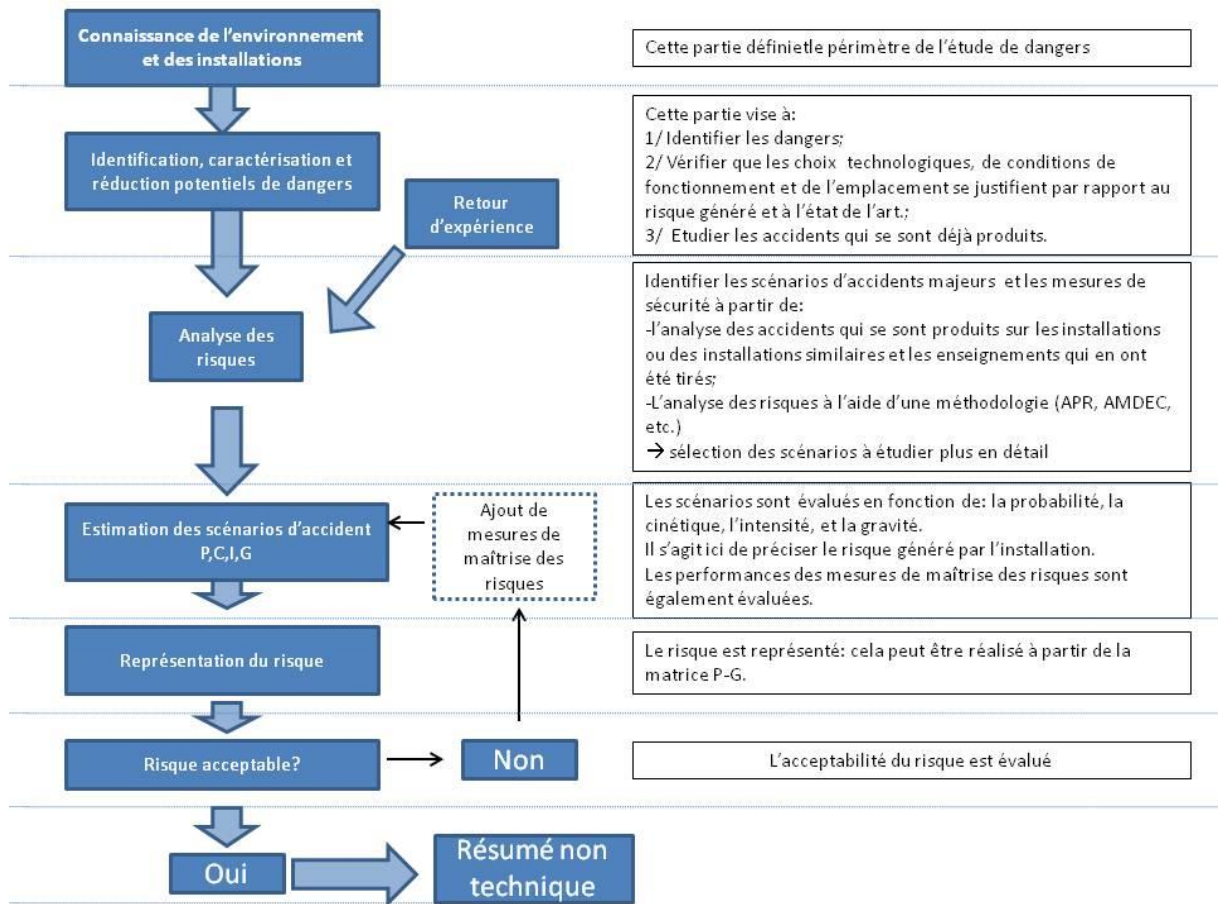


## SOMMAIRE

<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.....	5
2.3.	Définition de l'aire d'étude.....	7
<b>3.</b>	<b>DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>8</b>
3.1.	Environnement.....	8
3.2.	Cartographie de synthèse.....	9
<b>4.</b>	<b>DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>12</b>
4.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	12
4.2.	Composition de l'installation .....	13
4.3.	Fonctionnement de l'installation.....	16
4.4.	Réduction des potentiels de dangers à la source.....	16
<b>5.</b>	<b>CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....</b>	<b>17</b>
6.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	17
6.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	18
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>24</b>
	<b>ANNEXES : DEFINITIONS .....</b>	<b>26</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

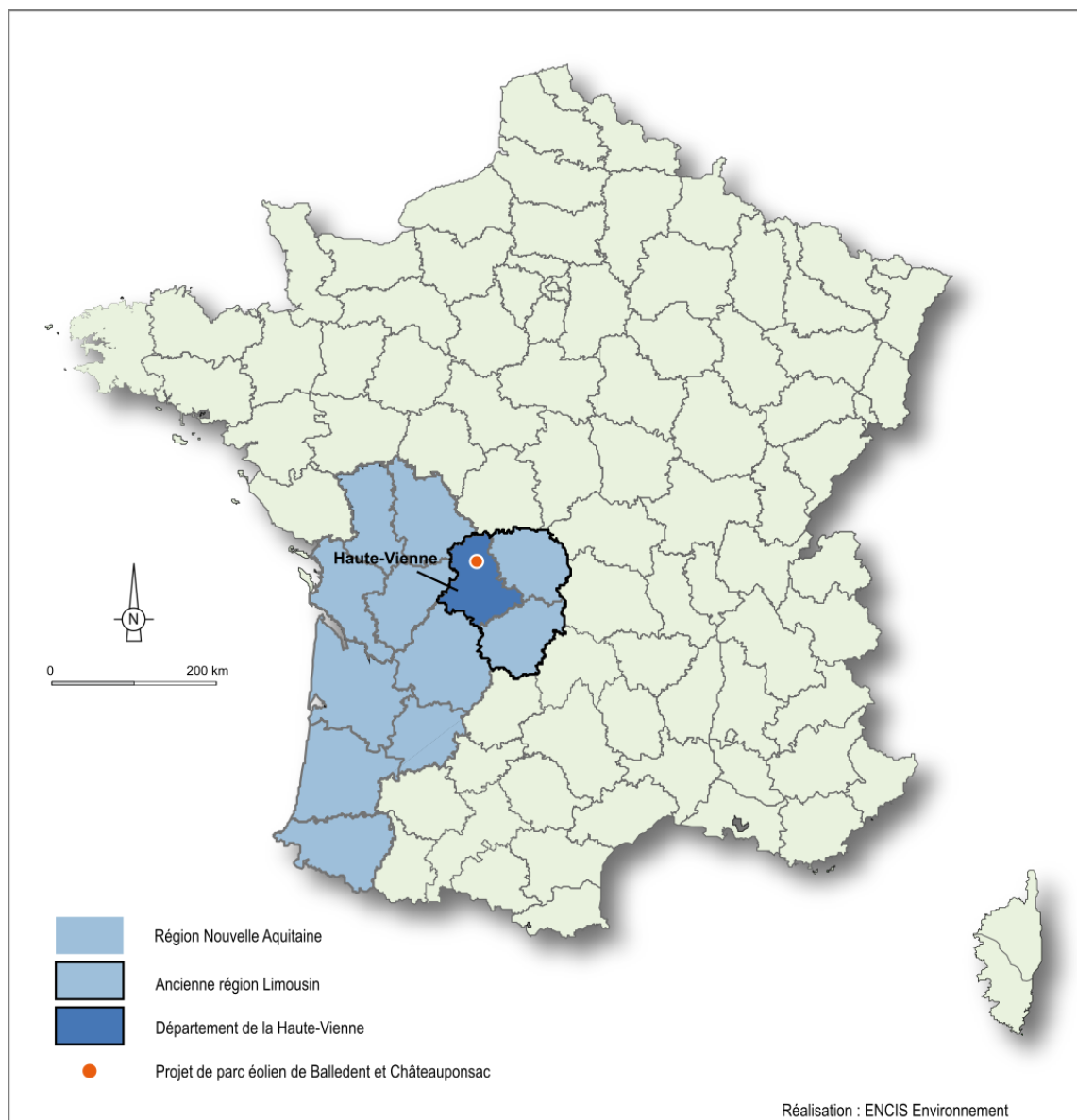
Le projet est développé par la société VALECO pour le compte de la société du Parc éolien des Quatre Chemins, société dépositaire de la Demande d'Autorisation Environnementale du parc éolien.



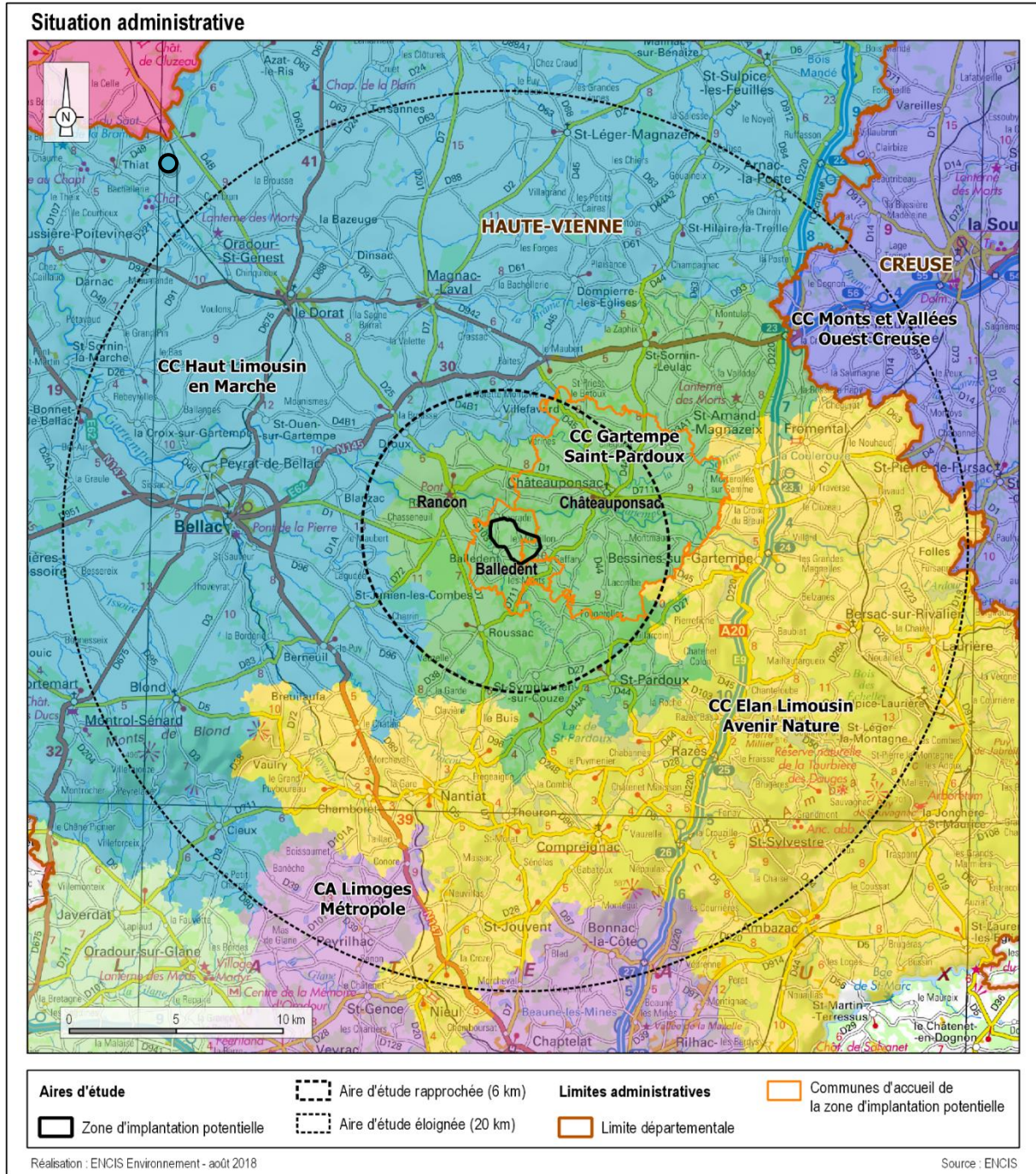
Responsable du projet :  
 Oriane GOUIRAND, Chef de projets  
 Adresse :  
 Siège social  
 188 rue Maurice Béjart  
 CS 57392 34184 MONTPELLIER  
 Téléphone : +33(0)4 67 40 74 00

## 2.2. LOCALISATION DU SITE

Le site d'implantation potentielle du parc éolien est localisé en région Nouvelle Aquitaine, dans le département de la Haute-Vienne, sur les communes de Balledent et Châteauponsac.



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



Carte 2 : Localisation du site au sein des Communautés de Communes (source : ENCIS Environnement)



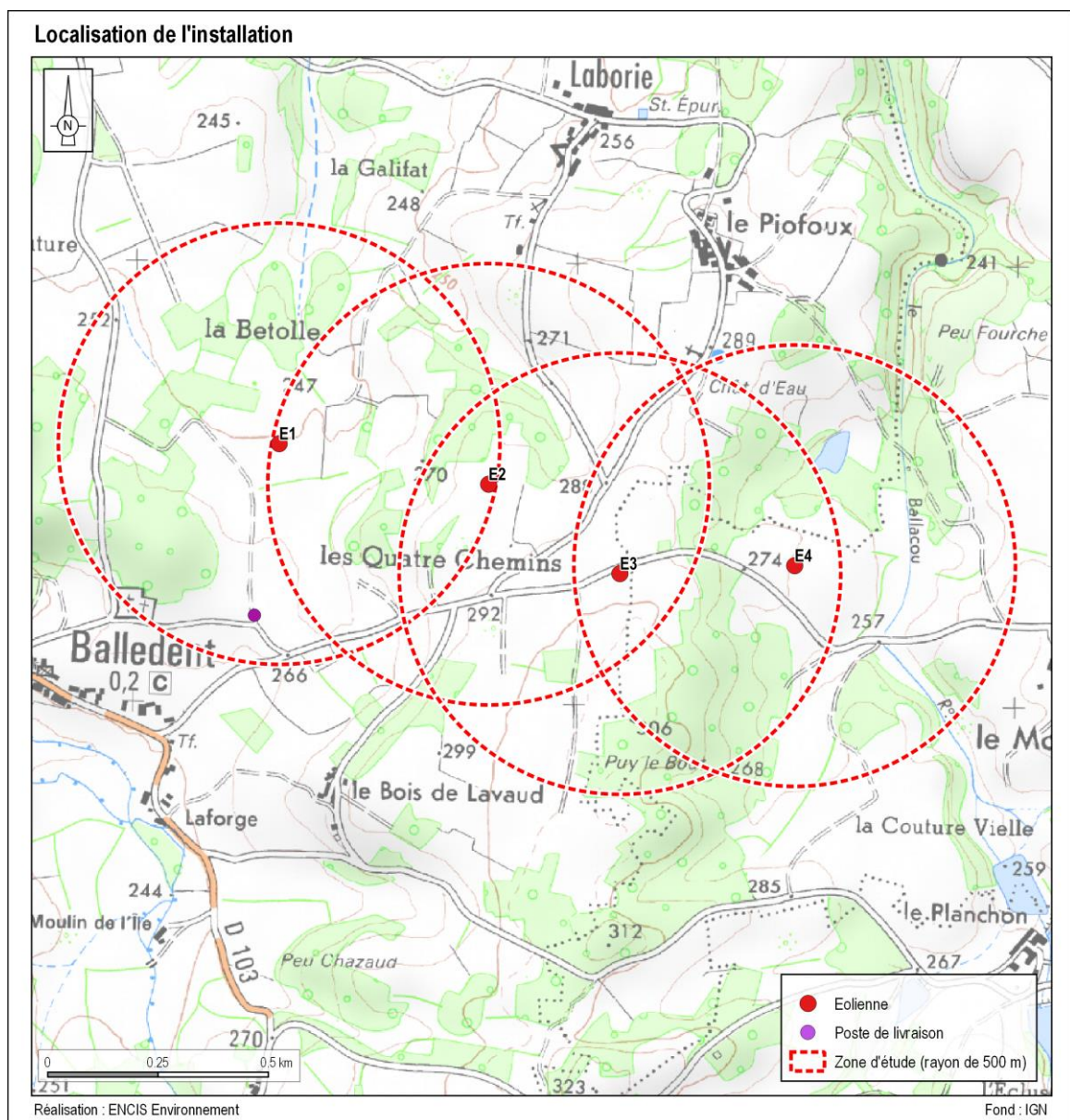
### 2.3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

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 dangers.

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 sont localisées à environ 545 mètres (distance entre l'éolienne E2 et Laborie).
  - Aucun 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 » dans la zone d'étude. La plus proche (Meyzie TP) est située à 2,6 km de l'éolienne la plus proche. Aucun site « SEVESO » (seuil haut ou bas) ne se situe sur les communes concernées par le projet éolien.
  - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la plus proche se localise à Civaux, à plus de 56 km.
  - Un bâtiment agricole est référencé au sein de la zone d'étude, au sud du périmètre de 500 m de l'éolienne E1, en bord de route communale. Selon la mairie, il s'agit d'un bâtiment de stockage de matériel agricole.
  - Le cimetière de Balledent se trouve lui aussi dans la zone d'étude de E1, en limite sud-ouest du périmètre.
  
- Environnement naturel :
  - ✓ Contexte climatique :
    - A la station météorologique de La Souterraine, la température moyenne annuelle est de 11°C. L'amplitude thermique reste modérée, de l'ordre de 15°C
    - Les précipitations enregistrées toujours à La Souterraine sont de 1 029 mm/an.
    - D'après l'analyse de la rose des vents de Limoges, les vents dominants suivent principalement un axe sud-ouest/nord-est.
  
  - ✓ 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 les bases de données du BRGM qui recensent les mouvements de terrain et les cavités souterraines, le site des Quatre Chemins n'est pas concerné par des phénomènes recensés dans les bases de données, ni par des phénomènes d'effondrement de cavités souterraines. Ces risques existent tout de même dans le département de la Haute-Vienne, les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
    - Les éoliennes du projet des Quatre Chemins se situent sur des secteurs à aléa nul, seul le poste de livraison se trouve sur un secteur d'aléa qualifié de faible (carte suivante).
    - La zone d'étude présente un nombre faible d'impacts estimé par Météorage de 0,5 à 1 impact par km<sup>2</sup> par an sur la période 2000-2009. La valeur moyenne de la densité d'arcs en France est de 1,54 arcs/km<sup>2</sup>/an.
    - La station de La Souterraine a enregistré des vitesses de vent maximales de 36 m/s en 2009.
    - La zone d'étude n'est pas particulièrement concernée par le risque incendie, néanmoins, il est nécessaire de suivre les recommandations de l'arrêté du 26 août 2011 en matière de sécurité et d'incendie.
    - La zone inondable la plus proche du projet est celle associée à la Gartempe située à 400 m du parc éolien. De plus, le projet est légèrement en position de surplomb par rapport à la zone d'inondation la plus proche (dénivelé d'environ 20 mètres).
    - Le site des Quatre Chemins n'est donc pas exposé au risque inondation.
    - D'après le BRGM, le risque de remontée de nappe dans le socle est moyen concernant les éoliennes E1 et E2 et fort concernant les éoliennes E3 et E4.

- **Environnement matériel :**
- Aucune route du réseau principal, ni réseau secondaire, ne se localise à proximité immédiate de la zone de 500 m des éoliennes.
- A une échelle plus fine, on note que la zone d'étude est traversée par plusieurs routes communales, ainsi que par des chemins agricoles/forestiers.
- Le site n'est pas traversé par une voie ferrée (la plus proche est à plus de 10 km du site).
- Aucun cours d'eau navigable, aucun canal, ni écluse n'est présent sur la zone d'étude.
- Le projet éolien est en dehors des servitudes aéronautiques de dégagements et de couloirs aériens militaires.
- Les éoliennes se situent en dehors de zone de protection de radar.
- Aucune zone de vol privée ne se situe dans un périmètre de 2 km autour du site.
- La zone d'étude n'est pas concernée par les lignes Haute Tension.
- 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. Cependant, L'ARS dans son courrier du 03/01/2019 (cf. annexe de l'étude d'impact sur l'environnement) indique que le projet éolien se situe dans la zone de vigilance de la prise d'eau dans la Gartempe (prise d'eau de Beissat), située à environ 12 km en aval et destinée à la production d'eau potable. L'arrêté de déclaration d'utilité publique indique que sur cette zone de vigilance s'appliquent toutes les dispositions générales relevant de la réglementation en matière de protection des eaux et de lutte contre la pollution.
- Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.

### 3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, 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 chemins agricoles et forestiers ;
- Le bâtiment agricole ;
- Le cimetière.

#### **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.

La fréquentation des routes communales traversant la zone d'étude n'est pas connue mais peut logiquement être estimée à moins de 2000 véhicules/jour. Cette route 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 sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

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

---

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

- terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, bois, friches...), 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 communales et les chemins agricoles et forestiers et les plateformes des éoliennes), où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.
- terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (le cimetière) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare

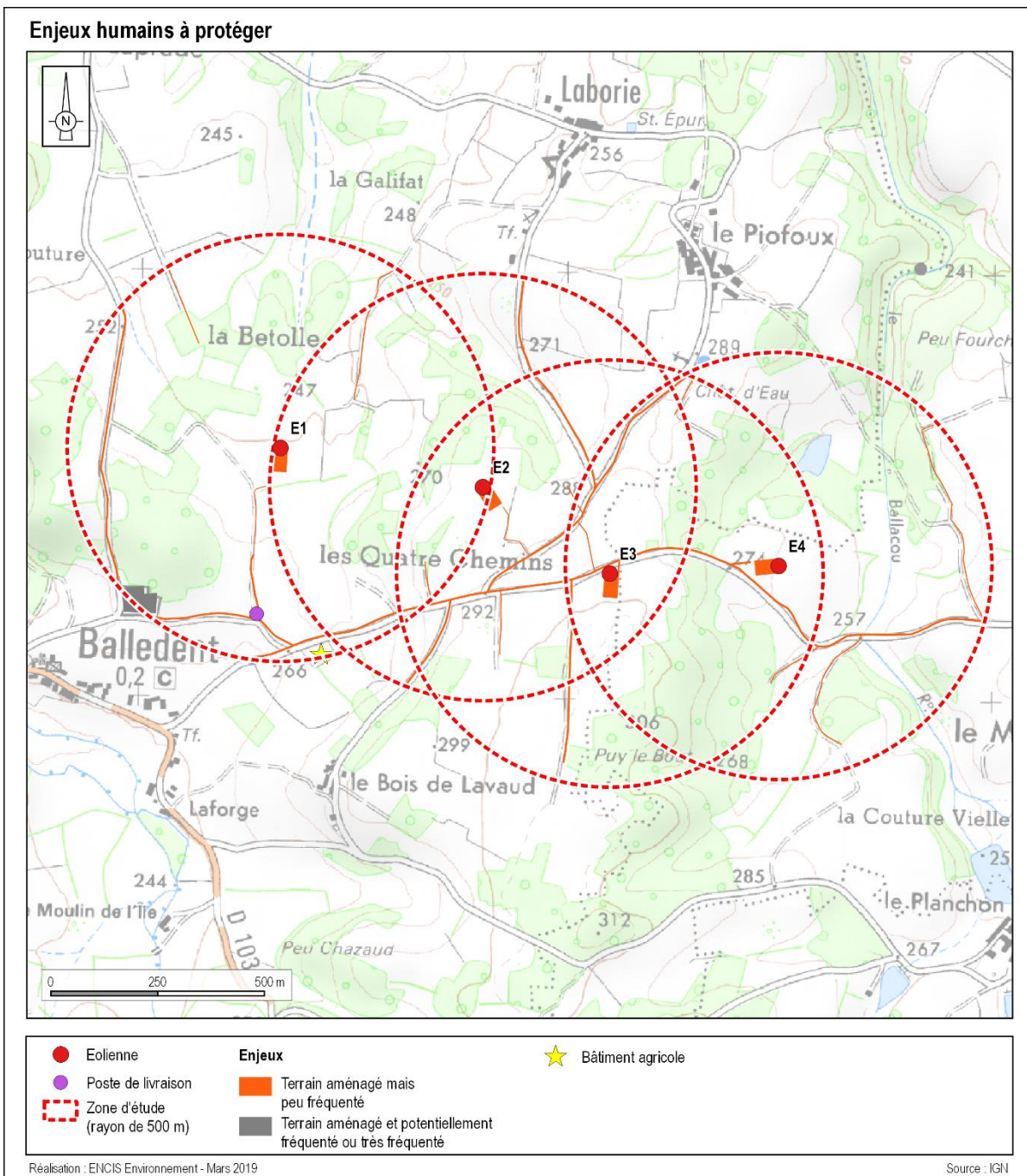
Concernant le bâtiment agricole, après renseignements pris par le porteur de projet auprès de la mairie, il peut y avoir au maximum 1 personne. Il s'agit d'un hangar qui sert de stockage d'un tracteur et autre petit matériel. Un enjeu égal à 1 personne sera ainsi pris en compte.

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.

<b>Eolienne</b>	<b>Ensemble homogène</b>	<b>Surface (ha) ou Linéaire (km)</b>	<b>Règle de calcul</b>	<b>Enjeux humains (EH)</b>	<b>Enjeux humains totaux</b>
E1 (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,077	1 pers/100 ha	0,771	5,066
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,145	1 pers/10 ha	0,115	
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés	0,318	10 pers/1 ha	3,180	
	Bâtiment agricole	-	Capacité max.	1	
E2 (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,690	1 pers/100 ha	0,767	0,952
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,850	1 pers/10 ha	0,185	
E3 (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,617	1 pers/100 ha	0,766	0,958
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,923	1 pers/10 ha	0,192	
E4 (rayon : 500 m)	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,099	1 pers/100 ha	0,771	0,915
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,441	1 pers/10 ha	0,144	

**Tableau 1 : Enjeux totaux humains par éolienne**

<sup>2</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.
- **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 aérienne.

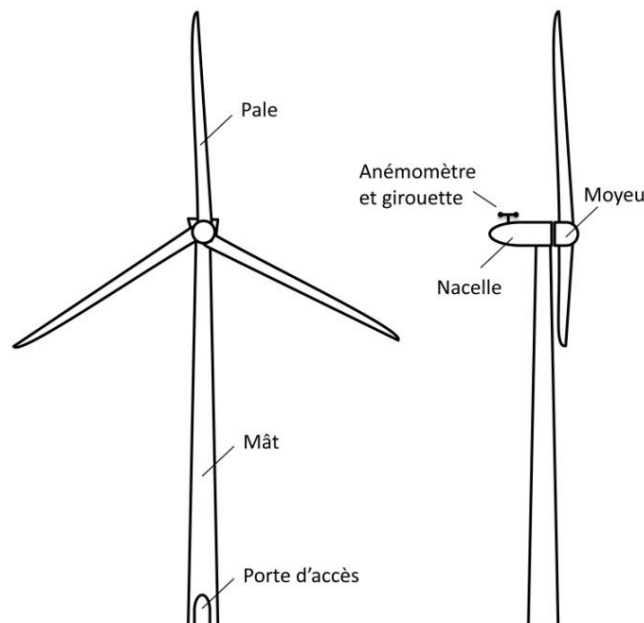
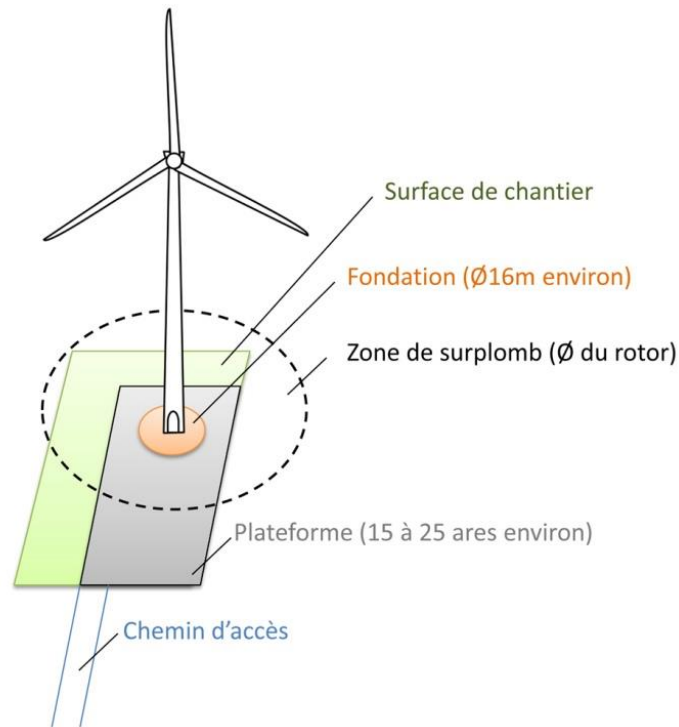


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur



**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 4 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Différents modèles sont envisagés pour les éoliennes :

- V150 de 4 MW du fabricant VESTAS (105 m à hauteur de moyeu et rotor de 150 m de diamètre),
- V138 de 2,8 MW du fabricant VESTAS (111 m à hauteur de moyeu et rotor de 138 m de diamètre),
- M140 de 3,4 MW du fabricant SENVION (110 m à hauteur de moyeu et rotor de 140 m de diamètre),
- N149 de 4MW du fabricant NORDEX (105 m à hauteur de moyeu et rotor de 149 m).

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

EOLIENNE	Type	Commune	Section	N° parcelle	Altitude au sol	Hauteur maximale	Altitude NGF en bout de pale	Lambert 93	
								X	Y
E1	V150 / V138 / M140 / N149	Balledent	A	122	253 m	180 m	433 m	562174,172	6558897,924
E2	V150 / V138 / M140 / N149	Balledent	A	246	285 m	180 m	465 m	562648,502	6558806,102
E3	V150 / V138 / M140 / N149	Balledent	A	286	298 m	180 m	478 m	562945,937	6558603,605
E4	V150 / V138 / M140 / N149	Châteauponsac	I	1112	270 m	180 m	450 m	563341,723	6558621,537
PDL	-	Balledent	A	549	264 m	2,6 m	266,6 m	562118,036	6558509,367

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

Les caractéristiques des quatre modèles retenus étant différentes, nous utiliserons dans cette étude de dangers les paramètres dimensionnels les plus impactants pour le calcul des aires d'étude et des enjeux. A savoir le modèle V150 du fabricant VESTAS, selon le porteur de projet.



**HAUTE-VIENNE**

**LÉGENDE**

**Projet :**

- Éoliennes du projet
- Limite des 35 mètres (affectation des terrains)
- Plateforme et fondation
- Aire de stockage des pales
- Plateforme PDL
- Poste de livraison (PDL)
- Accès à créer
- Accès existant à recalibrer
- Rayon de braquage provisoire
- Accès phase exploitation
- Accès phase chantier
- Réseau inter-éolien

**Réseau de transport :**

- Route communale

**Affectation des sols :**

- Bâti dur
- Bâti léger

**Limite administrative :**

- Limite communale

**DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION**

**ENVIRONNEMENTALE UNIQUE**

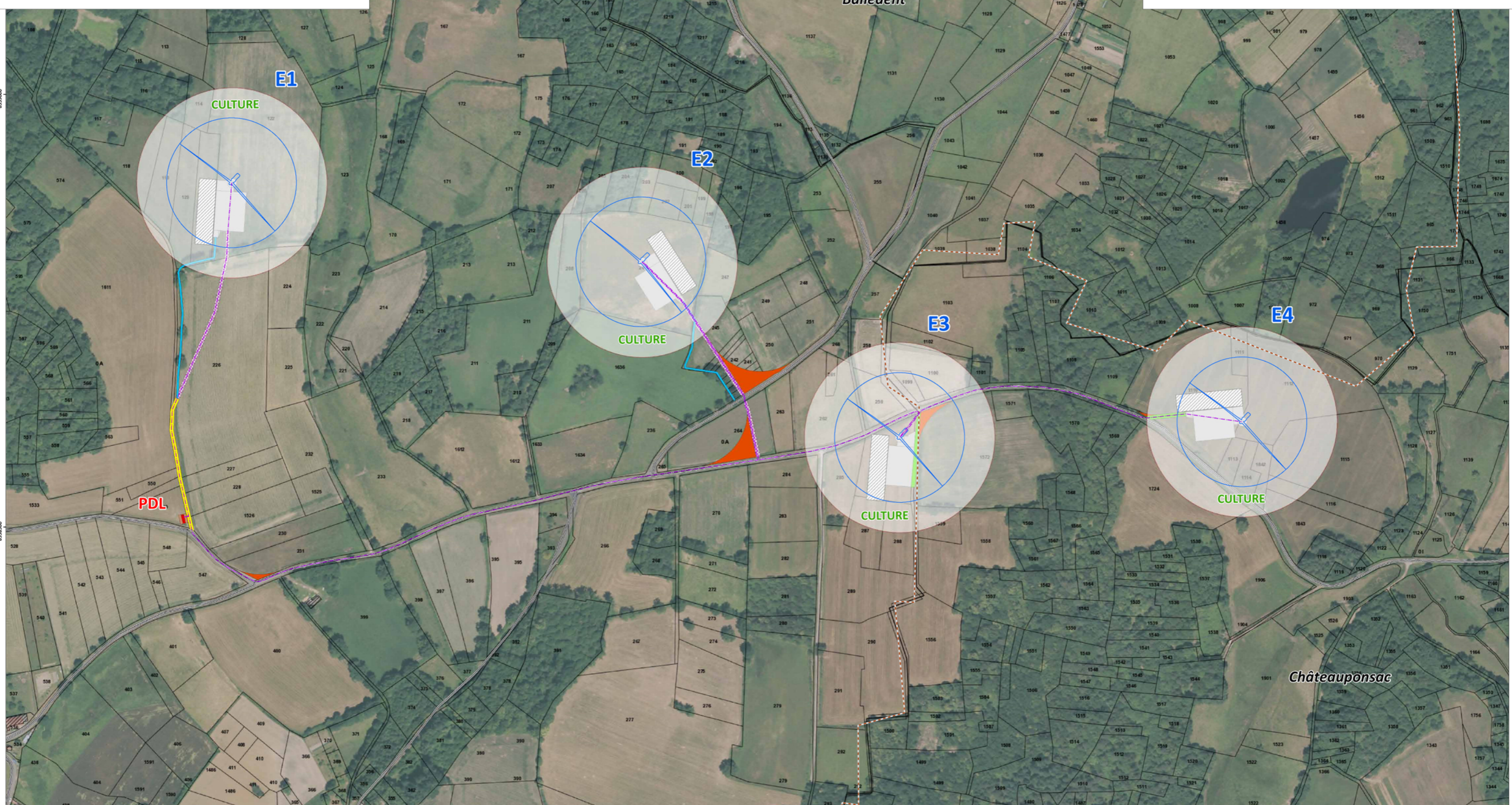
**DU PARC ÉOLIEN DES QUATRE CHEMINS**

**PLAN D'ENSEMBLE**

**AU 1/1 500e**

**COMMUNES DE BALLEDENT ET CHATEAUPONSAC (87)**

**DEMANDEUR : PARC ÉOLIEN DES QUATRE CHEMINS**



### 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 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.

#### Caractéristiques de la V150 :

- Vitesse de couplage au réseau : 3 m/s ;
- Vitesse minimale nécessaire à la production maximale : 12 m/s ;
- Vitesse de mise en drapeau : 22,5 m/s

### 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. SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

### 6.1. TABLEAUX DE SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité pour l'éolienne étudiée. Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

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 180 m	Rapide	exposition modérée	D	Modéré
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 75 m	Rapide	exposition modérée	C	Modéré
Chute de glace	Zone de survol 75 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 E1, Modéré pour E2, E3 et E4
Projection de glace	$1,5 \times (H + 2R)$ autour de l'éolienne 382,5 m	Rapide	exposition modérée	B	Modéré

Tableau 3 : 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		Projection de pale ou de fragment de pale pour E1			
Modéré		Effondrement de l'éolienne Projection de pale ou de fragment de pale pour E2, E3 et E4	Chute d'élément de l'éolienne	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

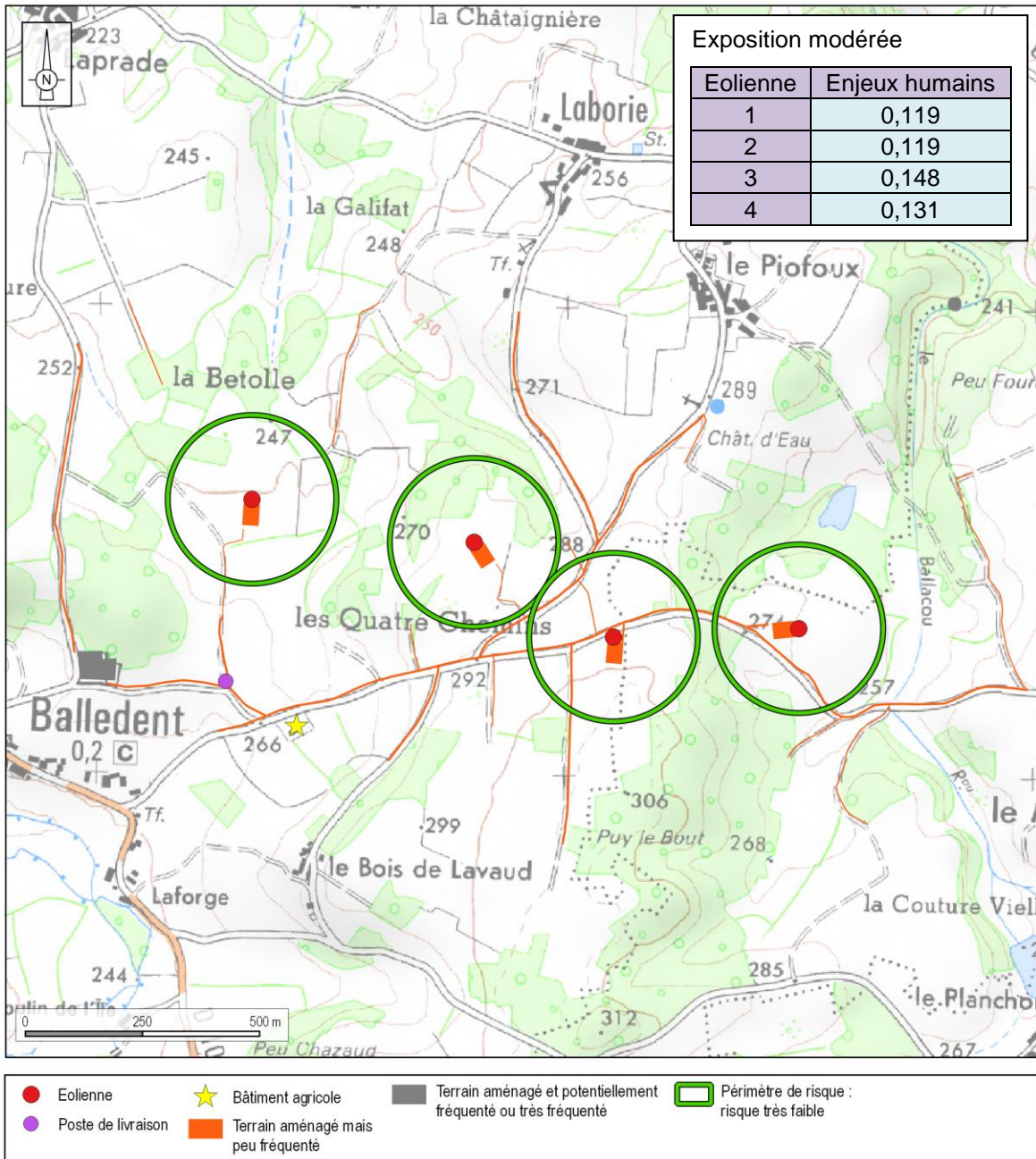
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- deux types d'accident (projection de glace pour E1 et chute de glace) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** 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.

**Cartographie des risques : scénario effondrement**

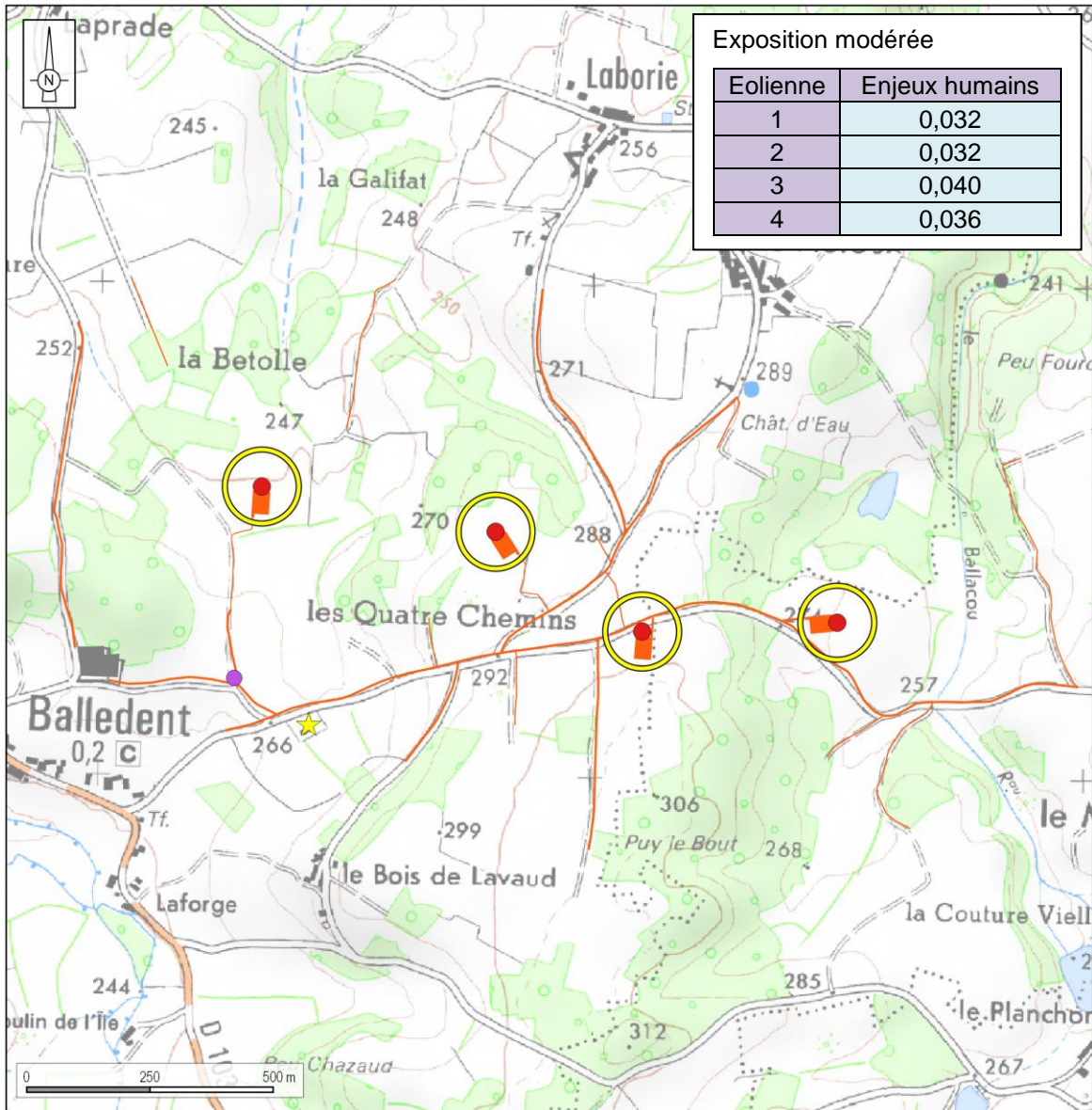


Réalisation : ENCIS Environnement - Avril 2019

Source : IGN

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

**Cartographie des risques : scénario chute de glace**



Exposition modérée

Eolienne	Enjeux humains
1	0,032
2	0,032
3	0,040
4	0,036

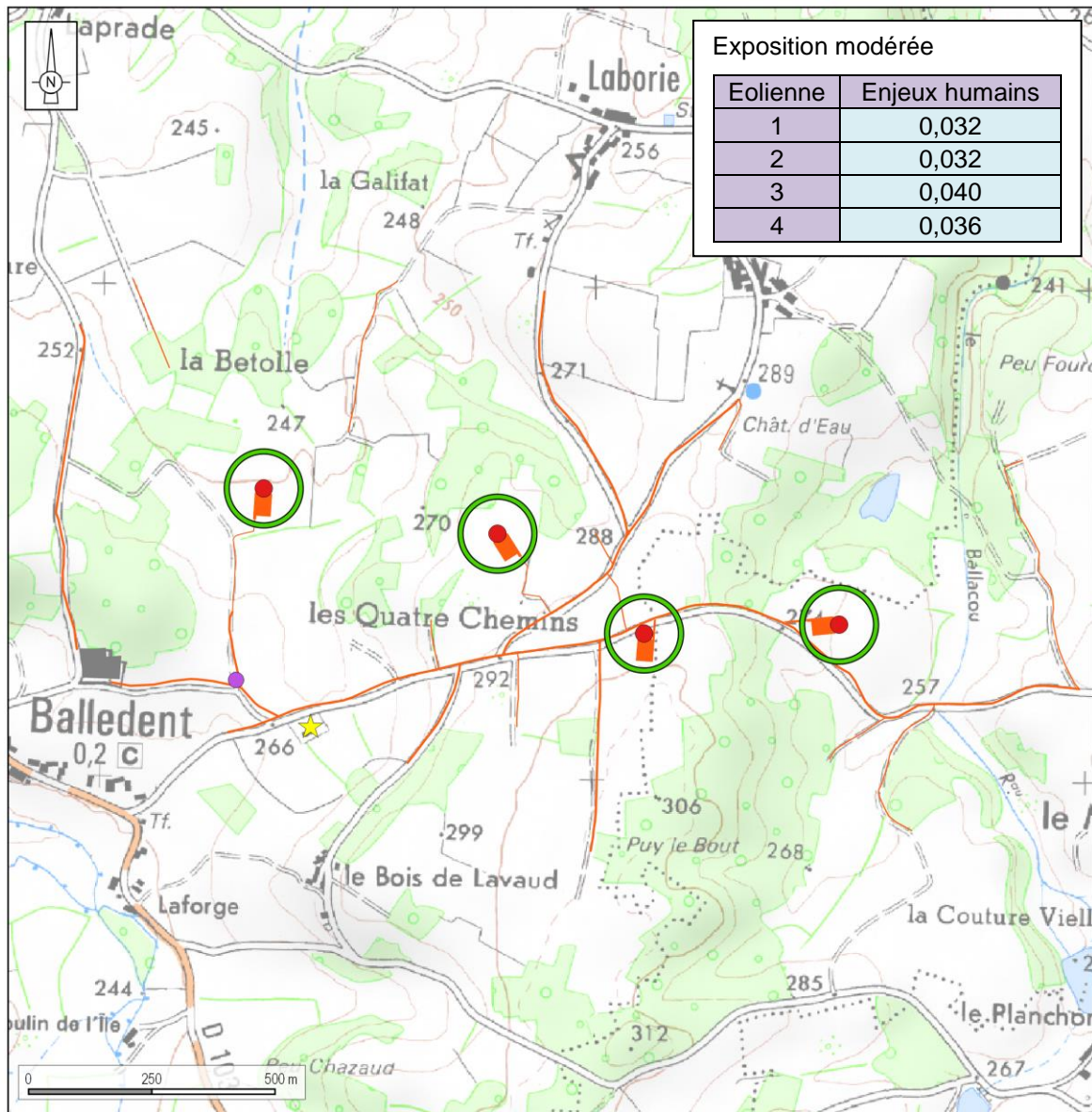
- Eolienne
- Poste de livraison
- ★ Bâtiment agricole
- Terrain aménagé mais peu fréquenté
- Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté
- Périmètre de risque : risque faible

Réalisation : ENCIS Environnement - Avril 2019

Source : IGN

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

**Cartographie des risques : scénario chute d'éléments d'éolienne**



Exposition modérée

Eolienne	Enjeux humains
1	0,032
2	0,032
3	0,040
4	0,036

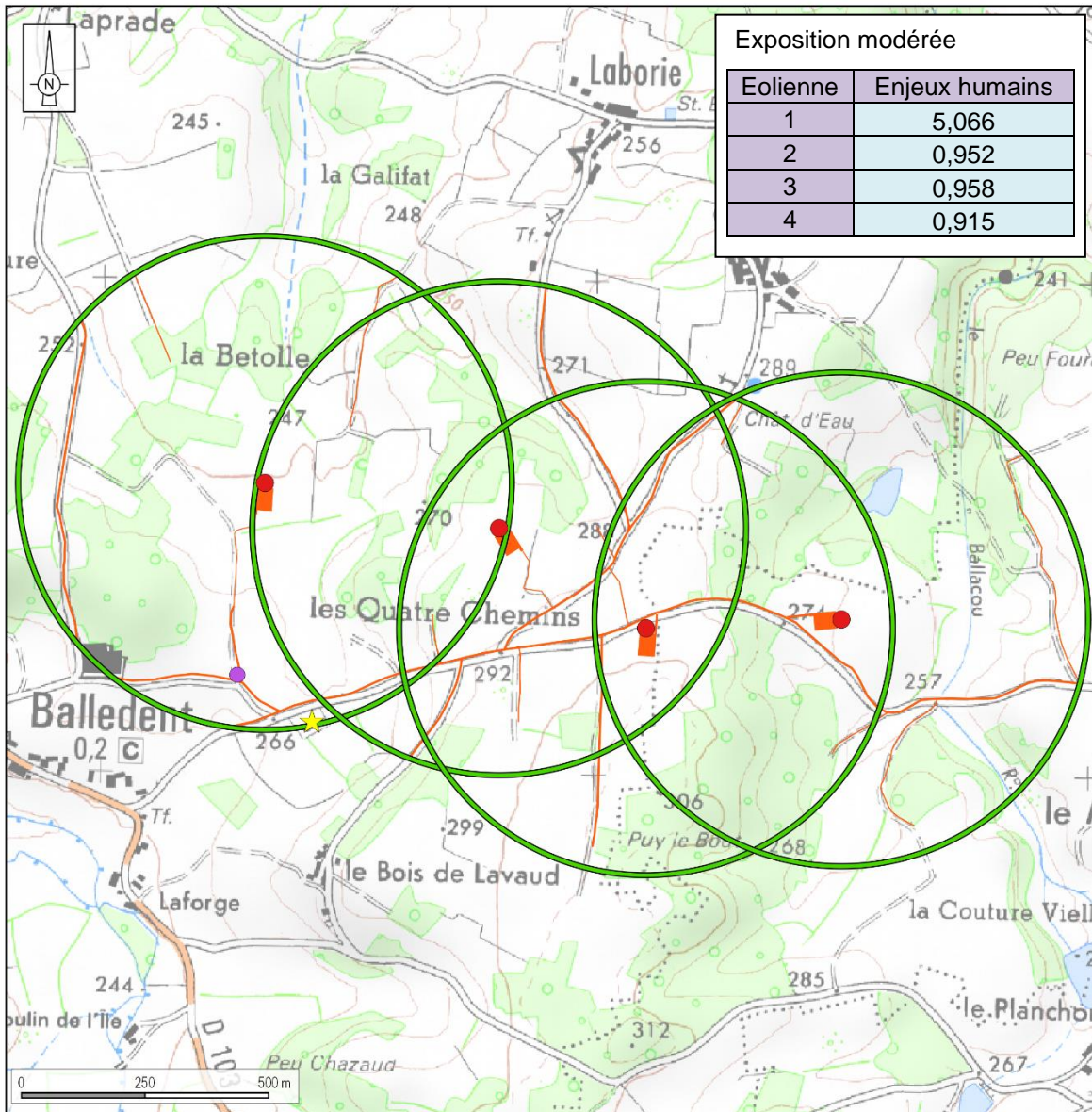
- Eolienne
- Poste de livraison
- ★ Bâtiment agricole
- Terrain aménagé mais peu fréquenté
- Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté
- Périmètre de risque : risque très faible

Réalisation : ENCIS Environnement - Avril 2019

Source : IGN

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

**Cartographie des risques : scénario projection de pales ou de fragments**



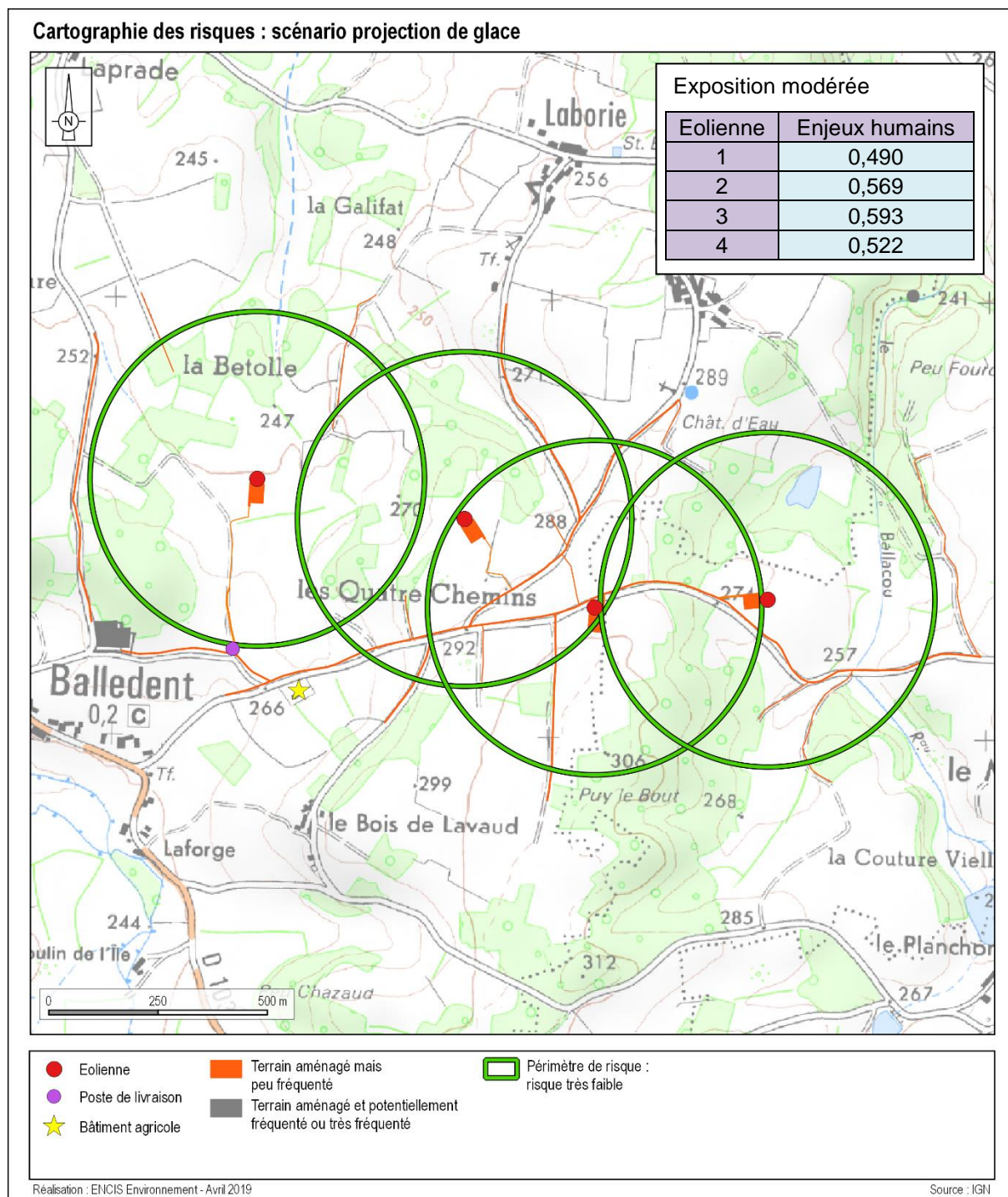
Implantation	Terrain aménagé mais peu fréquenté	Périmètre de risque : risque très faible
Poste de livraison	Terrain aménagé et potentiellement fréquenté ou très fréquenté	
Bâtiment agricole		

Réalisation : ENCIS Environnement - Avril 2019

Source : IGN

**Carte 9 : Cartographie des risques – scénario : 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 (effondrement de l'éolienne, projection de glace, projection d'éléments) 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	Modéré	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Modéré	Acceptable
Chute de glace	A	Modéré	Acceptable
Projection d'éléments	D	Sérieux pour E1, Modéré pour E2, E3 et E4	Acceptable
Projection de glace	B	Modéré	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 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).

<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 en pied de 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>	Coupure 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
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 Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
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

Tableau 6 : Mesures 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> 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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
<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.