

Septembre 2018

# Demande d'autorisation environnementale du parc éolien des Terrages

## Résumé non technique de l'étude de dangers

Département : Vienne

Commune : Plaisance

### Maître d'ouvrage :



Perrine LECOQ

ENERTRAG Poitou Charentes IV

Cap Cergy - Bâtiment B

4-6 rue des Chauffours

95015 CERGY PONTOISE CEDEX

Tél : +33(0)1 30 30 60 09

### Réalisation de l'étude de dangers

ENCIS Environnement

Ester Technopole

1, avenue d'Ester

87 069 LIMOGES



Fichier n° 5.1 :  
RNT de l'Etude de  
dangers

encis environnement  
SIRET: 539 971 838 00013 - Code APE: 7112 B  
Siège: Ester Technopole, 1 avenue d'Ester - 87 069 LIMOGES - FRANCE  
Tél: +33 (0)5 55 36 28 39 - E-mail : contact@encis-ev.com  
www.encis-environnement.fr

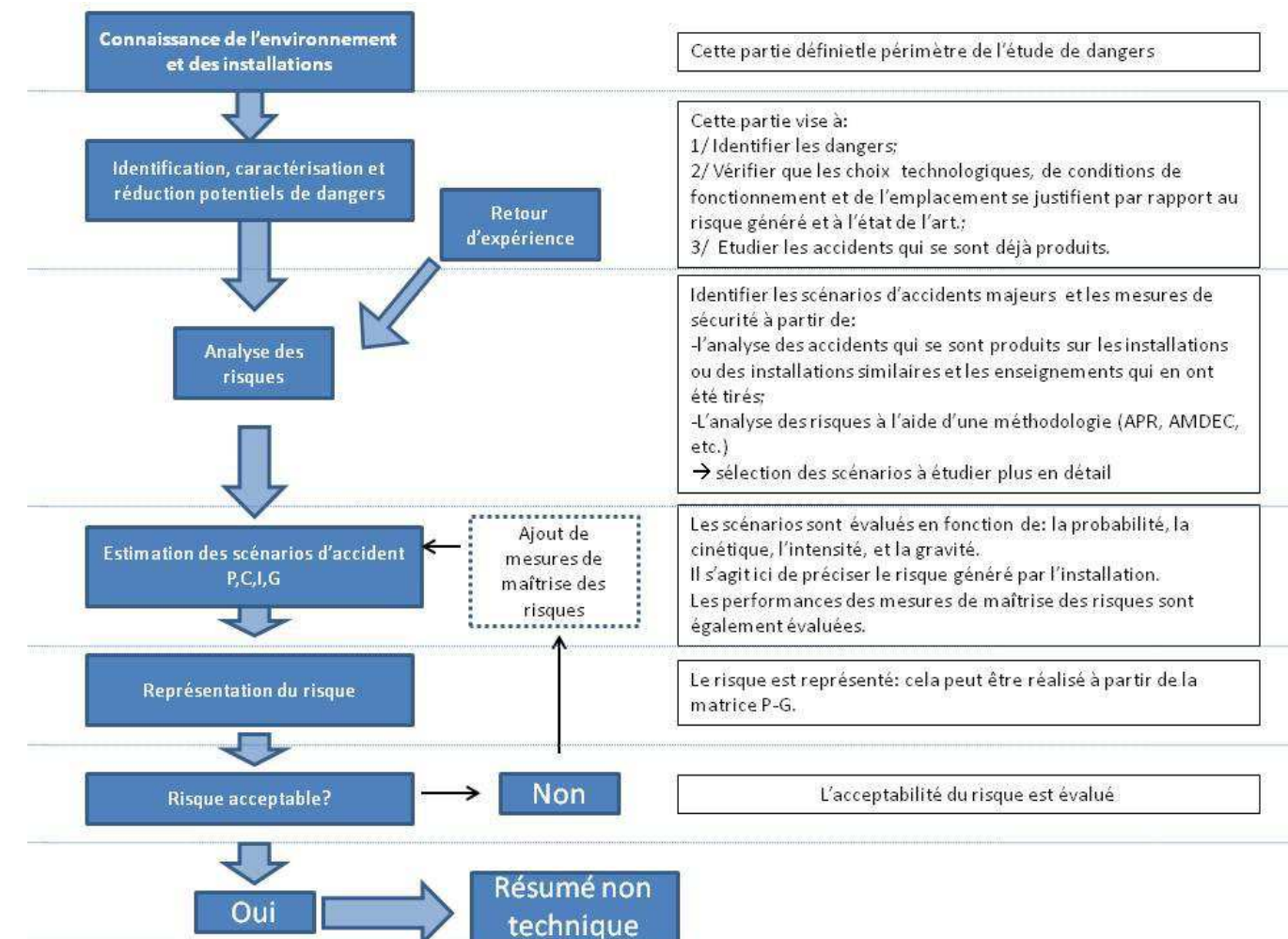


## SOMMAIRE

<b>1. ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....</b>	<b>4</b>
<b>2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION .....</b>	<b>4</b>
2.1. Renseignements administratifs .....	4
<i>Présentation d'ENERTRAG .....</i>	<i>4</i>
2.2. Localisation du site.....	5
2.3. Définition de l'aire d'étude.....	6
<b>3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>7</b>
3.1. Environnement .....	7
3.2. Cartographie de synthèse .....	8
<b>4. 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.....	16
4.4. Réduction des potentiels de dangers à la source.....	16
<b>5. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....</b>	<b>16</b>
<b>6. 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. 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 porteur de projet du parc éolien des Terrages est ENERTRAG. L'activité principale d'ENERTRAG est le développement de projets d'implantation de fermes éoliennes en France.

L'exploitant de ce parc est Enertrag Poitou-Charentes IV.

La réalisation de cette étude de dangers a été effectuée par Elisabeth GALLET-MILONE, pour ENCIS Environnement.

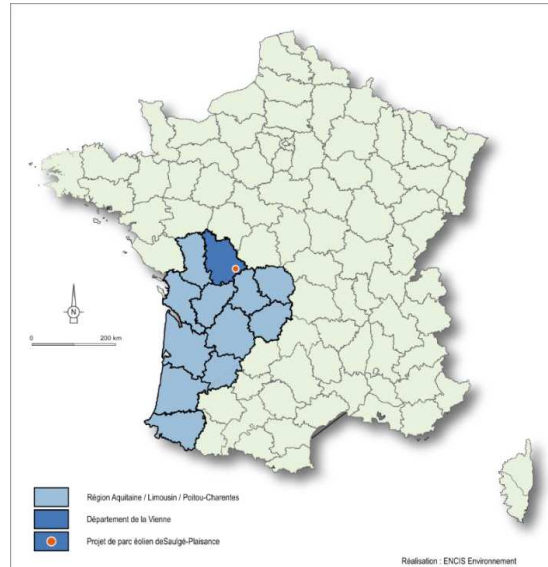
### PRESENTATION D'ENERTRAG

ENERTRAG est un producteur indépendant d'énergies renouvelables, principalement l'énergie éolienne. La société intervient à toutes les étapes de la chaîne de production d'énergie d'éolienne et peut également assurer les missions de maintenance et d'entretien des parcs. A l'heure actuelle,

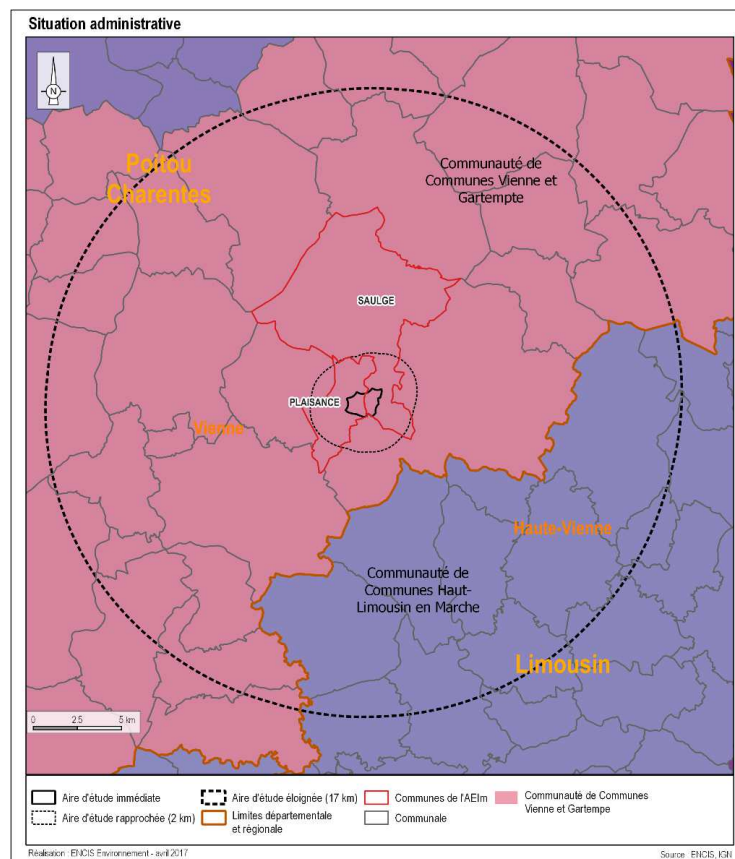
ENERTRAG a implanté 540 installations d'éoliennes à travers le monde, pour une puissance installée d'environ 2,2 milliards de kilowattheures par an. En France, 20 parcs éoliens sont installés, ce qui représente une production de 554 GWh.

## 2.2. LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien est localisé dans la région Nouvelle-Aquitaine dans le département de la Vienne, sur la commune de Plaisance.



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 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 des 500 m. Plusieurs hameaux sont toutefois situés de part et d'autre de cette zone. Les habitations les plus proches du projet sont localisées à environ 726 mètres (distance entre l'éolienne PS1 et la Meunière).
  - Aucun Etablissement Recevant du Public (ERP) n'est présent dans les limites de la zone d'étude.
  - D'après la consultation de la base de données du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, 3 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont recensées sur les communes environnantes. La plus proche est la carrière SCSV, à environ 4,5 km.
  - Les sites « SEVESO » (seuil haut) les plus proches sont localisés à Cissé (JOUFFRAY DRILLAUD) et à Chasseneuil du Poitou (Picoty) à plus de 50 km ; le seuil bas le plus proche est à Leignes-sur-Fontaine à plus de 20 km (Centre Ouest Céréales).
  - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la plus proche se localise à Civaux, à 20 km.
  - Un chemin de randonnée est référencé au niveau du parc éolien.
- Environnement naturel :
  - ✓ Contexte climatique :
    - A la station de Magnac Laval, la température moyenne annuelle est de 11,8°C. L'amplitude thermique reste modérée, de l'ordre de 14,5 °C. La température record minimale a été enregistrée en février 2012 et était de -18,6° ; le record maximal a été de 39,8° (août 2003).
    - Les précipitations enregistrées à la station de Magnac Laval sont de 892,3 mm/an.
    - D'après l'analyse de la rose des vents de Poitiers, 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 1 soit une probabilité d'occurrence des séismes faible.
    - Le risque de mouvement de terrain existe en Vienne. Les bases de données ne démontrent pas de mouvement de terrain connus sur le secteur, néanmoins, les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
    - Les bases de données ne démontrent pas d'aléa effondrement connus à proximité immédiate des éoliennes, néanmoins, les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
    - La zone d'implantation des éoliennes est concernée par un risque « retrait-gonflement des argiles » nul (source : georisques.gouv.fr).
    - Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km<sup>2</sup> et par an est de 1,50 pour la zone d'étude. La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,54 arcs/km<sup>2</sup>/an.
    - La station de Poitiers a enregistré des vitesses de vent maximales de 34 m/s en 2009.
    - La zone d'étude n'est pas classée en risque feu de forêt par le PDPFCI (Plan Départemental de Protection des Forêts Contre les Incendies) de la Vienne. Néanmoins, il est nécessaire de suivre les recommandations du SDIS Vienne (voir courrier en annexe de l'étude d'impact).
    - La commune de Saulgé fait partie des communes de la Vienne concernées par un Atlas des Zones Inondables (AZI) en raison du passage de la rivière de la Gartempe à environ 1,2 km du parc éolien. Le cours d'eau concerné se trouve à une altitude d'environ 100 m, soit plus de 100 m sous le niveau de la zone d'étude. Le parc n'est donc pas concerné par l'aléa inondation.
    - La commune de Plaisance est concernée quant à elle par l'AZI de la Petite Blourde. L'éolienne la plus proche est localisée à 800 m. Un dénivelé d'environ 30 m est noté entre elle et la limite de cet AZI. Le risque inondation n'est donc pas à craindre.
    - D'après le BRGM, les risques de remontée de nappe dans le socle et dans le sédimentaire existent.

- Le risque de remontée de nappe dans le socle est présent sous les deux premières éoliennes, avec un risque moyen. Les autres éoliennes ne sont pas concernées.
- Le risque de remontée de nappe dans le sédimentaire est, quant à lui, « faible à inexistant ».
- Environnement matériel :
  - la zone d'étude de 500 m est traversée par une route départementale (RD 112a), des routes communales et des chemins agricoles
  - Le site n'est pas concerné par le type de servitude ferroviaire, la voie ferrée la plus proche est à plus de 6 km du site.
  - 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 militaires. Il se localise sous la zone réglementée LF-R 49 A2 « Cognac ». Le plancher est de 3300 pieds, soit 1000 m. Cela n'est pas de nature à remettre en cause la mission des forces.
  - Le projet éolien n'est pas concerné par une servitude ou une contrainte aéronautique civile réhabilitaire.
  - 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.
  - L'aérodrome le plus proche se situe à Poitiers, soit à environ 50 km au nord-ouest du site.
  - La zone d'étude n'est pas concernée par les lignes Haute Tension (la plus proche est à 12 km au nord de la zone d'étude). Une ligne HTA est présente au nord, à 500 m de l'éolienne E1.
  - 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 est probable que des réseaux d'adduction en eau potable soient présents à proximité de l'aire d'étude, le long des routes.
  - Aucun autre ouvrage public n'est situé dans la zone d'étude.

#### 3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, les cartographies suivantes permettent 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 routes communales ;
- Le chemin de randonnée ;
- La RD 112a.

##### 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.

D'après la hiérarchisation du réseau routier de la Vienne, la route départementale D 112a traversant la zone d'étude est considérée comme non structurante (fréquentation < à 2 000 véhicules / jour).

La fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 précise que les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicules/jour) sont comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

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

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

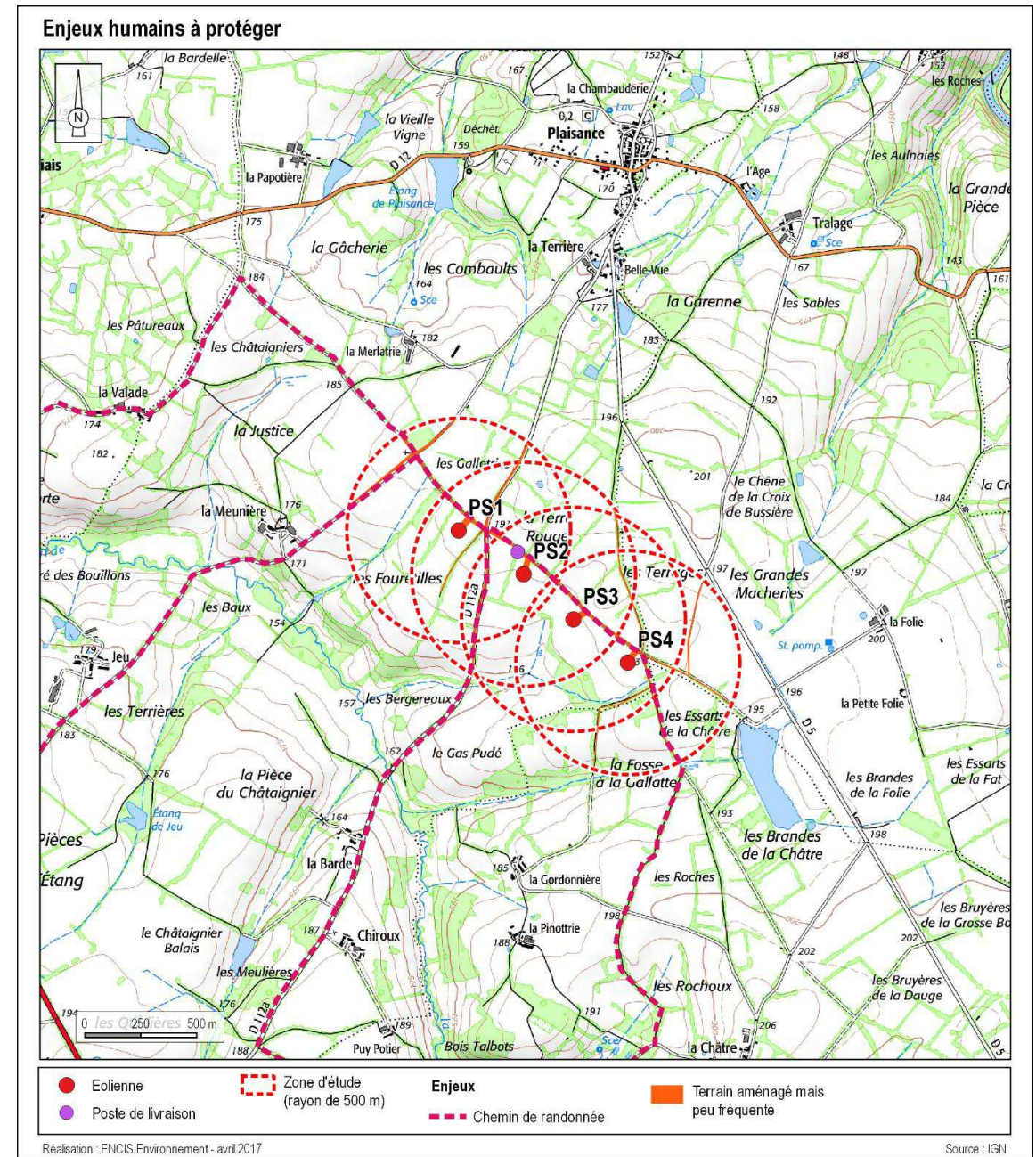
- terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, bois, friches,...), où l'on comptera 1 personne exposée par tranche de 100 ha,
- terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes telles que les routes communales et la RD 112a, chemins agricoles, plateformes de stockage,...), où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.

Pour les chemins de promenade de randonnée, nous compterons 2 personnes pour 1 km, en considérant que ces chemins sont peu fréquentés (moins de 100 promeneurs/jour en moyenne).

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
PS1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,521	1 pers/100 ha	0,75521	4,77761
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	3,104	1 pers/10 ha	0,3104	
	Chemins de randonnée	1,856	2 pers/km	3,712	
PS2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,676	1 pers/100 ha	0,75676	4,35366
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,949	1 pers/10 ha	0,2949	
	Chemins de randonnée	1,651	2 pers/km	3,302	
PS3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,995	1 pers/100 ha	0,75995	4,15895
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,63	1 pers/10 ha	0,263	
	Chemins de randonnée	1,568	2 pers/km	3,136	
PS4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,299	1 pers/100 ha	0,76299	3,05959
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,326	1 pers/10 ha	0,2326	
	Chemins de randonnée	1,032	2 pers/km	2,064	

Tableau 1 : Enjeux humains par éolienne



Carte 4 : Synthèse des 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.

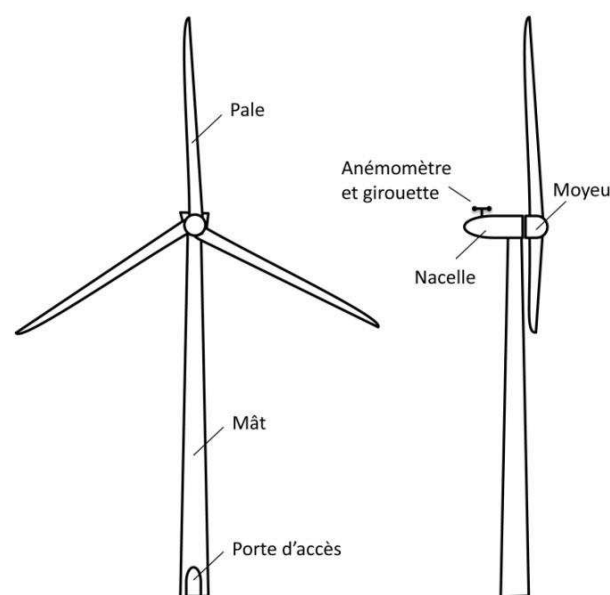


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

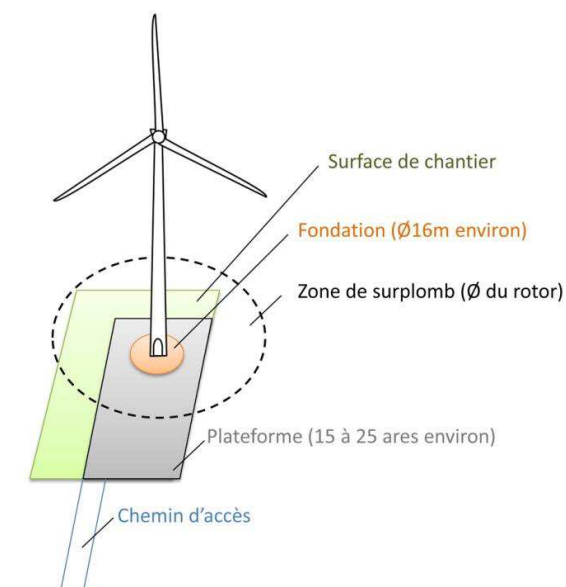


Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

(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 :

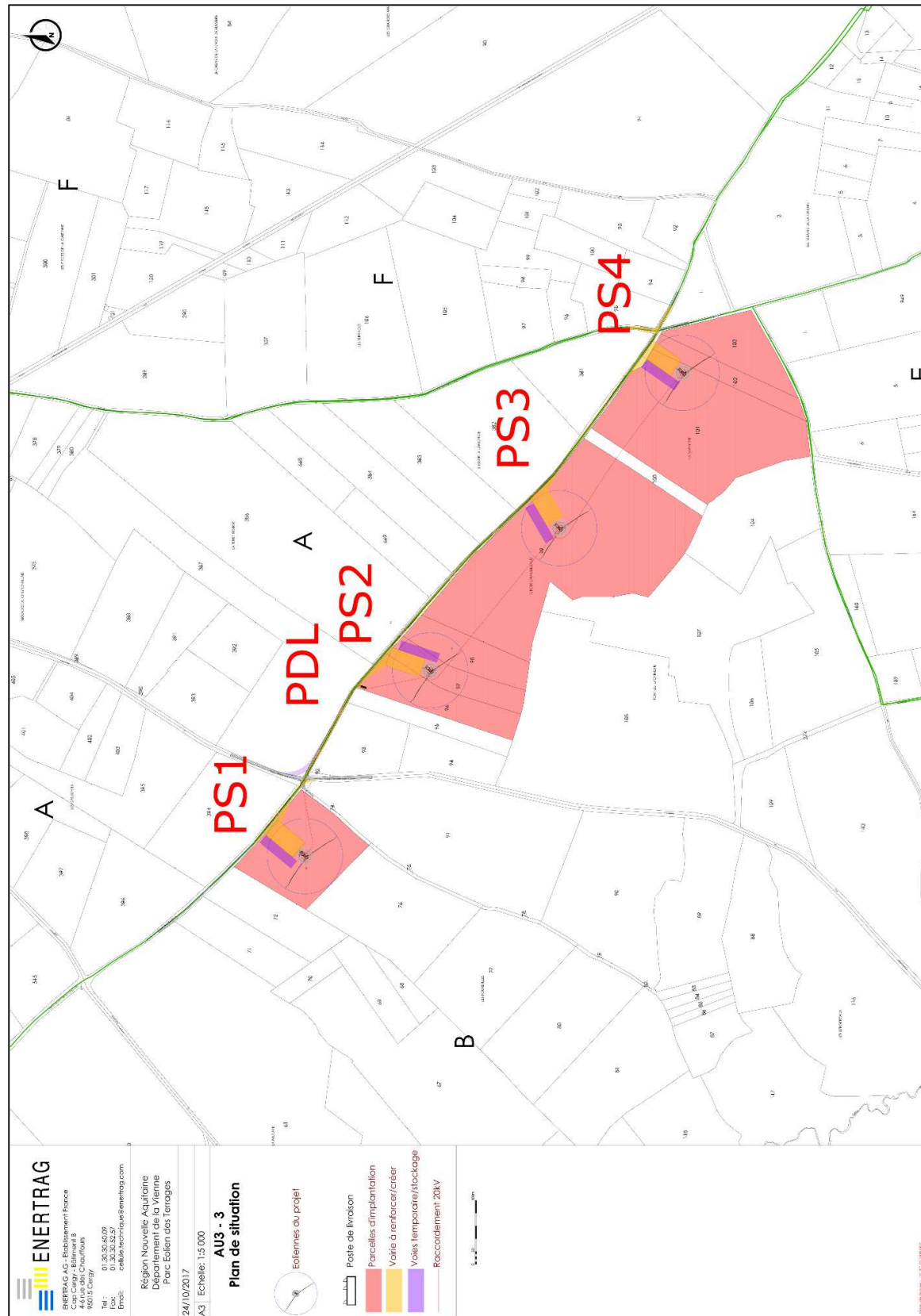
- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

### 4.2. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

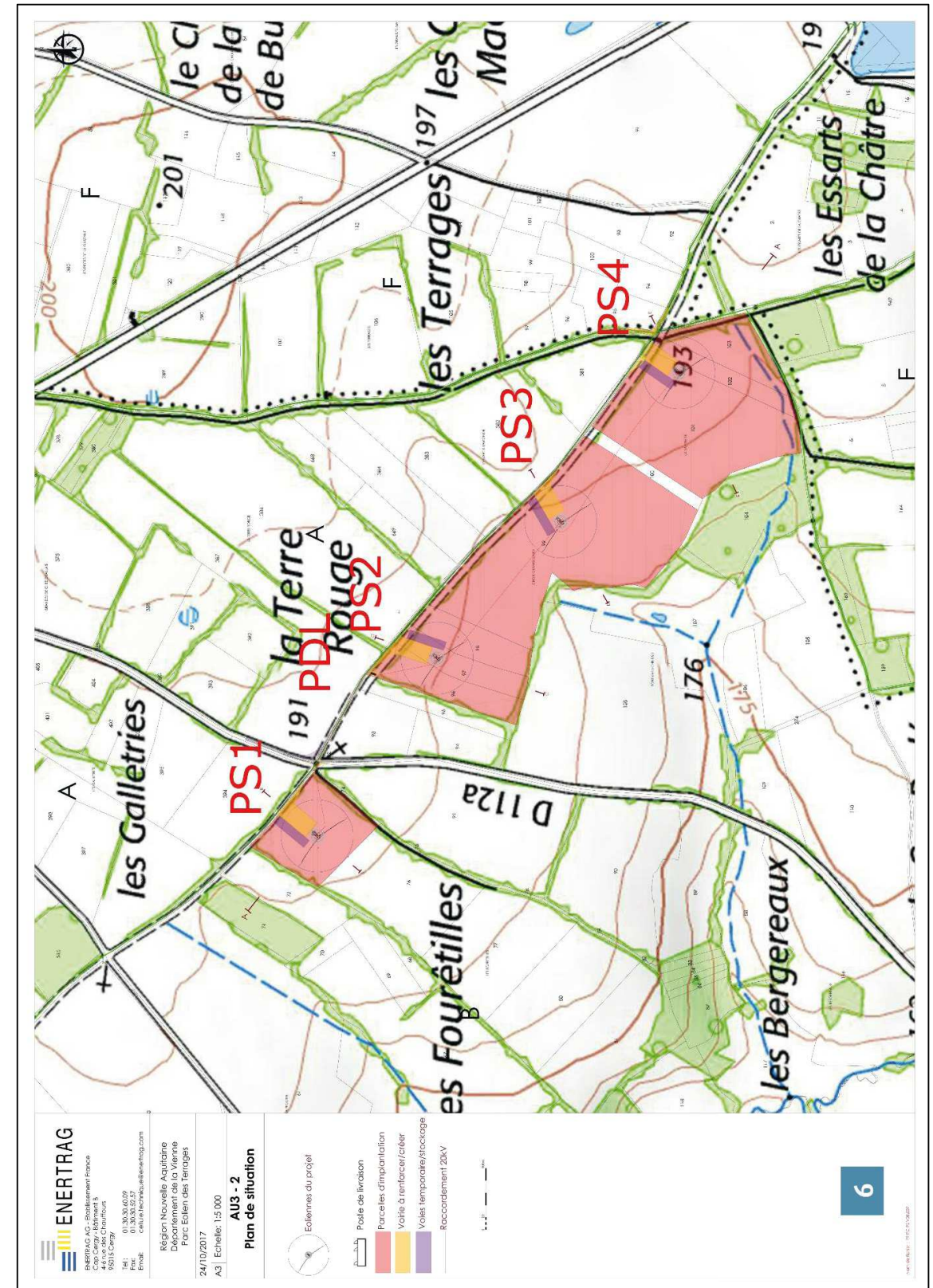
Le parc éolien des Terrages est composé de 4 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Ces aérogénérateurs ont une hauteur de moyeu de 120 mètres. Le diamètre de rotor est de 116,8 mètres. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et du poste de livraison :

EOLIENNE	Type	Commune	Section	N° parcelle	Altitude au sol	Hauteur	Altitude NGF en bout de pale ou hauteur construction	Lambert 93	
								X	Y
PS1	N117	Plaisance	0B	73	192	178,4	370,4	535597,860	535597,860
PS2	N117	Plaisance	0B	97	191	178,4	369,4	535887,874	535887,874
PS3	N117	Plaisance	0B	99	189	178,4	367,4	536110,547	536110,547
PS4	N117	Plaisance	0B	101	192	178,4	370,4	536353,302	536353,302
PDL	-	Plaisance	0B	96	191	2,52	193,52	535861.822	6581826.716

Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes et du poste de livraison

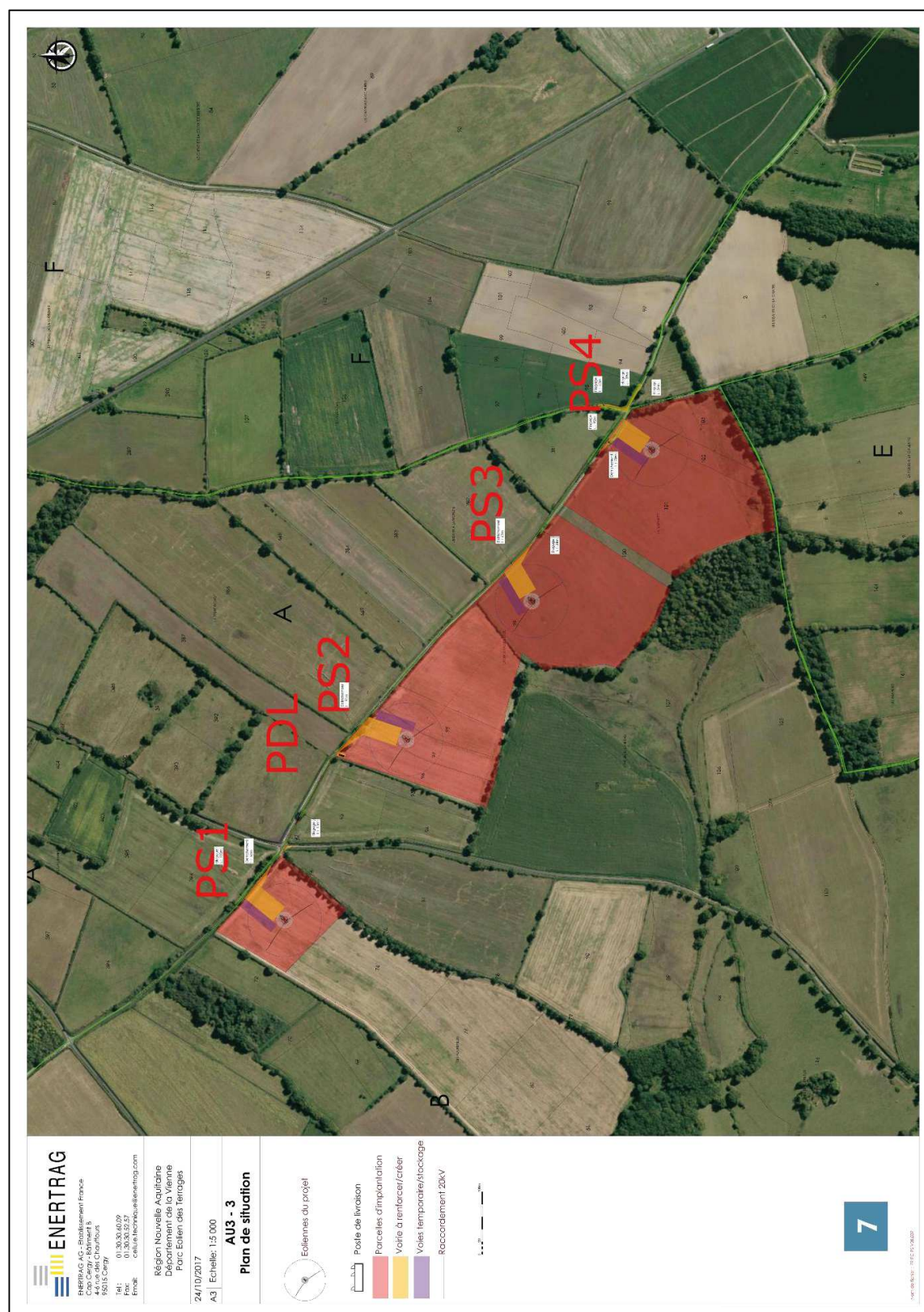


Carte 5 : Plan détaillé du parc éolien des Terrages (Source : Enertrag)



Carte 6 : Plan détaillé du parc éolien des Terrages (Source : Enertrag)





Carte 7 : Plan détaillé du parc éolien des Terrages (Source : Enertrag)

### 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.

### 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

### 6.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

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 (Nordex N117). 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 178,4 m	Rapide	exposition modérée	D	Sérieuse pour PS1 et PS2 Modérée pour PS3 et PS4
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 58,4 m	Rapide	exposition modérée	C	Modérée
Chute de glace	Zone de survol 58,4 m	Rapide	exposition modérée	A	Modérée
Projection de pale ou de morceau de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieux
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne 355,2 m	Rapide	exposition modérée	B	Sérieux

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 Effondrement de l'éolienne pour PS1, PS2		Projection de glace	
Modéré		Effondrement de l'éolienne pour PS3 et PS4	Chute d'élément de l'éolienne		Chute de glace

Légende de la matrice :

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

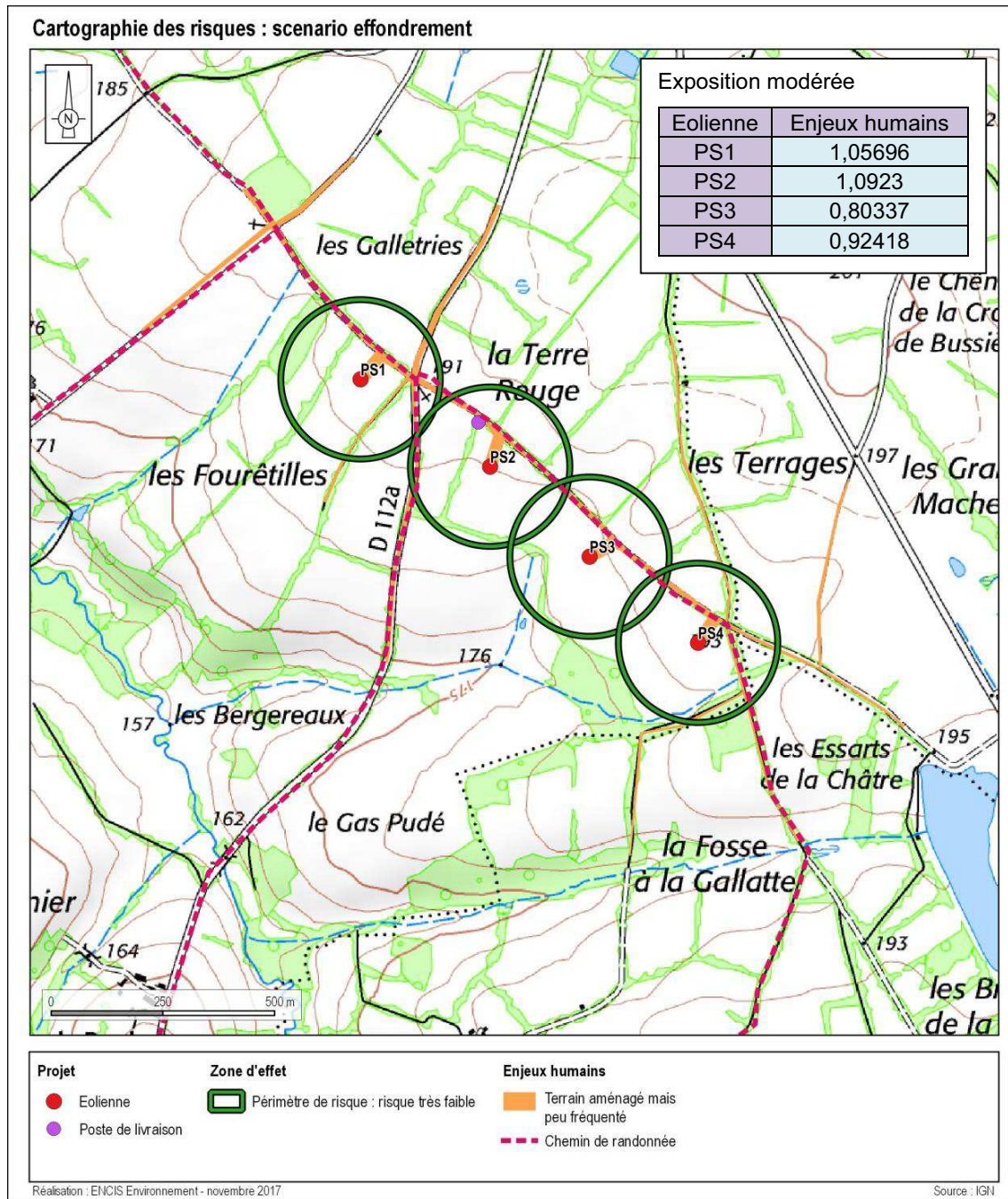
Tableau 4 : Matrice de criticité

Il apparaît au regard de cette matrice ainsi complétée que :

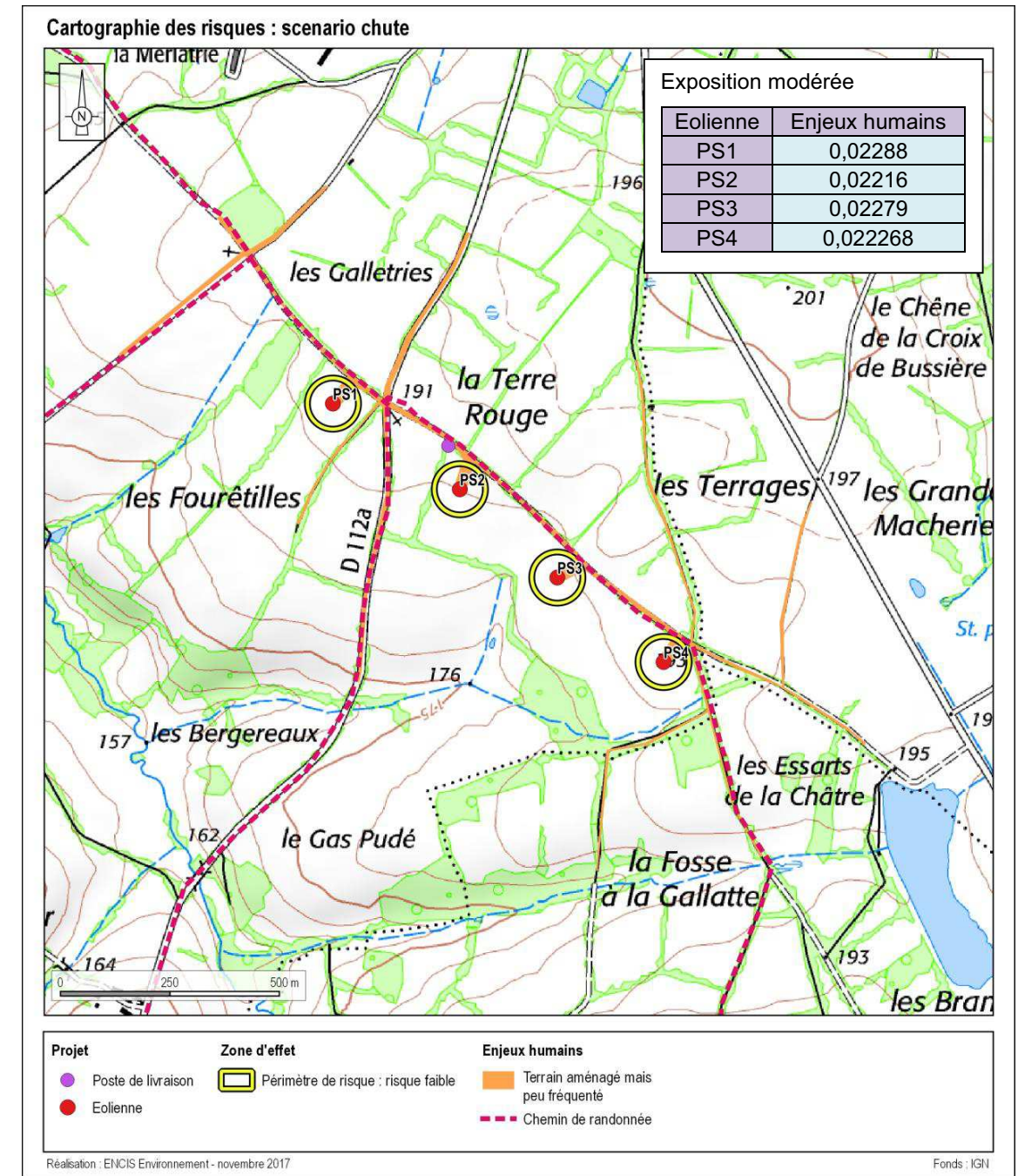
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- deux types d'accident (chute de glace et projection de glace) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7 de l'étude de dangers sont mises en place.

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

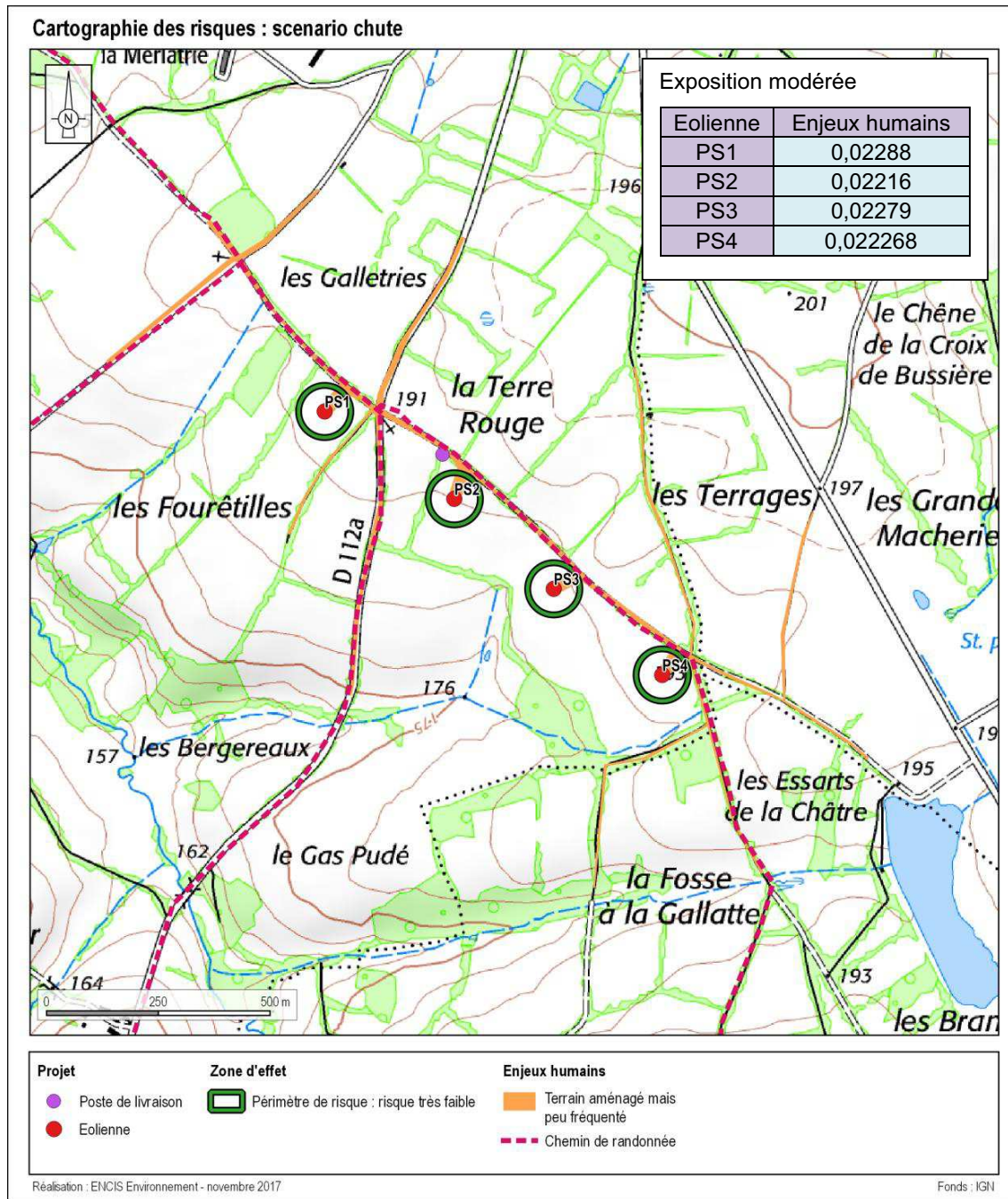
Les cartographies suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.



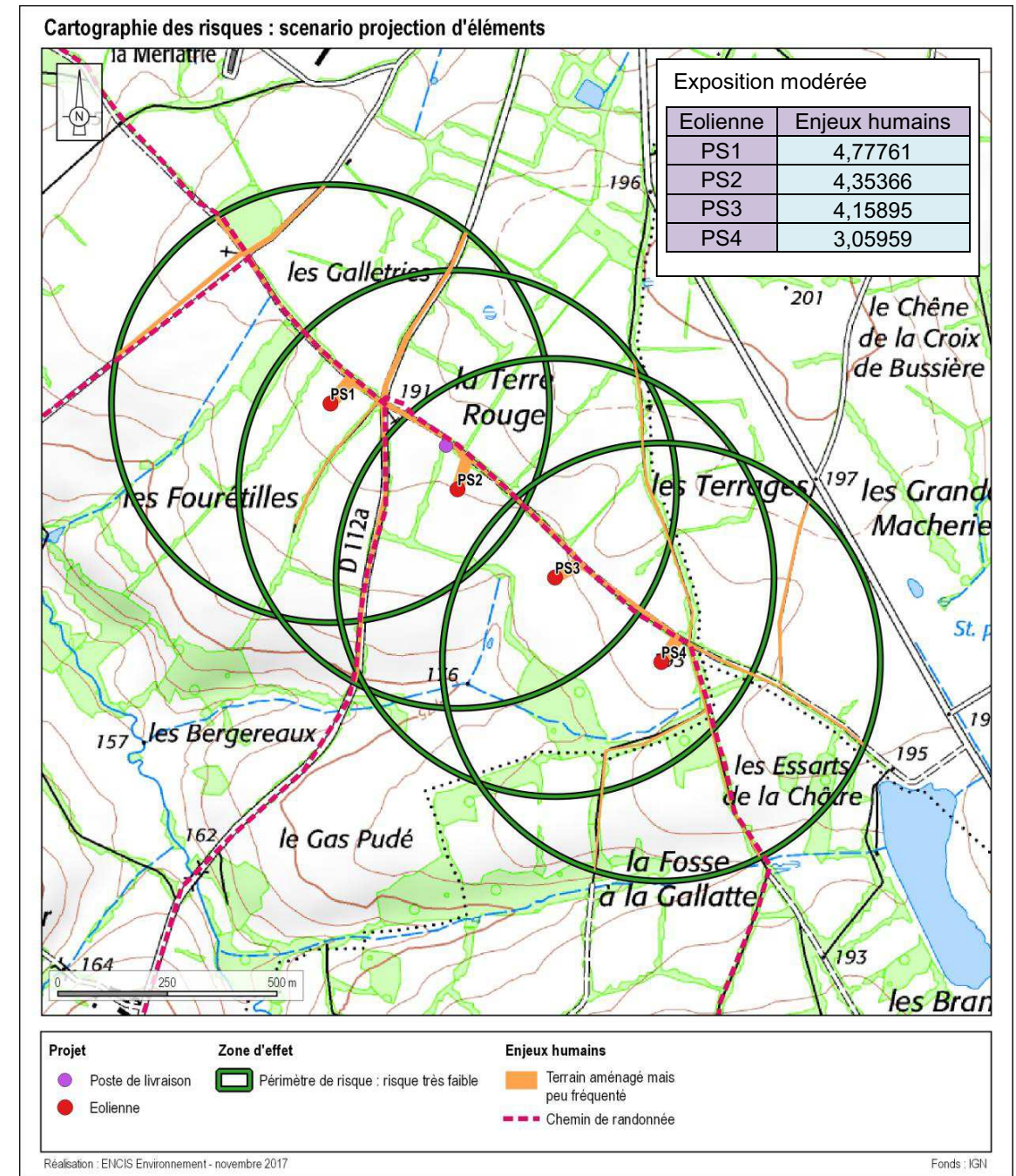
Carte 8 : Cartographie des risques – scenario : effondrement (Source : ENCIS Environnement)



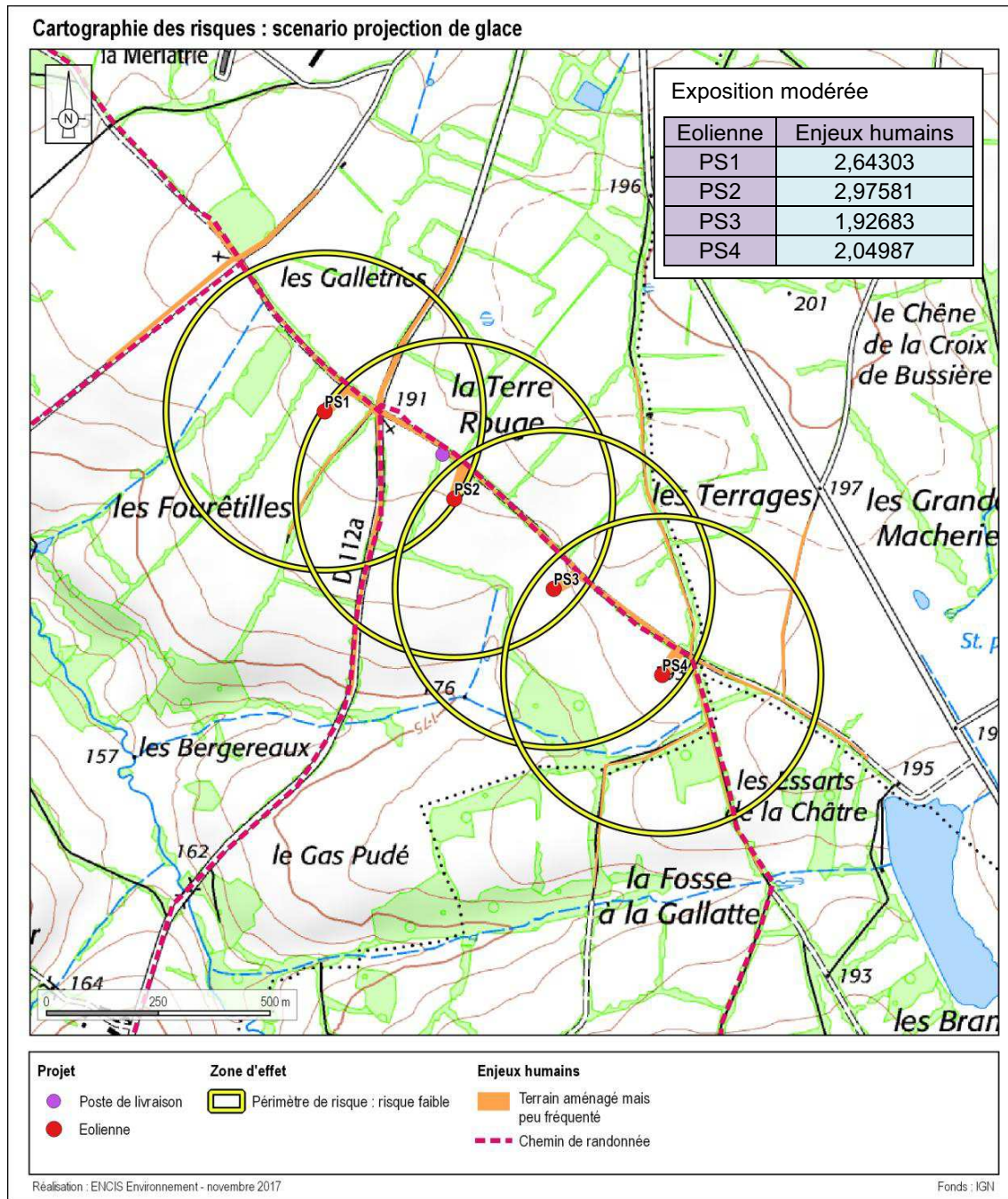
Carte 9 : Cartographie des risques – scenario : chute de glace (Source : ENCIS Environnement)



Carte 10 : Cartographie des risques – scenario : chute d'élément (Source : ENCIS Environnement)



Carte 11 : Cartographie des risques – scenario : projection d'élément (Source : ENCIS Environnement)



Carte 12 : 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 scenario, 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.

Scénario	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	D	Sérieuse pour PS1 et PS2 Modérée pour PS3 et PS4	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Modérée	Acceptable
Chute de glace	A	Modérée	Acceptable
Projection de pale ou de morceau de pale	D	Sérieux	Acceptable
Projection de glace	B	Sérieux	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).

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 de machine 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
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage.
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure 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 la machine 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 Procédure d'urgence Kit antipollution
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	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	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	Surveillance du réseau + surveillance des défaillances réseau par le convertisseur principal qui entraîne la déconnexion de l'éolienne du réseau électrique. Commande de l'éolienne et communication externe assurées pendant environ 10 min, permettant l'arrêt automatique de l'éolienne.

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.

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.

<b>Intensité</b> <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.