

# **PROJET EOLIEN DE SAINT-MARTIN-DE-LAMPS**

## **RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS**

**Commune de Saint-Martin-de-Lamps (36)**



***Mai 2013***



**Volkswind France SAS**

**SAS au capital de 250 000 € R.C.S Nanterre 439 906 934**

**Centre Régional de Tours**

**Les Granges Galand**

**32, rue de la Tuilerie**

**37550 SAINT AVERTIN**

**REDACTEUR DE L'ETUDE DE DANGERS : EMILIE FOURGEAUD**

**VOLKSWIND FRANCE**

**32 RUE DE LA TUILERIE**

**37550 SAINT AVERTIN**

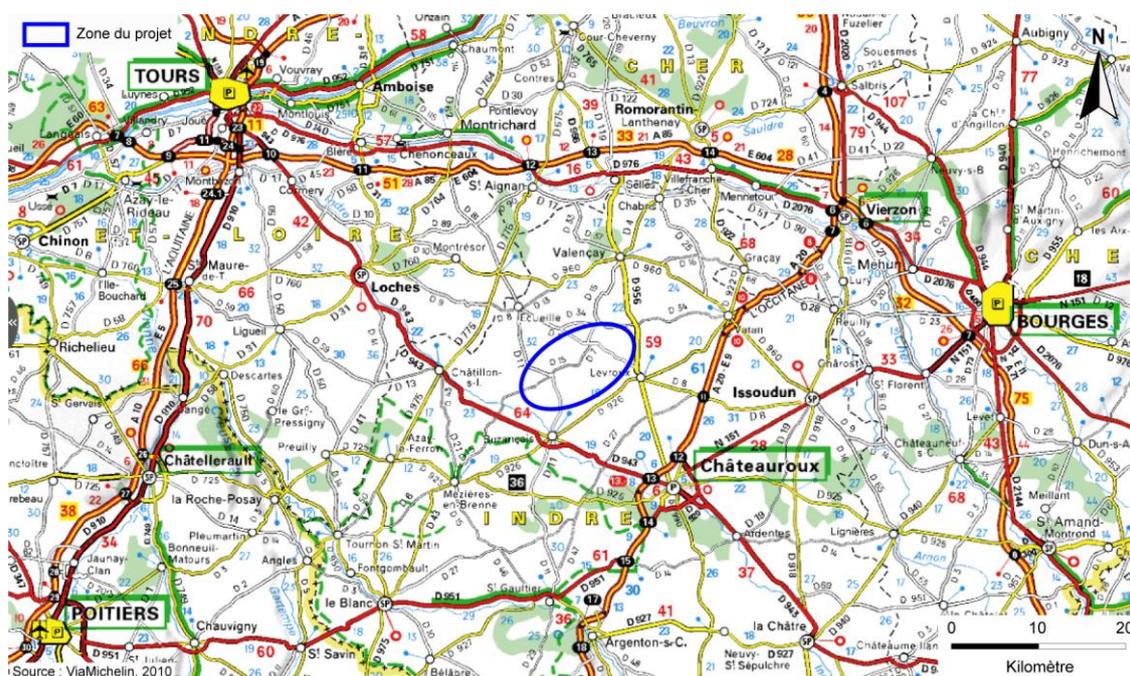
## Sommaire :

1	LOCALISATION DU SITE .....	4
2	DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE .....	5
3	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION .....	6
4	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT .....	15
5	PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES .....	20

L'étude de dangers a pour rôle d'identifier de manière exhaustive les potentiels de dangers et les risques associés afin de déterminer et de mettre en œuvre les moyens pour en réduire les impacts et la probabilité.

## 1 LOCALISATION DU SITE

Le parc éolien de Saint-Martin-de-Lamps est localisé sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps, dans le département de l'Indre (36), en Région Centre.



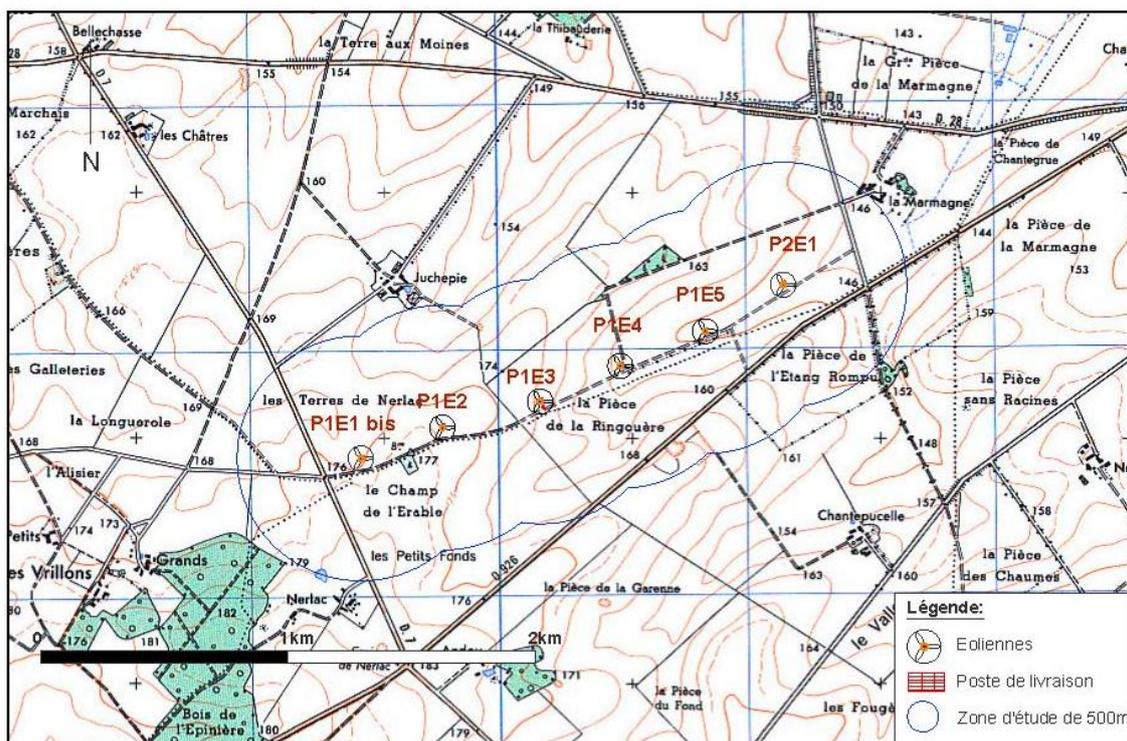
**Localisation de la zone de projet au niveau régional**

## 2 DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE

Le « périmètre d'étude » est le périmètre autour du projet dans lequel sera étudié plus particulièrement les potentiels de dangers et risques associés identifiés dans le cadre de cette étude. Il correspond à la plus grande distance d'effet des scénarii développés dans la suite de l'étude.

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 d'élément de l'éolienne.



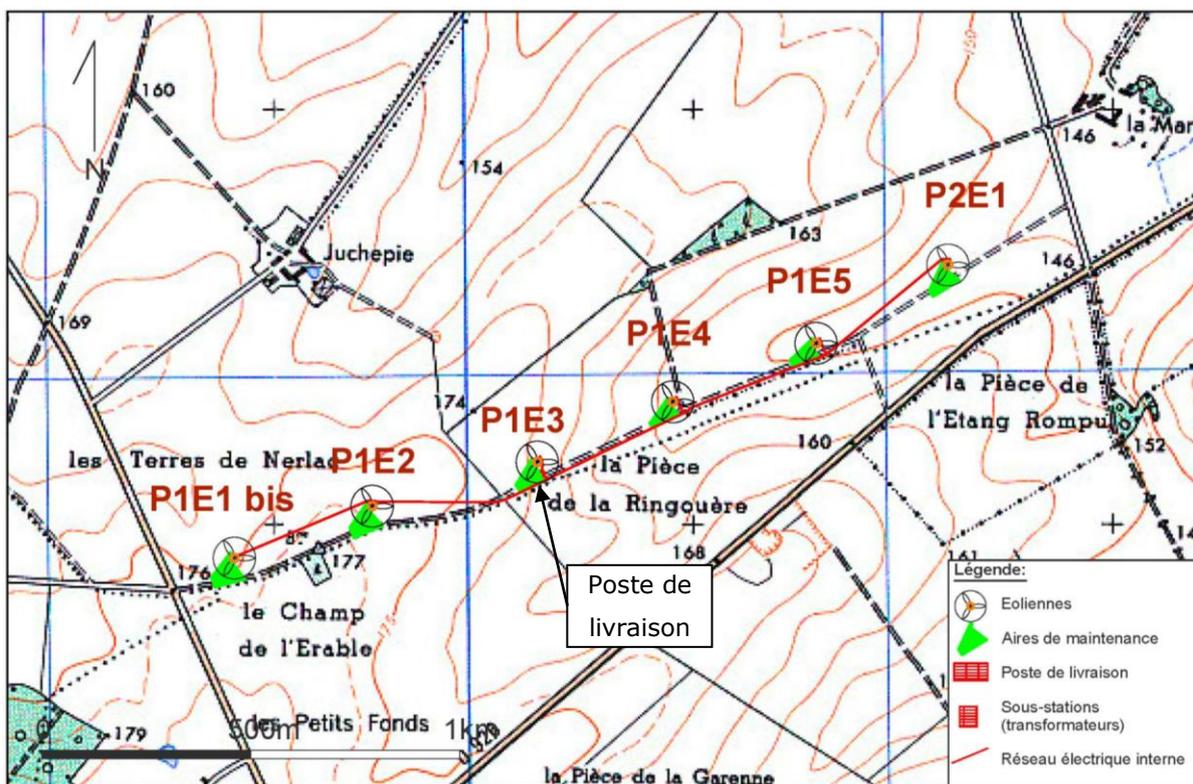
**Périmètre d'étude autour du parc de Saint-Martin-de-Lamps**

### 3 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

#### 3.1. Le parc éolien

Le parc éolien se situe sur la commune de Saint-Martin-de-Lamps dans le département de l'Indre, en Région Centre. La puissance totale du parc est de 13,8MW, il est composé de 6 éoliennes implantées en ligne le long d'un chemin rural, et d'un poste de livraison localisé à proximité de l'éolienne P1E3.

Les éoliennes seront équipées d'un balisage lumineux et des panneaux d'informations seront disposés à l'entrée de chaque aire de maintenance.



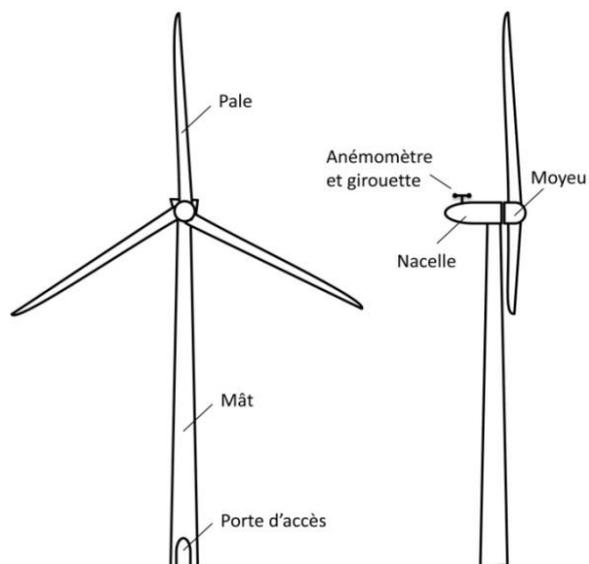
**Plan du parc éolien de Saint-Martin-de-Lamps**

### 3.2. L'éolienne

Les éoliennes prévues sont des SIEMENS SWT101-2.3MW, de 101m de diamètre de rotor et de 99,5m de mât à hauteur de moyeu, pour une hauteur totale de 150m.



**Photo d'une éolienne SWT101-2.3MW de 150m (source Volkswind)**



**Schéma simplifié d'un aérogénérateur**

Les principaux éléments constitutifs de l'aérogénérateur sont :

Principaux Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	20 m de diamètre et une profondeur de 2,5 à 3,6 m. (les dimensions précises seront définies une fois l'étude géotechnique réalisée pour chaque éolienne)
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	3,96 m de diamètre à la base et 2,39 m au sommet 99,5 m de hauteur

<b>Principaux Elément de l'installation</b>	<b>Fonction</b>	<b>Caractéristiques</b>
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	Longueur de 11,39m, la largeur maximale de 3,5 m et une hauteur de 3,9m L'électricité produite au niveau de la nacelle a une tension de 690V
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	101 m de diamètre Surface balayée 8012m <sup>2</sup>
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	Dimensions : 2,5 x 2,55 x 2,65(H) m Elève la tension de 690V à 20 000V. Il est prévu à l'extérieur de l'éolienne.
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Dimension 11m x 3m Tension dans le poste 20 000V

- Le principe de fonctionnement

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 15 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

Pour un aérogénérateur de 2,3 MW par exemple, la production électrique atteint 2 300 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

- Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation applicable en vigueur en matière de sécurité. Elle est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'à l'ensemble des lois et normes qui assurent la sécurité de l'installation.

***L'aérogénérateur :***

- L'aérogénérateur respecte la Directive Machine 2006/42/CE.
- La société Siemens Wind Power atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011. Les articles respectés sont précisés en Annexe 5.
- Le Type Certificate (Certification CE) atteste la conformité de l'aérogénérateur à la norme CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 (Annexe 6).

**Le balisage :**

- Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

- Des panneaux présentant les prescriptions au public sont installés sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur.

**La fondation :**

Le dimensionnement des fondations respecte les codes de construction pour l'Europe, les Eurocodes.

Les principaux utilisés pour le calcul des fondations sont :

- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique

- Opérations de maintenance de l'installation

La société SIEMENS atteste de la conformité de ses aérogénérateurs à l'ensemble des dispositions contenues dans l'Arrêté du 26 août 2011 y compris les essais de mise en service ainsi que les vérifications de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt.

Compte tenu de la préfabrication des éoliennes, les opérations de montage de l'éolienne sur site se font dans un délai relativement court (un à deux jours par éolienne pour assembler les diverses parties).

Après montage, les opérations de raccordements électriques ainsi que les réglages et essais de fonctionnement de l'éolienne demandent quelques semaines.

Tout au long des années de fonctionnement de l'éolienne, des opérations de maintenance programmées vérifient l'état et le fonctionnement des sous systèmes de l'éolienne.

Pour la Siemens SWT101-2.3, les opérations de maintenance annuelle sont organisées de la manière suivante :

## Opérations de maintenance annuelle de l'éolienne SWT101-2.3MW

### SIEMENS

N°	<i>Tâches de maintenance annuelle DD, GD - Siemens Wind Turbine Generators -</i>
1.	Inspection des Boulons (vérification au niveau de la nacelle, rotor et pales avec serrage selon planification)
2.	Contrôle des pales: - détection de fissures et bruits inhabituels pendant le fonctionnement, - contrôle de l'intérieur des pales, - contrôle des systèmes de protection anti-foudre.
3.	Système de lubrification des roulements de pales: - remplacement/vidage des godets de vidange, - ajout de graisse neuve, - contrôle de lubrification des roulements.
4.	Circuit foudre: - contrôle de contacts allant des pales jusqu'aux fondations, - contrôle des cartes de détection de foudre.
5.	Armoires électriques: - vérification et tests des capteurs de température, - vérification et tests des détecteurs de fumée, - vérification et tests des ventilateurs, - remplacement des filtres à air.
6.	Convertisseur: - idem contrôle armoires électriques, - contrôle du système de refroidissement, - remplacement du liquide de refroidissement suivant planification.
7.	Système central de lubrification des roulements et du système d'orientation: - remplissage de graisses neuves, - contrôle de l'absence de fuite.
8.	Systèmes hydrauliques (frein, rotation de pales, grue, capot de nacelle et multiplicateur si applicable): - prélèvement d'échantillon d'huile, - remplacement des filtres, - contrôle du système de refroidissement, - vérification d'absence de fuite, - Vérification des pompes, - vérification et tests des capteurs de niveaux, de pression et de température, - vérification des vannes, soupapes et accumulateurs.
9.	Réglage de l'alignement de la génératrice et vérification des connexions mécaniques.
10.	Vérification et reserrage de tous les raccords électriques (système de commande, convertisseur, réactance principale, disjoncteur principal, et génératrice).
11.	Contrôles mécaniques (système d'orientation, génératrice et multiplicateur si applicable): - Inspection des engrenages, - vérification du graissage, - contrôle d'usure, - contrôle des supports d'amortissement.
12.	Système de freinage: - contrôle visuel du disque de frein, - contrôle des garnitures.
13.	Test des systèmes de sécurité: - contrôle des capteurs de survitesse (tests et simulations de régime de survitesse), - contrôle des systèmes de détection de vibrations (tests et simulations de balourd), - contrôle des boutons d'arrêt d'urgence.
14.	Nacelle: - contrôle des joints et capots, - contrôle de la grue de service, - nettoyage de la nacelle.
15.	Tour: - contrôle visuel des points d'ancrage, - contrôle de corrosion, - écaillage de peinture sur la tour, - recherche de pénétration d'eau et de fissures dans le scellement, - contrôle de l'ascenseur de service, - nettoyage des plateformes.

Tous ces contrôles sont décrits en détail dans des procédures spécifiques et font l'objet de formulaires d'enregistrement des opérations effectuées. Ces procédures évoluent avec l'expérience de SIEMENS. Elles sont régulièrement mise à jour suivant une logique d'amélioration continue.

### 3.3. Les aires de montages

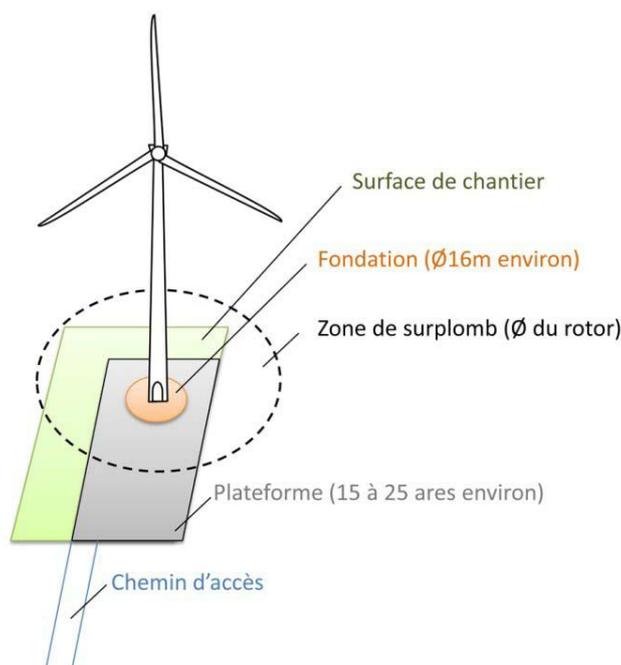
Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens.

**La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.

**La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.

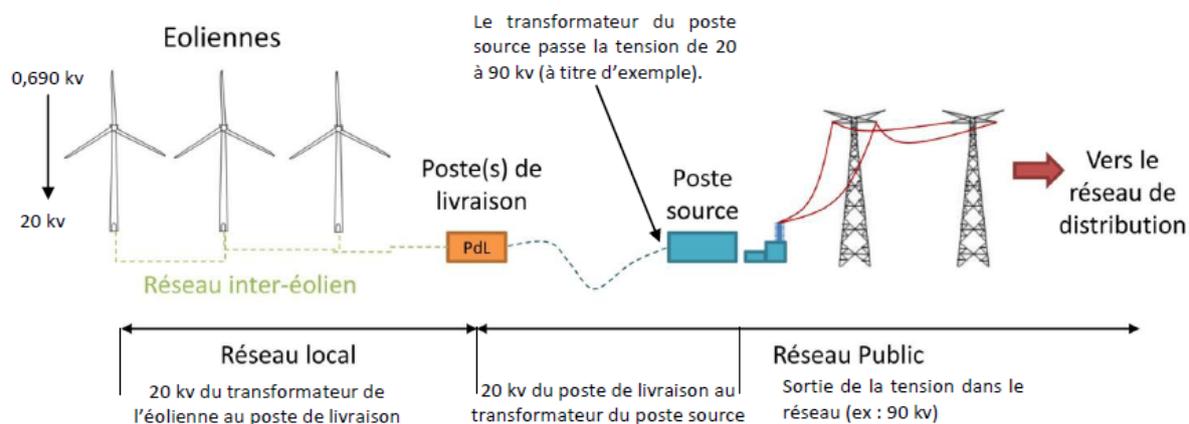
**La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor.

**La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.



**Illustration des emprises au sol d'une éolienne**

### 3.4. Le raccordement



#### Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

- Réseau inter-éolien

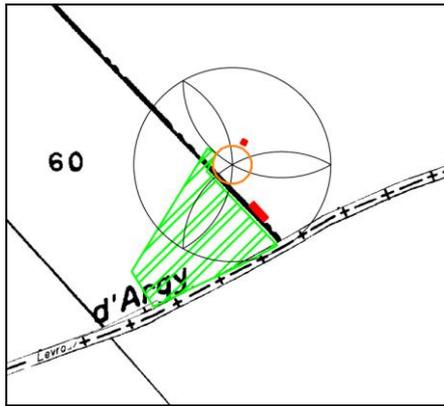
Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

- Poste de livraison

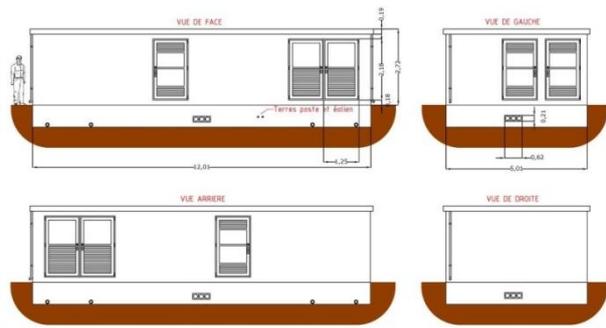
Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public.

Ce poste de livraison sera composé de compteurs électriques, de cellules de protection, de sectionneurs et de filtres électriques. La tension réduite de ces équipements (20 000 volts) n'entraîne pas de risque magnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol de 33 m<sup>2</sup> (3 m x 11 m).

Afin de réaliser les connections et le comptage entre le projet éolien et le poste de source de Levroux, Valençay ou Buzançais (en fonction des disponibilités lorsque les autorisations de construire et d'exploiter seront obtenues), le poste de livraison sera disposé au sein du parc, à proximité des fondations de l'éolienne P1E3.



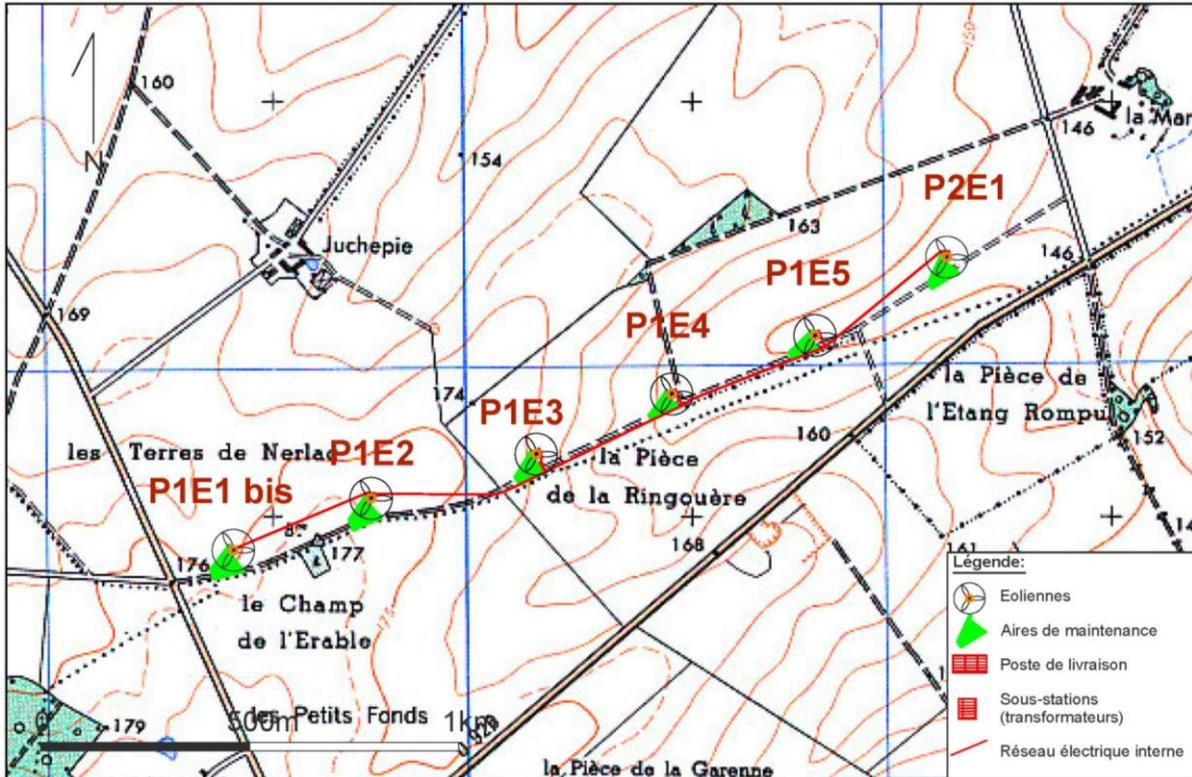
**Implantation cadastrale du poste de livraison**



**Plan du poste de livraison**



**Exemple de poste de livraison brut**



**Carte de localisation du réseau inter-éolien**

## 4 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

### 4.1. L'environnement humain et matériel

- Les zones urbanisées

La commune de Saint-Martin-de-Lamps compte 165 habitants au recensement de 2009 (source INSEE). Aucune habitation ne se trouve dans le périmètre d'étude de 500m autour des éoliennes.

	<b>Saint-Martin-de-Lamps</b>
Distance de l'habitation la plus proche du projet	570m
N° de l'éolienne la plus proche	P1E2

La commune de Saint-Martin-de-Lamps dispose d'une carte communale approuvée depuis Décembre 2010. La zone d'implantation des éoliennes de même que les fermes de Juchepie et la Marmagne sont classées en zone A (Agricole). Le règlement concernant cette zone n'impose aucune restriction quant à l'implantation d'éoliennes.

L'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 impose une distance de 500m de toute zone destinée à l'habitation. Les éoliennes du projet respectent bien la règle des 500m vis-à-vis des limites de propriété (ici, les limites cadastrales sur lesquelles se trouvent les habitations les plus proches).

- Etablissements recevant du public (ERP)

Il n'y a pas d'ERP au sein du périmètre d'étude. Les ERP les plus proches se trouvent au sein des bourgs de Saint-Martin-de-Lamps, Saint-Pierre-de-Lamps, Françillon et Levroux, dont le centre Bourg se trouve respectivement à 4km, 3km, 2,1km et 3,7km du parc projeté.

- Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Aucun établissement SEVESO ni installation nucléaire de base (INB) ne se trouve dans ou à proximité du périmètre d'étude.

Enfin, la commune de Saint-Martin-de-Lamps n'est pas concernée par un plan de prévention des risques technologiques.

- Les voies de communication

Aucune route structurante (routes dont le trafic journalier est supérieur à 2000 véhicules/jour) ne traverse le périmètre d'étude. Cependant, deux routes départementales passent à l'intérieur du périmètre d'étude :

- La RD 7 qui passe à l'Ouest du projet
- La RD 926 qui passe au sud du projet

<b>N°Eolienne</b>	<b>Distance à la RD7</b>	<b>Distance à la RD926</b>	<b>Distance à la voirie communale</b>
P1E1bis	142m	764m	1598m
P1E2	494m	643m	1450m
P1E3	896m	466m	1286m
P1E4	1252m	360m	1088m
P1E5	1622m	242m	907m
P2E1	1988m	181m	681m

Aucune voie ferroviaire, ni fleuve navigable, ni aéroport ne se trouve à proximité du projet.

- Réseaux publics et privés

Une ligne électrique souterraine traverse la zone d'étude en longeant les routes départementales et les voies communales. Il s'agit d'une ligne haute tension HTA (20 000V). La distance minimale de 47m entre l'éolienne P2E1 permet de respecter les préconisations du gestionnaire (ERDF Beauce Sologne).

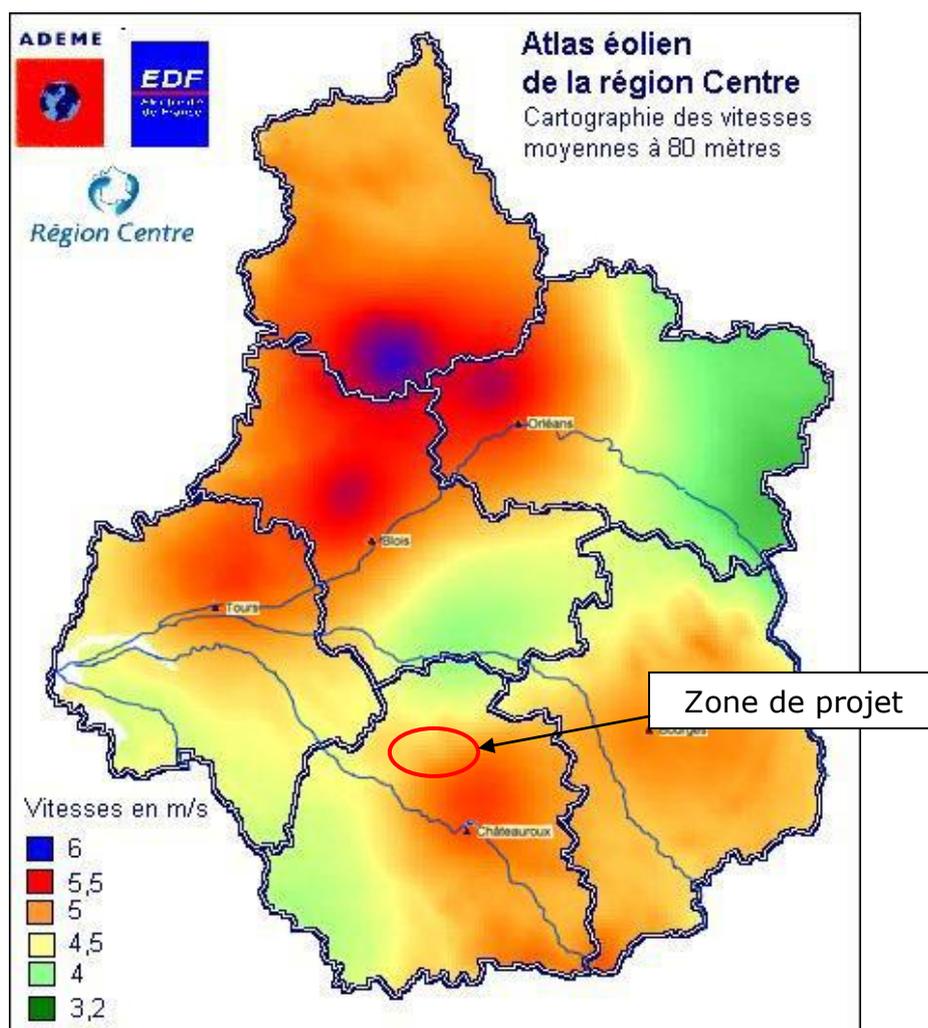
Par ailleurs, le recalibrage ou la création des voies d'accès aux éoliennes devra prendre en compte la présence de cet ouvrage de sorte que tout terrassement à proximité des supports ne puisse compromettre leur stabilité et leur intégrité lors des passages des engins de gros gabarit (grue).

## 4.2. L'environnement naturel

- Climat

### **Potentiel éolien**

D'après les informations recueillies dans l'atlas éolien de la Région Centre, le secteur d'étude bénéficie de vitesse de vents de 4,5m/s à 5m/s à 80 mètres de hauteur (cf carte ci-après).



### **Vitesse des vents à 80m de hauteur (source : Région Centre »)**

Les données de la station météorologique de Châteauroux, station la plus proche du projet, indiquent des vents majoritairement de secteur Sud-Ouest et Nord-Est.

Ces informations (vitesse et direction des vents) sont fournies à titre indicatif mais elles ne sauraient nullement représenter fidèlement les régimes de vent observés au niveau local.

### **Température**

La moyenne des températures sur l'année est de 11,4°C, avec des températures minimales moyennes de 1,1°C (Janvier) et des températures maximales moyennes de 25,4°C (Août). Le nombre moyen de jours ayant une température inférieure à 0°C (en minimal journalier) est d'au moins 52,4 jours.

- Risques naturels

### **La foudre**

Les éoliennes sont des projets de grande dimension, pour lesquels le risque orageux, et notamment la foudre, doit être pris en compte. L'activité orageuse d'une région est définie par le niveau kéraunique (Nk), c'est-à-dire le nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre. Le niveau kéraunique du département est de 17, plus faible que le niveau national qui est de 20.

### **Le risque sismique**

La zone de projet se situe dans la zone où la sismicité est : « faible » (zone 2).

Dans l'Indre, Les installations d'un parc éolien relèvent pour le poste de livraison de la catégorie d'importance III de la classification des bâtiments dans le cadre du risque sismique défini aux articles R563-2 et 3 du code de l'environnement et par l'arrêté ministériel du 22 Octobre 2010. Les éoliennes ne font pas l'objet de l'arrêté bâtiment, comme les transformateurs, qui ne sont pas des bâtiments à proprement parler. Le poste de livraison devra répondre aux règles de construction dites règles Eurocode 8 « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes ».

### **Mouvements de terrain**

La commune de Saint-Martin-de-Lamps ne présente pas de risque face aux mouvements de terrain.

## **Le risque inondation**

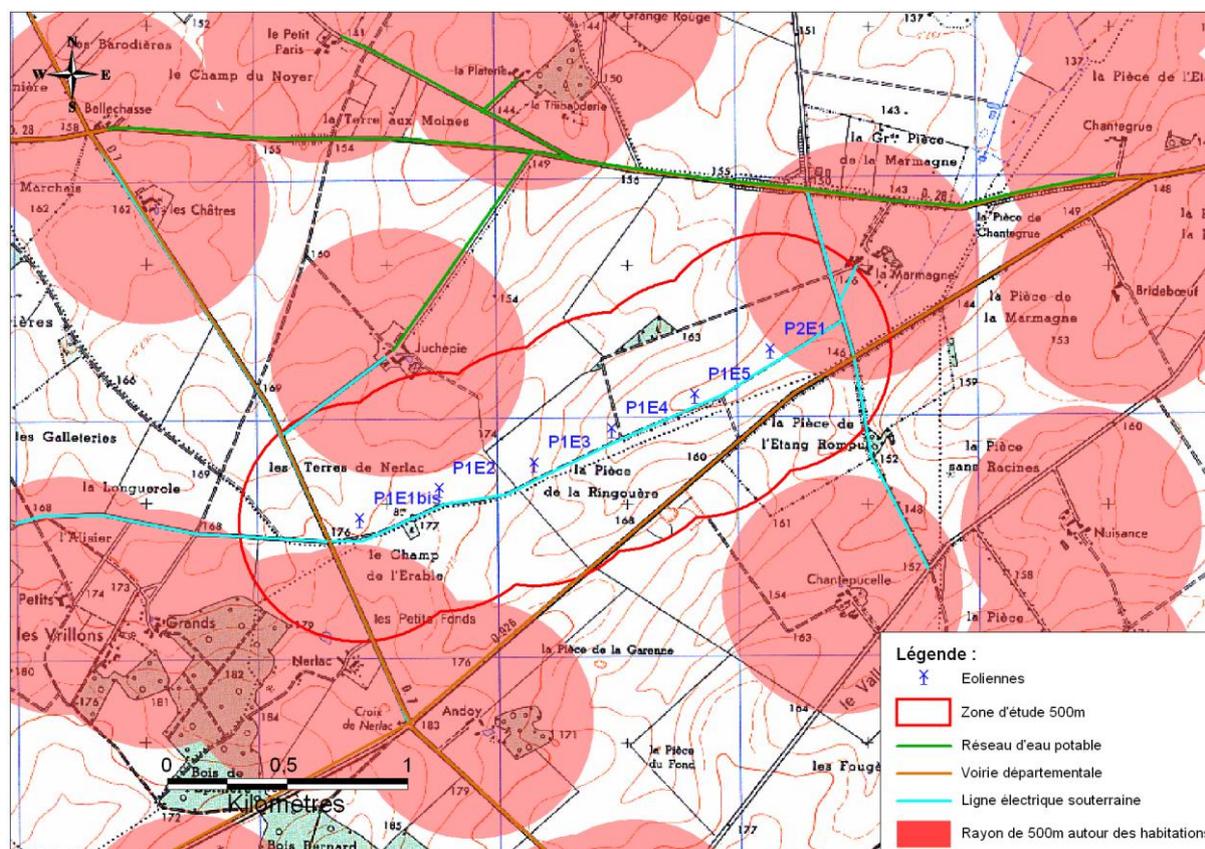
La commune de Saint-Martin-de-Lamps ne dispose d'aucun plan de prévention des risques inondation (PPRI) sur son territoire.

Par contre, le site du projet se trouve en zone de sensibilité faible à fort pour le risque de remontée de nappe. Cette contrainte sera prise en compte lors du dimensionnement des fondations. Dans le cas d'un terrain à masse d'eau sub-affleurante, la fondation devra être plus conséquente (plus étalée), de manière à compenser la perte de portance du sol. Les éléments annexes au parc (ici poste de livraison et transformateurs) feront également l'objet d'un dimensionnement précis de leur fondation sur le même principe.

## **Le risque de retrait-gonflement des argiles**

La zone de projet présente une sensibilité nulle à faible face au risque de retrait-gonflement des argiles.

### **4.3. Synthèse des enjeux autour du projet**



## **5 PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES**

### **5.1. Identification des potentiels de dangers de l'installation**

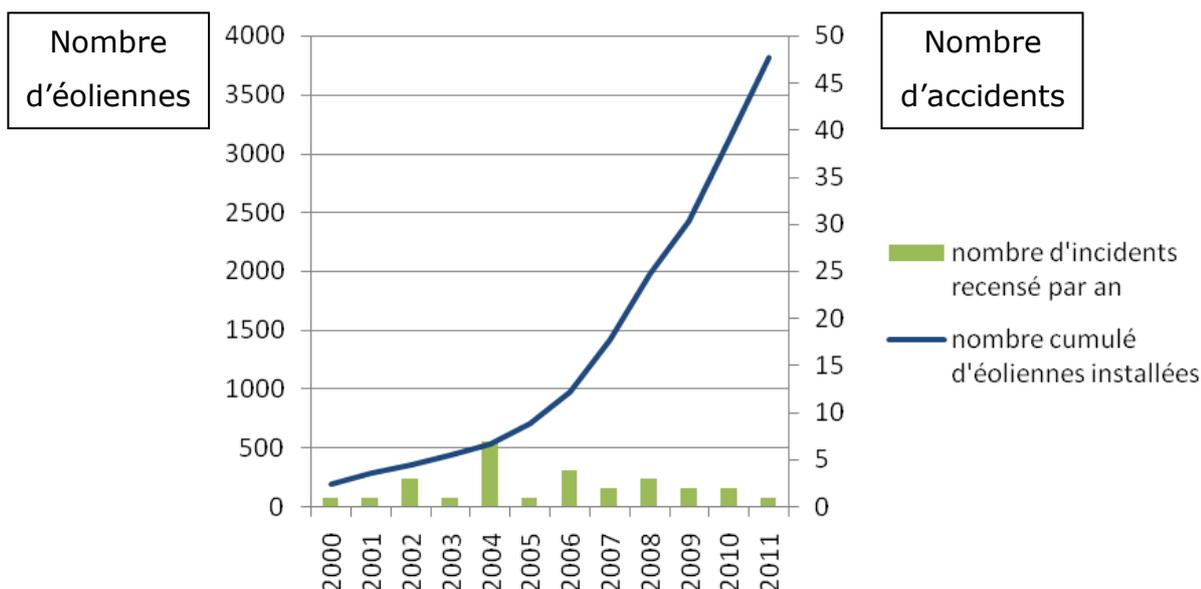
L'analyse des risques concernant ce projet commence par une identification des potentiels de dangers de l'installation. Il s'agit d'identifier les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc...L'identification des enjeux sur la zone de projet et le choix des éoliennes SWT101-2.3MW permettent de réduire significativement ces potentiels de dangers et garantir une sécurité optimale de l'installation.

### **5.2. Analyse du retour d'expérience**

Les principaux phénomènes dangereux potentiels sont ensuite sélectionnés grâce à l'inventaire des incidents et accidents en France et à l'étranger. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne provenant de sources différentes (sources officielles, articles de presse, base de données d'associations, etc.).

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est les tempêtes. La foudre est également une cause importante.

Cependant, il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant, du fait d'une évolution technologique plus fiable et plus sûre.



### 5.3. Analyse préliminaire des risques

Cette analyse a pour objectif d'identifier les scénarii d'accidents majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarii de se produire ou en limiter les effets. Les scénarii sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences, permettant ainsi de filtrer les scénarii aux conséquences limitées et ceux induisant des conséquences sur les personnes.

Le tableau suivant rappelle les principales mesures de maîtrise des risques et leur description :

Fonction de sécurité	Description
Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de déduction du givre et de mise à l'arrêt de la machine + Procédure adéquate de redémarrage
Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage en pied de machine Eloignement des zones habitées et fréquentées
Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température des pièces mécaniques + Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant + Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
Prévenir la survitesse	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.

	<p>Protection contre les survitesses grâce à 2 capteurs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- électronique au niveau du générateur</li> <li>- mécanique au niveau du moyeu</li> </ul> <p>Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) couplé à un frein mécanique auxiliaire</p>
Prévenir les court-circuits	<p>Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.</p>
Prévenir les effets de la foudre	<p>Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur</p>
Prévenir et intervenir en cas d'incendie	<p>Prévention Active (divers détecteurs) avec arrêt machine en cas de détection, Prévention Passive (anti-propagation), Présence d'équipement de lutte anti-incendie (extincteurs dans tour et nacelle) Application du plan d'urgence ("NOTICE Santé Sécurité Environnement Exploitation et Maintenance") en cas d'incendie.</p>
Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage	<p>Contrôles réguliers des interfaces tour/fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités</p>
Prévenir les erreurs de maintenance	<p>Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel</p>
Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	<p>Arrêt machine suite à la détection de vitesses de vents excessifs. Surveillance en continu à l'aide de 2 capteurs.</p>

Ainsi, en raison de leur faible intensité, les scénarii d'incendie et d'infiltration d'huile dans le sol ne seront pas retenus dans l'analyse détaillée des risques. Les scénarii étudiés sont :

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

## 5.4. Analyse détaillée des risques

- Méthode

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarii retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

Chaque scénario est caractérisé en fonction des paramètres suivants :

- Cinétique
- Intensité
- Gravité
- probabilité

La cinétique d'un accident est supposée « rapide » pour tous les scénarii, ce paramètre ne sera donc pas détaillé pour chacun des phénomènes redoutés.

L'intensité est définie selon un seuil d'effet toxique, de surpression, thermique ou lié à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures. Elle dépend du degré d'exposition, lui-même 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 significative	Inférieur à 1%

La zone d'effet est définie pour chaque évènement accidentel comme la surface exposée à cet évènement.

Les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre de personnes pouvant être atteint par le phénomène dangereux dans chacune des zones d'effet définies.

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.

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.

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
<b>A</b>	<b><i>Courant</i></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><i>Probable</i></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><i>Improbable</i></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><i>Rare</i></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><i>Extrêmement rare</i></b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Pour le scénario d'effondrement d'éolienne, sa probabilité dans la littérature permet de le classer en catégorie « C ». Cependant, les évolutions technologiques des éoliennes, le respect des normes et les contrôles réguliers des installations permettent de le classer en catégorie « D ». D'ailleurs, aucun effondrement d'éolienne n'a été recensé depuis 2005.

Le scénario « Chute d'élément de l'éolienne » a été classé en catégorie « C » d'après le retour d'expérience.

Pour le scénario de projection de pale, la bibliographie renvoie vers des classes de probabilité « B », « C » ou « E ». Le retour d'expérience français montre lui, une classe de probabilité « C ». Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ont fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. C'est pourquoi la classe de probabilité retenue est « D » pour ce scénario.

Concernant la chute de glace (lorsque l'éolienne est à l'arrêt), de façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A ».

Concernant la projection de morceaux de glace, compte tenu de la difficulté à établir un retour d'expérience précis sur cet évènement, considérant que l'arrêté du 26 août 2011 précise les mesures de prévention de projection de glace et constatant qu'aucun accident lié à une projection de glace n'a été recensé, une probabilité « B » est proposée pour cet évènement.

- Résultats

Les niveaux de gravité et de probabilité pour chaque type de cible sont synthétisés dans le tableau suivant. Chaque éolienne ayant le même niveau de gravité et probabilité pour un scénario donné, le tableau est valable pour les 6 éoliennes.

<b>E01 à E07</b>					
<b>Scénario</b>	<b>Zone d'effet</b>	<b>Cinétique</b>	<b>Intensité</b>	<b>Probabilité</b>	<b>Gravité</b>
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à la hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	exposition forte	D (pour des éoliennes récentes)	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	exposition forte	C	Modéré pour toutes les éoliennes
			exposition modérée		
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	exposition modérée	A	Modéré pour toutes les éoliennes

Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Modéré pour toutes les éoliennes

- Synthèse de l'acceptabilité des risques

La dernière étape de cette étude détaillée consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés. 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.

Toutes les éoliennes présentant les mêmes probabilités et gravités, seuls les noms des scénarii sont reportés dans la matrice de criticité ci-dessous.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement			
Modéré		Projection de pale	Chute d'éléments	Projection de glace	Chute de glace

Légende de la matrice

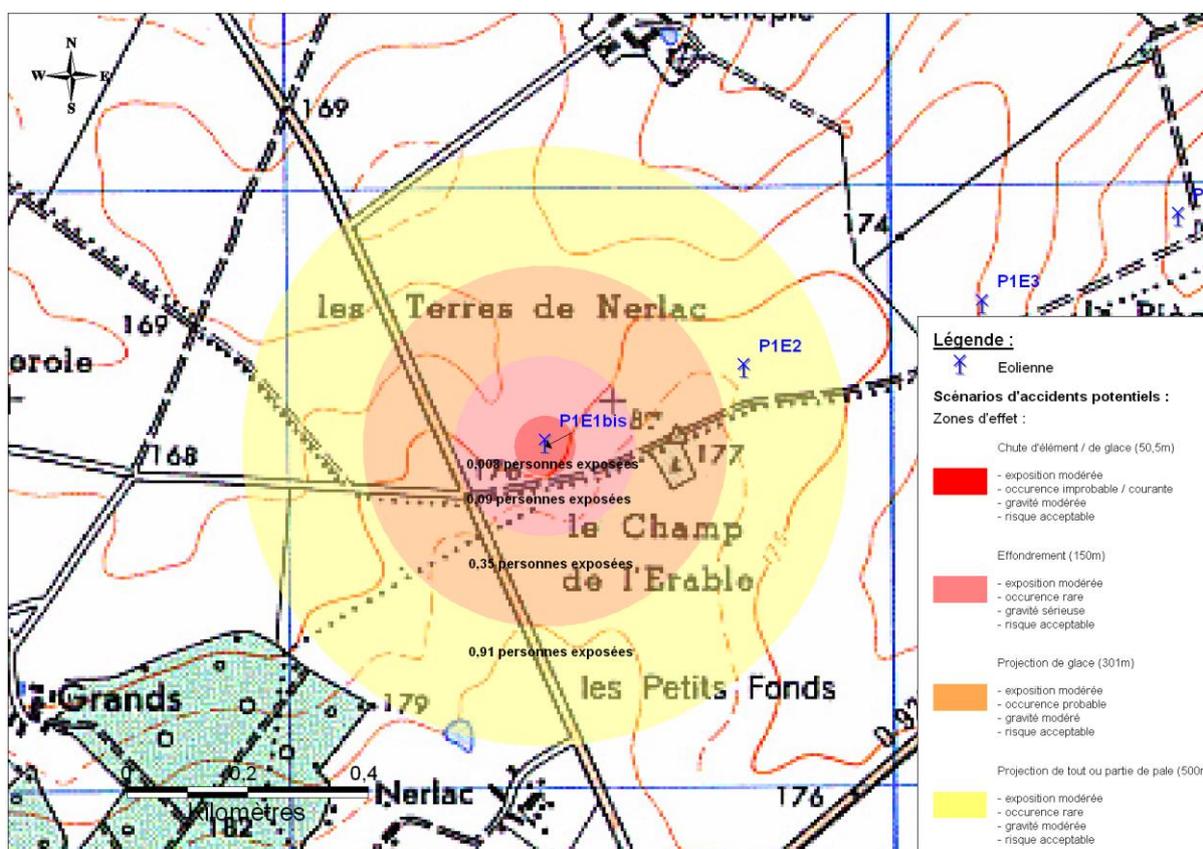
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

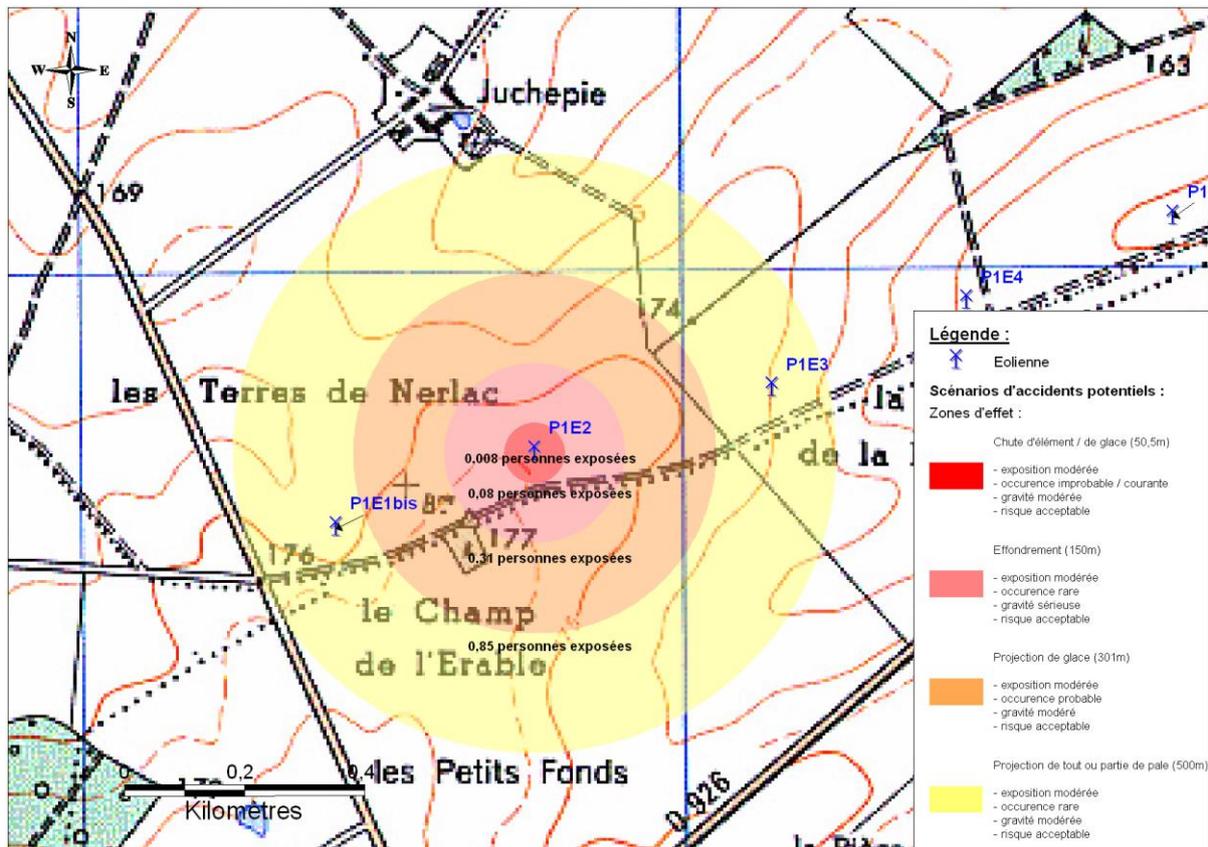
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour cet accident, il est rappelé dans le tableau ci-après les fonctions de sécurité prévues pour ce parc.

Evènement	Nombre de personnes exposées	Mesures de sécurité	Niveau de risque
Chute de glace	Entre 0,008 et 0,01 personne exposée selon les éoliennes	Installation d'un panneau informant du risque de chute de glace au pied de chaque éolienne Système de déduction de la formation de glace permettant une mise à l'arrêt de l'éolienne	Acceptable

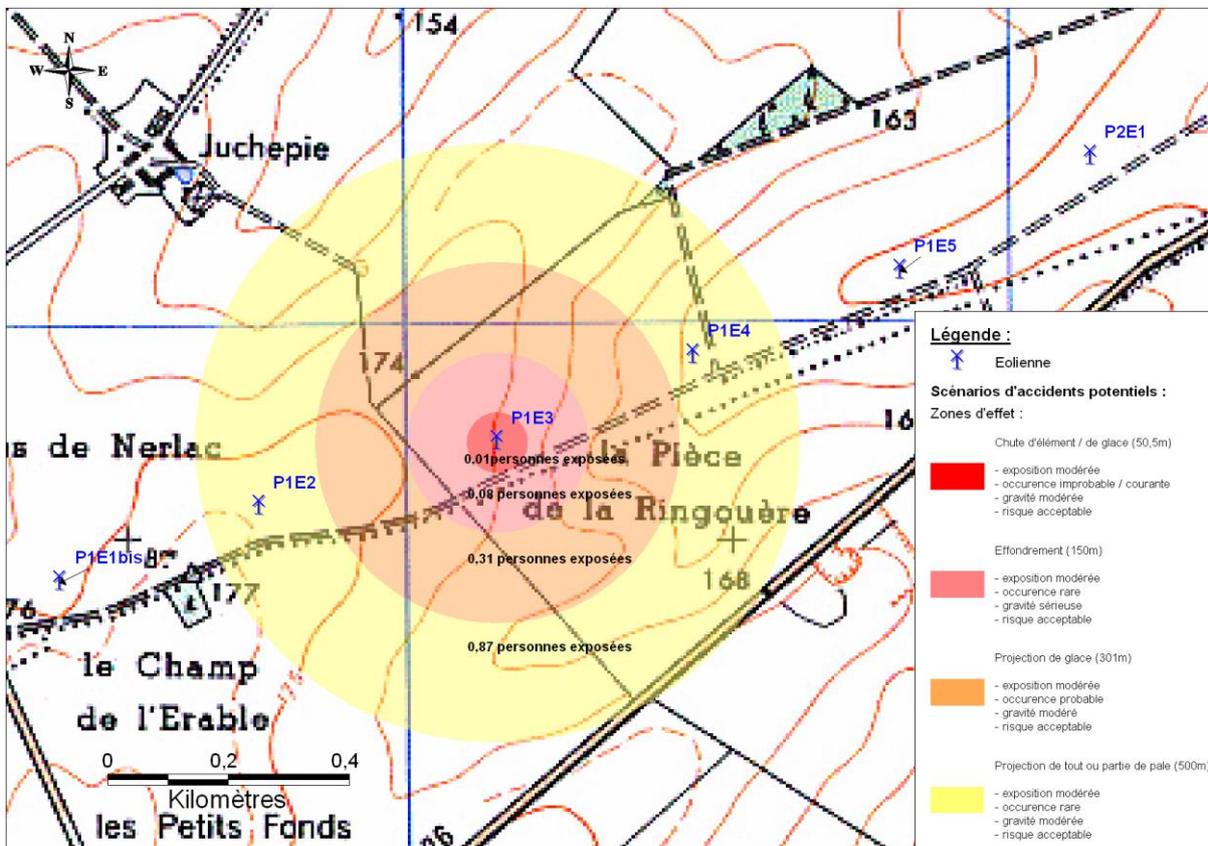
• Cartographie des risques



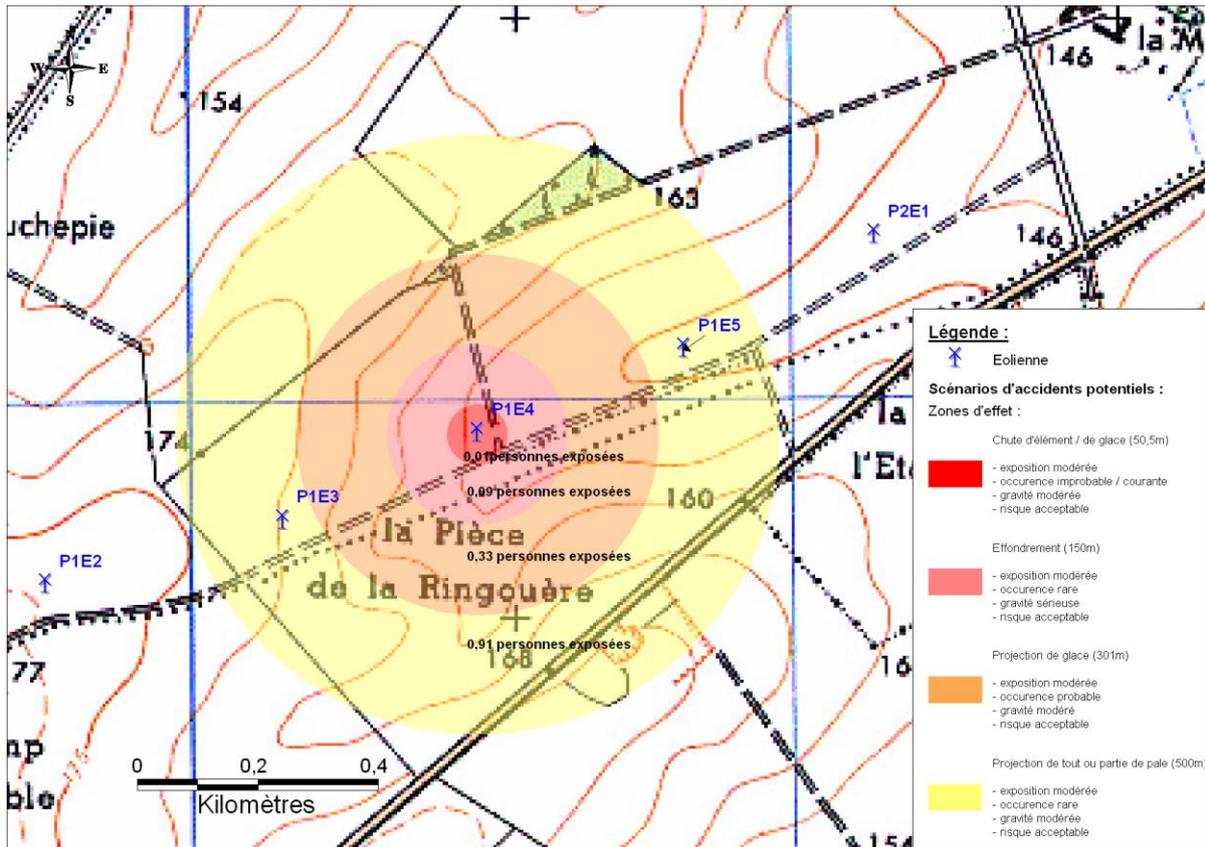
**Cartographie des risques - Eolienne P1E1bis**



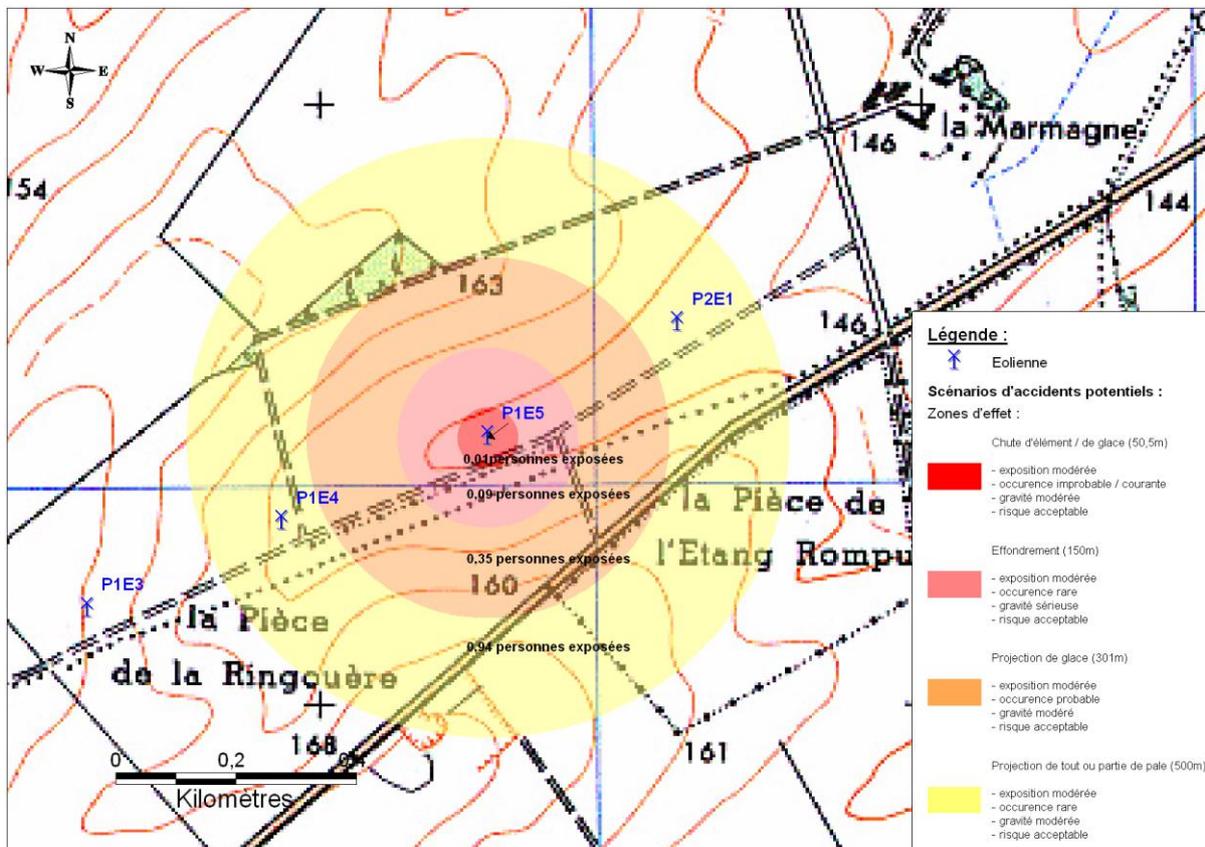
**Cartographie des risques - Eolienne P1E2**



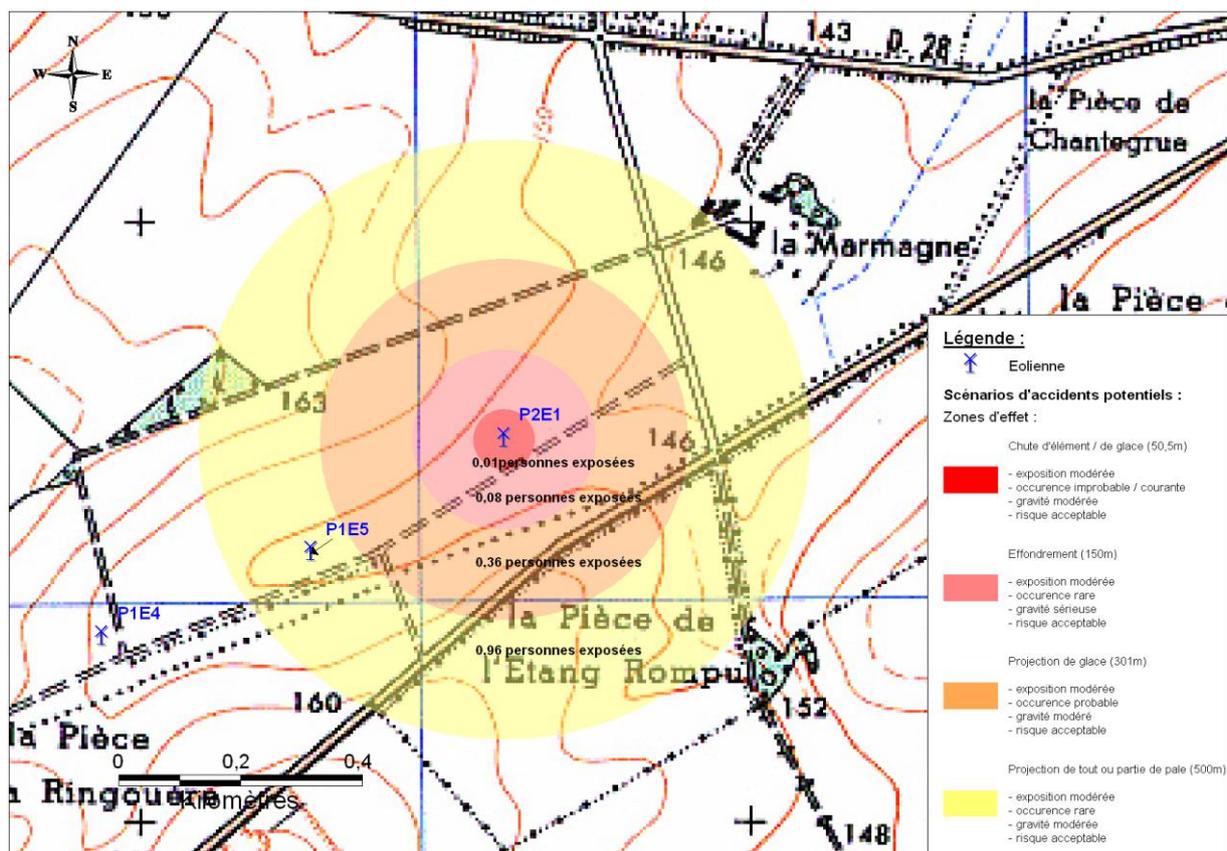
**Cartographie des risques - Eolienne P1E3**



**Cartographie des risques - Eolienne P1E4**



**Cartographie des risques - Eolienne P1E5**



**Cartographie des risques - Eolienne P2E1**