

PROJET EOLIEN DU SANTERRE

Commune de Fouquescourt
Département de la Somme

ETUDE DE DANGERS
Résumé non technique



ETD - Novembre 2016



PROJET EOLIEN DU SANTERRE
Commune de Fouquescourt
Département de la Somme

Demande d'autorisation unique en matière d'ICPE

Etude de dangers – Résumé non technique

Novembre 2016

Maître d'ouvrage : Vents des champs SAS



Energies et Territoires Développement

<p>ETD Brest Pôle d'innovation de Mescoat 29800 LANDERNEAU Tél : +33 (0)2 98 30 36 82 Fax : +33 (0)2 98 30 35 13</p>	<p>ETD Amiens 4 rue de la Poste BP 30015 80160 CONTY Tél/Fax : 03 22 46 99 07</p>	<p>ETD Roanne Télépôle - 27, rue Langénieux 42300 ROANNE Tél : +33 (0)4 77 23 78 20 Fax : +33 (0)4 77 23 78 46</p>
---	--	---

PROJET EOLIEN DU SANTERRE

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

INTRODUCTION

Ce document constitue le résumé non technique de l'étude de dangers du projet de parc éolien du Santerre, situé sur les communes de Fouquescourt et Maucourt dans le département de la Somme. Ce projet est constitué de **10 éoliennes** et d'un poste de livraison pour une puissance totale de 20 Mégawatts.

Bien que la présente demande d'autorisation porte seulement sur les 4 éoliennes de Fouquescourt, l'étude de danger concerne l'ensemble du parc éolien du Santerre soit les 10 éoliennes.

Ce projet est porté par la société **Vents des Champs SAS**, maître d'ouvrage du projet et futur exploitant du parc éolien. C'est au nom de cette société de projet qu'est faite la demande d'autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement ainsi que toutes les autres autorisations administratives ou réglementaires. L'étude de dangers a été réalisée par le bureau d'études Energies et Territoires Développement.

En application de la loi du 12 juillet 2010¹ dite loi Grenelle II, les éoliennes sont désormais soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), et classées dans la rubrique 2980.

Le projet de parc éolien du Santerre comportant des éoliennes de plus de 50 m de mât relève du régime d'autorisation unique², et une étude de dangers est nécessaire.

L'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Le modèle d'éolienne choisi pour ce parc éolien est l'éolienne **Vestas V90 2 MW**, avec une hauteur d'axe de 80 mètres et un diamètre de rotor de 90 mètres, soit une hauteur totale de **125 mètres**. A noter qu'une machine équivalente pourrait être envisagée : c'est-à-dire une éolienne présentant les mêmes dimensions, construites selon les mêmes normes, présentant les mêmes dispositifs de sécurité et les mêmes certifications.

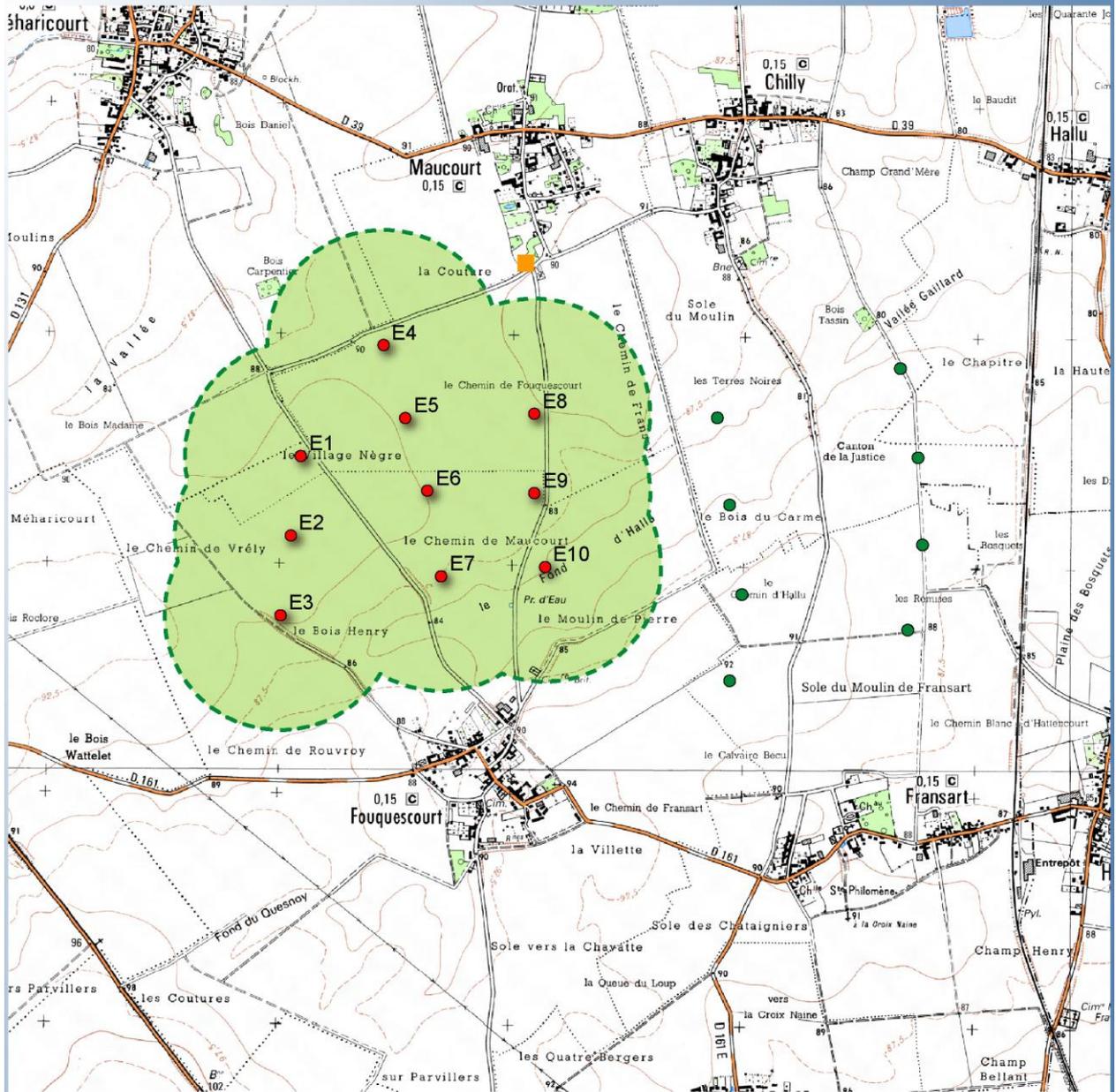
L'étude de dangers s'est appuyée sur le guide technique « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » de mai 2012, réalisé par l'INERIS et le Syndicat des Energies Renouvelables / France Energie Eolienne (SER-FEE) et validé par la Direction Générale de Prévention des Risques dans un courrier daté du 4 juin 2012 adressé au Syndicat des Energies Renouvelables. Elle comporte des données spécifiques à l'éolienne Vestas V90 2 MW, en utilisant les données fournies par la société Vestas.

¹ Loi n°2010-788 portant engagement national pour l'environnement

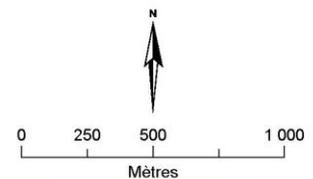
² Décret n° 2014-450 du 2 mai 2014 mettant en place à titre expérimental pour les parcs éoliens dans certaines régions dont la Picardie et pour une durée de trois ans une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement.

IDENTIFICATION DES EOLIENNES ET PERIMETRE D'ETUDE

Projet éolien du Santerre



- Eolienne
- Périmètre d'étude (500 mètres)
- Poste de livraison
- Parc éolien de la Côte Noire



Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Identification des éoliennes et périmètre d'étude

PERIMETRE D'ETUDE

Compte tenu de la spécificité 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 un périmètre de **500 mètres** autour du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection. A ce périmètre de 500 mètres a été ajouté le périmètre du poste de livraison. Celui-ci ne présente pas d'enjeu en dehors de sa limite de propriété. Le périmètre d'étude des 500 mètres concerne les communes de Fouquescourt, Maucourt et Méharicourt.

DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET IDENTIFICATION DES ENJEUX

Le projet éolien du Santerre s'étend sur le territoire de 2 communes : Fouquescourt et Maucourt, situées à l'est du département de la Somme (80). Ces deux localités appartiennent à la Communauté de Communes du Santerre et figurent parmi les communes déclarées favorables au développement de l'éolien dans le Schéma Régional éolien, annexe du Schéma Régional Climat Air Energie de Picardie, approuvé en Juin 2012.

Le site éolien est situé sur le plateau cultivé du Santerre, à 8 km environ au nord de Roye et à un peu plus de 3 km à l'est des tracés de l'autoroute A1 et de la LGV Nord-Europe. Il s'étend sur environ 1,3 km du nord au sud et d'est en ouest, dans le prolongement ouest du parc éolien existant de la Côte Noire (8 éoliennes).

Conformément à la loi du 12 juillet 2010, les éoliennes sont toutes situées à plus de 500 mètres des habitations. Les distances approximatives entre les premières habitations et les éoliennes sont les suivantes :

Habitations	Eolienne	distance en mètres
nord Fouquescourt	E7	637
nord Fouquescourt	E10	649
sud Maucourt	E8	728
nord-ouest Fouquescourt	E3	768
sud Maucourt	E4	780
sud Maucourt	E5	931
nord Fouquescourt	E9	957
nord-ouest Fouquescourt	E2	1006
nord Fouquescourt	E6	1006
nord-ouest Fouquescourt	E1	1294

Le périmètre de l'étude de dangers n'est traversé que par des routes secondaires d'intérêt local dont le trafic est inférieur à 500 véhicules par jour, ainsi que par quelques chemins d'exploitation agricole. Par ailleurs, dans le périmètre d'étude de l'éolienne E10 (à environ 440 m), se trouve un petit cimetière britannique (cimetière militaire du Commonwealth de Fouquescourt - Grande Guerre – comportant 376 tombes) représentant une surface de 1200 m² et dont il a été tenu compte.

Dans le périmètre de l'étude de dangers (soit dans le rayon des 500 mètres autour des éoliennes), à l'exception du cimetière britannique de Fouquescourt, on ne recense aucun autre terrain aménagé potentiellement fréquenté, ni sentier de randonnée, ni aucune voie de circulation structurante, ni voie ferrée, ni voie navigable, aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité.

SYNTHESE DES ENJEUX

Au final, et selon les critères de l'étude de dangers³, les enjeux humains suivants ont été identifiés dans le périmètre de l'étude (soit dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes) :

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le périmètre de l'étude.
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies à faible circulation et chemins d'exploitation du périmètre d'étude.

La détermination du nombre de personnes (enjeux humains en équivalent personnes permanentes - epp) exposées dans le périmètre de l'étude de dangers est basée sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de dangers. Ont été distingués :

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse d'1 personne permanente pour 10 ha.
- Le cimetière britannique de Fouquescourt qui constitue un terrain aménagé potentiellement fréquenté avec l'hypothèse d'une fréquentation de 10 personnes permanentes à l'hectare en moyenne annuelle.

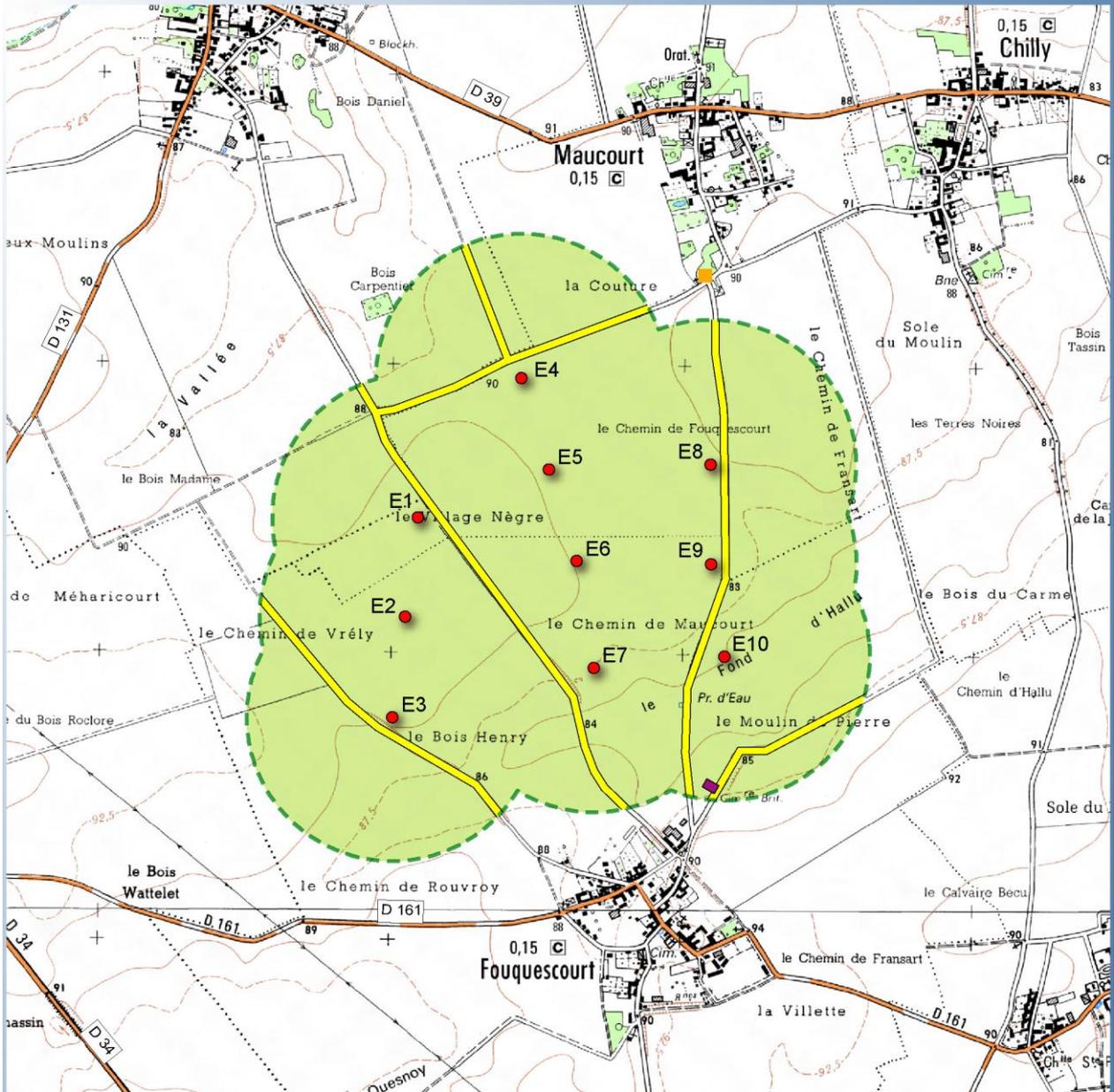
Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage mentionnées ci-dessus, la fréquentation moyenne du périmètre d'étude (500 m) en équivalent personnes permanentes (epp) est la suivante :

Eolienne	Enjeu: personnes non abritées				Enjeu: véhicules			Total epp
	Terrains non aménagés		Cimetière britannique de Fouquescourt		Voies peu fréquentées			
	S (ha)	epp	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	
E1	78.5	0.79			1 680	1.01	0.10	0.89
E2	78.5	0.79			1 610	0.97	0.10	0.88
E3	78.5	0.79			1 005	0.60	0.06	0.85
E4	78.5	0.79			1 410	0.85	0.08	0.87
E5	78.5	0.79			1 230	0.74	0.07	0.86
E6	78.5	0.79			980	0.59	0.06	0.84
E7	78.5	0.79			1 640	0.98	0.10	0.88
E8	78.5	0.79			1 000	0.60	0.06	0.85
E9	78.5	0.79			1 000	0.60	0.06	0.85
E10	78.5	0.79	0.12	1.20	1 640	0.98	0.10	2.08

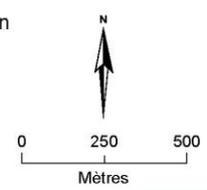
³ L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation d'exploiter impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes.

SYNTHESE DES ENJEUX

Projet éolien du Santerre



- Eolienne
- ▭ Périimètre d'étude (500 mètres)
- Poste de livraison
- Enjeux humains
- ▭ Terrains agricoles
- ▬ Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation
- Cimetière britannique



Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

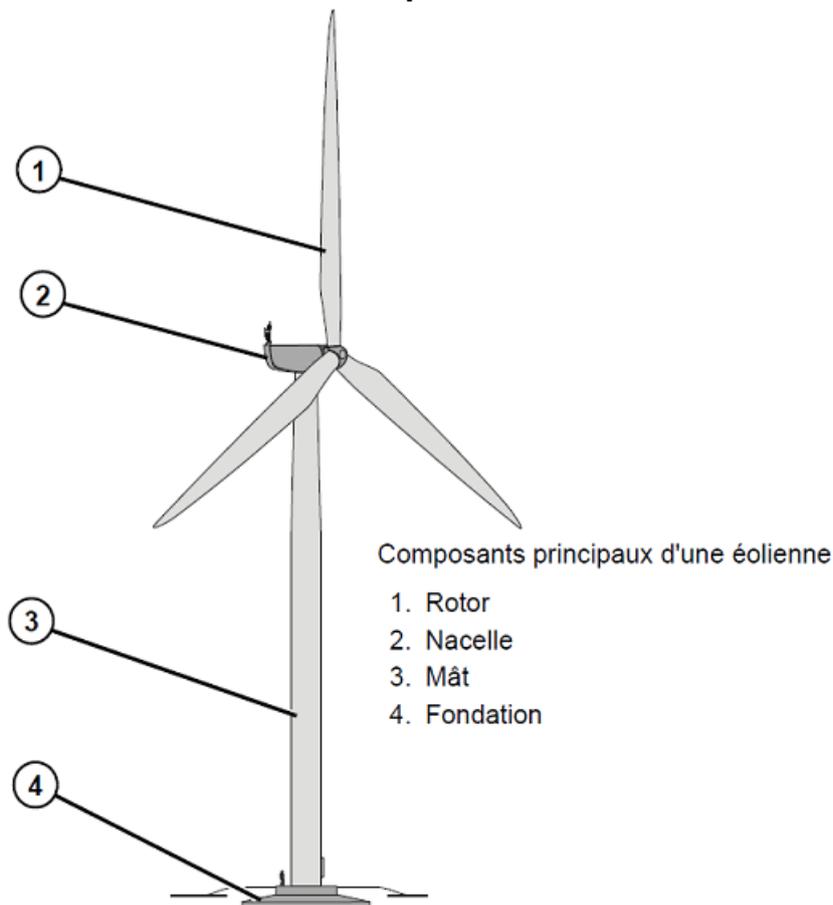
Carte de synthèse des enjeux

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION – PROCEDE ET FONCTIONNEMENT

Les éoliennes sont des machines utilisant la force motrice du vent pour produire de l'électricité. Le projet du parc éolien du Santerre est composé de 10 éoliennes Vestas V90 2 MW (soit une puissance totale de 20 MW) et d'un poste de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 80 mètres et un diamètre de rotor de 90 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 125 mètres.

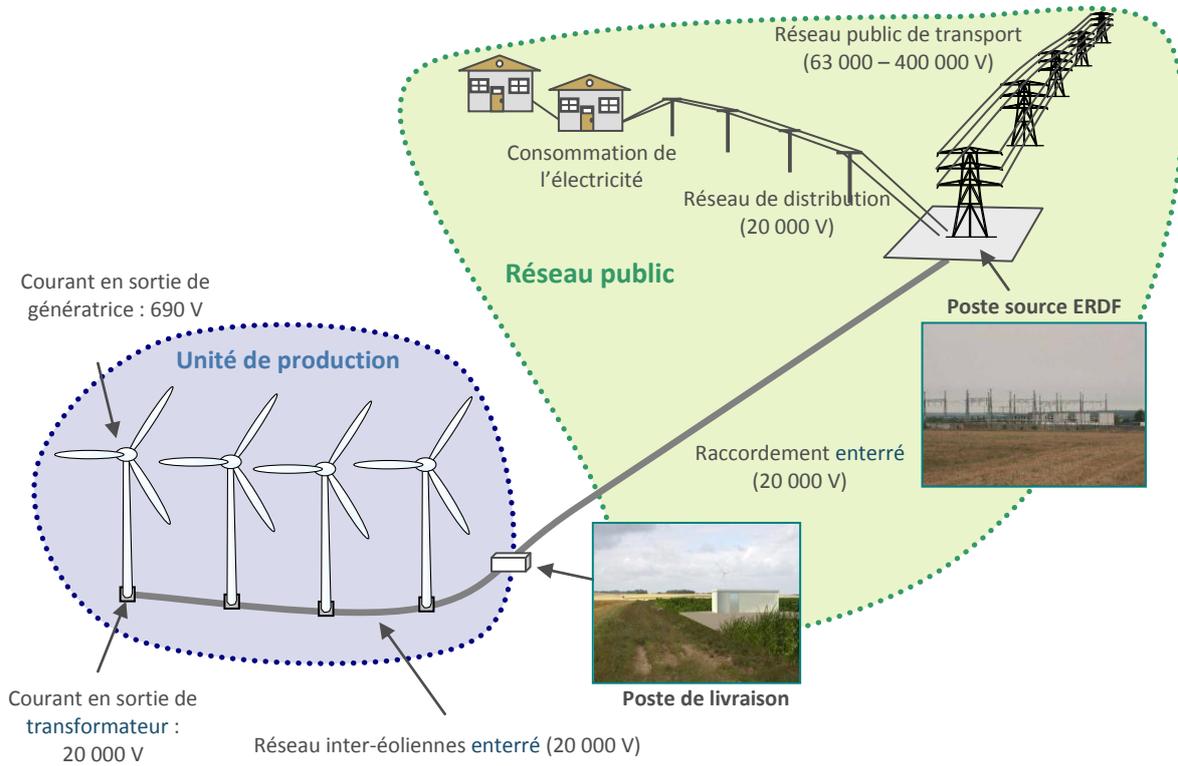
Une éolienne est constituée des éléments principaux suivants :

- un rotor, constitué du moyeu, de trois pales et du système à pas variable (1)
- une nacelle supportant le rotor, dans laquelle se trouvent des éléments techniques indispensables à la génération d'électricité (train d'entraînement, éventuellement multiplicateur, génératrice, système d'orientation, ...) (2)
- un mât maintenant la nacelle et le rotor (3) ;
- une fondation assurant l'ancrage de l'ensemble (4) ;
- un transformateur (situé ici dans le pied de mât) et une installation de commutation moyenne tension ;



La vitesse du vent entraîne la rotation des pales, entraînant avec elles la rotation d'une génératrice. L'éolienne Vestas V90 2 MW utilise une technologie d'entraînement par multiplicateur. L'électricité produite est évacuée de l'éolienne après transformation puis délivrée directement sur le réseau électrique. Concrètement une éolienne fonctionne dès lors que la vitesse du vent est suffisante pour entraîner la rotation des pales. Plus la vitesse du vent est importante, plus l'éolienne délivrera d'électricité (jusqu'à atteindre le seuil de puissance maximum de l'éolienne).

On parle de parc éolien ou de ferme éolienne pour décrire les unités de productions groupées. Le fonctionnement du parc éolien et la distribution électrique sur le réseau sont illustrés par la figure suivante :



Les principales caractéristiques des éoliennes du projet sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

CARACTERISTIQUES DE L'EOLIENNE VESTAS V90 2 MW

Eolienne	Vestas V90 2 MW
Puissance nominale	2000 kW
Diamètre du rotor	90 m
Hauteur du moyeu	80 m
Vitesse de démarrage	4 m/s
Vitesse nominale	14 m/s
Vitesse de vent de coupure	25 m/s
Rotor :	
Type	Rotor face au vent avec système actif de réglage des pales
Sens de rotation	Sens horaire
Nombre de pales	3
Surface balayée	6 362 m ²
Matériau des pales	Fibre de verre (résine époxy) avec renforcement fibres de carbone
Vitesse de rotation	Variable, 9,6 à 17 tours / minute
Transmission et Générateur:	
Mode d'entraînement	Avec multiplicateur
Générateur	Générateur triphasé asynchrone à rotor bobiné.
Principaux systèmes de sécurité :	
Système de freinage	Freinage aérodynamique par orientation des 3 pales et freinage mécanique sur l'arbre rapide. Système autonome en cas de coupure réseau
Protection foudre	Equipement parafoudre des pales et de l'éolienne (système conforme à la norme IEC 61400-24, relative à la protection contre la foudre des éoliennes). Protection contre les surtensions des principaux composants et des éléments de sécurité.
Système de détection de givre / glace	Détection par plusieurs sondes indépendantes des conditions météorologiques propices à la formation de givre. Détection des modifications du comportement aérodynamique du rotor. Capteurs de vibrations. Arrêt de l'éolienne et redémarrage sous conditions.
Surveillance à distance	Système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Les éoliennes Vestas V90 2 MW font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes.

Le parc éolien du Santerre est composé d'éoliennes Vestas V90 2 MW de hauteur d'axe 80 m, classées IEC III A. – Ci après la comparaison entre les vents estimés sur le site à hauteur d'axe des éoliennes et la classe de vent de l'éolienne retenue:

	Vents estimés sur le site à hauteur d'axe (80 m)	Classe de vitesse de vent de l'éolienne retenue: IEC III
Moyenne annuelle	6,7 m/s	inférieure à 7,5 m/s
Moyenne sur 10 mn maximale / 50 ans	36 m/s	inférieure à 37,5 m/s
Moyenne sur 3 secondes maximale / 50 ans	Rafale maximale sur 3 secondes non disponible, mais inférieure au vent maximal instantané de 49 m/s	inférieure à 52,5 m/s

Pour les 3 critères de vitesse de vent de la norme IEC 61400-1, le site présente des vitesses de vent inférieures aux maxima de la classe **IEC III** de l'éolienne retenue.

Il s'agit de vitesses moyennes. Des vitesses de vent instantané supérieures peuvent être supportées par les éoliennes et des coefficients de sécurité sont appliqués lors de leur conception.

POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION ET AGRESSIONS POTENTIELLES

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence 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., ainsi que l'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle.

Les potentiels de danger liés aux produits

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement. La majorité des produits entrants sont des lubrifiants permettant le bon fonctionnement des machines. Ils ne sont pas classés comme des produits inflammables mais restent cependant combustibles. Les risques associés à ces différents produits sont :

- L'incendie : des produits combustibles sont présents le site. Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu.
- La toxicité : Ce risque peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie.
- La pollution : En cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

Les potentiels de danger liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien (hors causes externes) sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'éolienne (boulons, morceaux d'équipements, etc.)
- Projection d'éléments (morceau de pale)
- Effondrement de tout ou partie de l'éolienne
- Echauffement de pièces mécaniques pouvant conduire à un départ de feu
- Courts-circuits électriques (à l'intérieur de l'éolienne ou du poste de livraison) pouvant conduire à un départ de feu.

Les agressions externes potentielles

Aucun aéroport n'est présent dans un rayon de 2 km des éoliennes. Aucune installation classée pour l'environnement (autre que les autres éoliennes du parc) n'est présente dans un rayon de 200 m des éoliennes. Il n'existe aucune ligne à haute tension ou canalisation de transport de gaz, hydrocarbures ou produits chimiques dans le périmètre des 200 m.

En ce qui concerne les phénomènes naturels, les agressions externes potentielles à considérer sont principalement les tempêtes et la formation de glace.

Les tempêtes : Les vents violents peuvent être la cause de détériorations de structures, de chute/pliage de mât, de survitesse des pales et de projection de pales. Les vents violents sont pris en compte dans le dimensionnement des éoliennes.

Du point de vue de la résistance aux vents extrêmes, l'éolienne retenue est de classe IEC III A. Pour les 3 critères de vitesse de vent de la norme IEC, le site présente des vitesses de vent inférieures aux maxima de la classe de l'éolienne retenue. Il s'agit de vitesses moyennes. Des

vitesses de vent instantané supérieures peuvent être supportées par les éoliennes et des coefficients de sécurité sont appliqués lors de leur conception.

La formation de glace ou l'accumulation de neige : Il est possible que de la glace se forme sur les éoliennes en période hivernale, que ce soit sur les pales, le moyeu ou sur la nacelle. L'augmentation de température entraînant la fonte partielle ou la mise en rotation du rotor peuvent alors provoquer des chutes de glace ou des projections de morceaux de glace.

Le projet européen Wind Energy production in COld climates (WECO)⁴, piloté par l'institut météorologique de Finlande, a établi une carte européenne des zones les plus exposées au givre. Il apparaît que le secteur ne présente qu'un risque occasionnel (moins de 1 jour par an).

En ce qui concerne le risque sismique : Le département de la Somme figure intégralement en zone de sismicité 1 (risque « très faible »). Dans ces zones, aucune construction à risque normal n'est soumise à des règles de construction parasismique. A noter que la classe normative des sols sera déterminée après les sondages de reconnaissance qui seront exécutés dans le cadre des études d'avant projet.

Le site se situe entièrement en zone de grande culture. Aucun incendie n'y a été répertorié. Les communes d'accueil ne présentent pas de sensibilité au risque feux de forêts.

Réduction des potentiels de danger à la source

Dès la conception du projet, la société Vents des Champs SAS a veillé à réduire autant que possible les potentiels de dangers en intégrant cet aspect dans le choix du positionnement des éoliennes. La distance minimale aux habitations observée sur ce projet est de 637 m.

Les éoliennes sont implantées en terrain essentiellement agricole très peu fréquenté. Les enjeux additionnels considérés sont ceux liés à la présence de quelques voies à faible circulation et chemins d'exploitation agricole, ainsi qu'à celle du cimetière britannique de Fouquescourt. Dans le périmètre de l'étude de dangers (soit dans le rayon des 500 m autour des éoliennes), on ne note aucun autre terrain aménagé potentiellement fréquenté, ni chemin de randonnée, ni aucune voie de circulation structurante, ni voie ferrée, ni voie navigable, aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité. Le site se situe en dehors des zones à risques de mouvements de terrain.

D'autre part, le choix d'un modèle d'éolienne de conception récente, respectant les normes européennes et certifiée a été effectué afin d'assurer une sécurité optimale de l'installation. En ce qui concerne la résistance aux tempêtes, ces éoliennes sont certifiées IEC III A (norme IEC 61400-1, voir plus haut), Elles sont aussi conformes au standard international IEC 61400-24 relatif à la protection contre la foudre.

Concernant la projection de bris de glace, la réduction des dangers est assurée via un système de déduction de présence de glace sur les pales, voire l'arrêt complet de la machine en cas de gel sévère. Conformément à la réglementation ICPE, des panneaux d'information seront mis en place pour informer les riverains des risques éventuels.

⁴ Source : Finnish meteorological institute, http://www.fmi.fi/research_meteorology/meteorology_9.html
Energies et Territoires Développement
Projet éolien du Santerre

ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

L'analyse de l'accidentologie montre que les incidents liés aux éoliennes de par le monde sont relativement peu nombreux. D'après les données disponibles les incidents de type chute d'éolienne, projection de débris ou de glace, ou incendie sur les éoliennes n'ont jamais entraîné de décès dans le monde.

Les décès liés à l'éolien touchent presque exclusivement les personnes concernées par les opérations de maintenance ou de construction. Aucune personne extérieure au service n'est décédée à cause d'un accident sur une éolienne.

En France plus particulièrement, les accidents ont concerné en majorité des éoliennes qui ne sont plus construites aujourd'hui (éoliennes Jeumont abandonnées, éoliennes de petite taille...) et les seuls décès constatés sont liés à la maintenance, ou bien aux efforts fournis pour atteindre le haut d'une éolienne (décès par crise cardiaque).

D'après le Conseil Général des Mines la mortalité liée aux éoliennes s'élevait en 2000 à 0,15 mort par TéraWatheure produit. Celle-ci diminue par rapport aux années 90 où elle s'élevait à 0,4, et ce grâce aux progrès techniques. La production 2009 française s'élevant à 7,8 TéraWatheure, la probabilité d'un décès serait de 1,15 par an. **Cette donnée statistique concerne exclusivement les opérations de maintenance.**

Notons que le risque lié à ces opérations de maintenance, ainsi que celui lié à l'introduction de visiteurs dans une éolienne, ne sont pas abordés dans l'étude de dangers.

Aucun incident de type susmentionné n'a été recensé sur les sites dont le suivi d'exploitation est réalisé par les sociétés actionnaires. Six éoliennes VESTAS apparaissent aujourd'hui dans l'accidentologie française répertoriée.

EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation sont identifiés. Ensuite sont identifiés les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes tierces.

Les évènements exclus de l'analyse de risque

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les évènements suivants sont exclus de l'analyse des risques : chute de météorite, séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence, crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, évènements climatiques d'intensité supérieure aux évènements historiquement connus ou prévisibles, chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome, rupture de barrage, actes de malveillance. Du fait du choix du site d'implantation, certains risques ont été volontairement écartés de l'analyse des risques, il s'agit des avalanches, des inondations, des tsunamis, des accidents ferroviaires et de la perturbation des signaux (radars, hertziens, etc.)

Identification des phénomènes redoutés centraux

Les causes d'accident sont multiples, de la foudre à un défaut de maintenance, d'une erreur de conception à une tempête. Elles sont présentées en détail dans l'étude de dangers. Des mesures de réduction sont d'ores et déjà appliquées par les constructeurs d'éoliennes et les exploitants afin de réduire ces causes d'accident et leurs conséquences.

Ces causes conduisent cependant à un nombre limité d'évènements redoutés centraux qui peuvent conduire à un accident touchant des personnes. N'ont été retenus que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine. Les évènements redoutés centraux retenus sont les suivants :

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

Rappel des principaux systèmes de sécurité des éoliennes récentes :

Système de freinage : Freinage aérodynamique par orientation des 3 pales. Système autonome en cas de coupure réseau.

Protection foudre : Equipement parafoudre des pales et de l'éolienne (système conforme à la norme IEC 61400-24, relative à la protection contre la foudre des éoliennes). Protection contre les surtensions des principaux composants et des éléments de sécurité.

Système de détection de givre / glace : Détection des conditions météorologiques propices à la formation de givre. Détection des modifications du comportement aérodynamique du rotor. Capteurs de vibrations. Arrêt de l'éolienne et redémarrage sous conditions.

Surveillance des principaux paramètres : Un système de surveillance complet garantit la sécurité de l'éolienne. Toutes les fonctions pertinentes pour la sécurité (par exemple : vitesse du rotor, températures, charges, vibrations) sont surveillées. L'éolienne est immédiatement arrêtée si l'un des capteurs détecte une anomalie sérieuse.

ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude de dangers doit caractériser chaque scénario d'accident majeur potentiel retenu dans l'étude préliminaire des risques en fonction des paramètres suivants : cinétique, intensité, gravité, probabilité.

Ces 4 paramètres ont été étudiés pour les 5 évènements redoutés centraux retenus (chute d'élément, chute de glace, effondrement, projection d'élément ou de glace). Rappelons les d'enjeux pris en compte dans le périmètre d'étude du projet du Santerre :

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le périmètre de l'étude.
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies à faible circulation et chemins d'exploitation du périmètre d'étude.

Par éolienne, et pour chacun des évènements redoutés, le risque a été caractérisé de la façon suivante :

- Par sa cinétique ;
- Calcul de la fréquentation de chacun des périmètres d'effet concernés en fonction des enjeux. Détermination de la « gravité » de l'évènement, fonction de son « intensité (exposition) » et de la fréquentation du périmètre concerné ;
- Détermination de l'acceptabilité du risque (fonction de la probabilité et de la gravité de l'évènement), selon la matrice de criticité usuelle.

Cinétique

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des évènements. Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri.

Dans le cadre de cette étude de dangers, il a été considéré que tous les accidents étudiés ont une cinétique rapide.

Portée des évènements

La première étape de l'étude de dangers a consisté à définir la portée maximale de chacun des évènements redoutés centraux. Les distances, basées sur les dimensions de l'éolienne, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Evènement	Portée maximale
chute d'éléments	46 m
chute de glace	46 m
Effondrement de l'éolienne	125 m
projection glace	255 m
projection de tout ou partie de pale	500 m

En dehors de ces zones d'effet, l'exposition a été considérée comme nulle.

Intensité (exposition)

Dans le cadre du guide pour l'étude de dangers des parcs éoliens, des seuils d'exposition ont été définis en fonction du rapport entre la surface atteinte par l'élément projeté et la surface totale de la zone exposée.

L'exposition est jugée forte pour les scénarios d'effondrement de l'éolienne et de chute d'éléments, c'est-à-dire que le rapport entre l'élément et la surface de la zone d'effet est compris entre 1 et 5%. Pour les autres scénarios, l'exposition est considérée modérée (inférieure à 1%)

Gravité

La gravité correspond au nombre de personnes potentiellement impactées. Les seuils retenus pour l'étude sont liés au degré d'exposition.

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

La détermination du nombre de personnes (enjeux humains en équivalent personnes permanentes) exposées dans chacune des zones d'effet est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de danger (fiche n°1 de la circulaire). Ont été distingués ici :

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles).
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation.
- Le cimetière britannique de Fouquescourt qui constitue un terrain aménagé potentiellement fréquenté.

Le détail par éolienne figure au paragraphe « Etude détaillée des risques » de l'étude. Pour le projet étudié, les niveaux de gravité rencontrés varient de « modéré » à « sérieux » selon les éoliennes et le type de risque.

Probabilité

La probabilité de réalisation d'un accident peut être caractérisée en 5 classes : la classe A correspond à une probabilité supérieure à 10^{-2} (plus d'une chance sur 100 que l'évènement se produise dans l'année), la classe E à une probabilité inférieure à 10^{-5} (moins d'une chance sur cent mille)

Conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005, la probabilité prise en compte est celle de la survenue du phénomène dangereux (par exemple l'effondrement de l'éolienne) et non la probabilité d'atteinte d'une cible. Ces probabilités ont été calculées par l'Ineris sur la base des fréquences des accidents rencontrés en France et dans le monde. Les retours d'expérience sont en effet suffisamment précis pour permettre cette méthode. Dans certains cas, la mise en place de mesures de sécurité adaptées a été prise en compte. Les probabilités des événements redoutés sont présentées ci-dessous.

Scénario	Probabilité	Echelle qualitative
Chute de glace	A	Courant Peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations
Projection de glace	B	Probable Peut se produire pendant la durée de vie des installations
Chute d'élément de l'éolienne	C	Improbable Evènement déjà rencontré sans que les mesures de corrections apportées garantissent sa réduction significative
Effondrement de l'éolienne	D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesure correctives
Projection d'élément de pale	D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesure correctives

Synthèse : caractérisation des accidents majeurs

Le tableau ci-dessous récapitule pour le projet du Santerre, pour chaque événement retenu, les paramètres de risques : portée, intensité (exposition), probabilité et le niveau de gravité :

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité d'exposition	Probabilité	Niveau de gravité des conséquences (fonction de l'intensité d'exposition et du nombre de personnes)
Effondrement de l'éolienne	125 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition forte	D rare	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol 46 m	Rapide	Exposition modérée	A Courant	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol 46 m	Rapide	Exposition forte	C improbable	Sérieux pour toutes les éoliennes
Projection d'éléments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D rare	Sérieux pour l'éolienne 10, Modéré pour les autres éoliennes
Projection de glace	255 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B probable	Modéré pour toutes les éoliennes

SYNTHESE DE L'ACCEPTABILITE DES RISQUES

Pour conclure à l'acceptabilité des risques du projet, les paramètres de gravité et les probabilités de chaque événement retenus ont été croisés dans la matrice de criticité ci-dessous (matrice de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus) :

La matrice de criticité permet de croiser les probabilités de survenue d'un accident (en colonne) avec la gravité potentielle de ces accidents (en ligne). La zone rouge de cette matrice correspond à des accidents non acceptables, pour lesquels des mesures de réduction des risques doivent être mises en œuvre. Dans les zones verte et jaune, aucune mesure de réduction des risques n'est nécessaire.

Projet éolien du Santerre					
Matrice des risques					
		D (rare)	C (improbable)	B (probable)	A (courant)
Niveau de gravité des conséquences	Désastreux				
	Catastrophique				
	Important				
	Sérieux	Effondrement (125 m) Toutes les éoliennes Projection d'éléments (500 m) Pour l'éolienne 10	Chute d'éléments (46 m) Toutes les éoliennes		
	Modéré	Projection d'éléments (500 m) Pour les éoliennes 1 à 9		Projection de glace (255 m) Toutes les éoliennes	Chute de glace (46 m) Toutes les éoliennes

Matrice de criticité obtenue

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 l'ensemble des accidents retenus présente un risque acceptable (faible à très faible).

CONCLUSION

La présente étude de dangers du projet éolien du Santerre, réalisée dans le cadre réglementaire des projets d'installations classées pour la protection de l'environnement et selon la méthodologie décrite par le « Guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »⁵, a retenu les 5 événements suivants susceptibles de générer un risque pour les enjeux humains présents dans le périmètre de l'étude (soit 500 m autour de chaque éolienne) :

- Effondrement de l'éolienne (portée 125 m, rare)
- Chute d'éléments de l'éolienne (portée 46 m, improbable)
- Chute de glace (portée 46 m, courant)
- Projection de glace (portée 255 m, probable)
- Projection d'éléments de pale (portée 500 m, rare)

Les enjeux humains considérés sont ceux liés à la fréquentation des différents périmètres concernés: terrains non aménagés, chemins d'exploitation et voies à faible circulation et le cimetière britannique de Fouquescourt.

Compte tenu de la probabilité des événements retenus et des enjeux humains répertoriés, les risques ont pu être classés de « très faible » à « faible » pour toutes les éoliennes. L'ensemble des risques étudiés se situe dans la zone d'acceptabilité de la grille de criticité applicable, c'est-à-dire qu'ils ne nécessitent pas de mesures supplémentaires de réduction des risques autres que celles déjà prises.

L'ensemble des mesures de prévention et de protection ont été détaillées dans l'étude de dangers. Les principales mesures préventives intégrées aux éoliennes sont :

- des dispositifs de protection contre la foudre ;
- le système de régulation et de freinage par rotation des pales ;
- la détection de givre ;
- les rétentions d'huile sous le multiplicateur et en tête de mât.

Les différents paramètres de fonctionnement et de sécurité sont gérés par un système de contrôle et de commande informatisé.

Par ailleurs, les éoliennes font l'objet d'une maintenance préventive régulière et corrective par un personnel compétent et spécialisé. La maintenance porte sur le fonctionnement mécanique et électrique ainsi que l'état des composants et des structures de la machine. Une inspection visuelle de la machine et des pales est réalisée lors des maintenances préventives afin de détecter des éventuelles fissures ou défauts.

Le niveau de prévention et de protection au regard de l'environnement est considéré comme acceptable. En effet, les accidents répertoriés par l'accidentologie ont dès à présent fait l'objet de mesures intégrées dans la structure des éoliennes « nouvelle génération ». Enfin le respect des prescriptions du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que l'ensemble des accidents majeurs identifiés lors de cette étude de dangers constitue un risque acceptable pour les personnes.

⁵ [19] - SER, FEE, INERIS – Mai 2012.
Energies et Territoires Développement
Projet éolien du Santerre

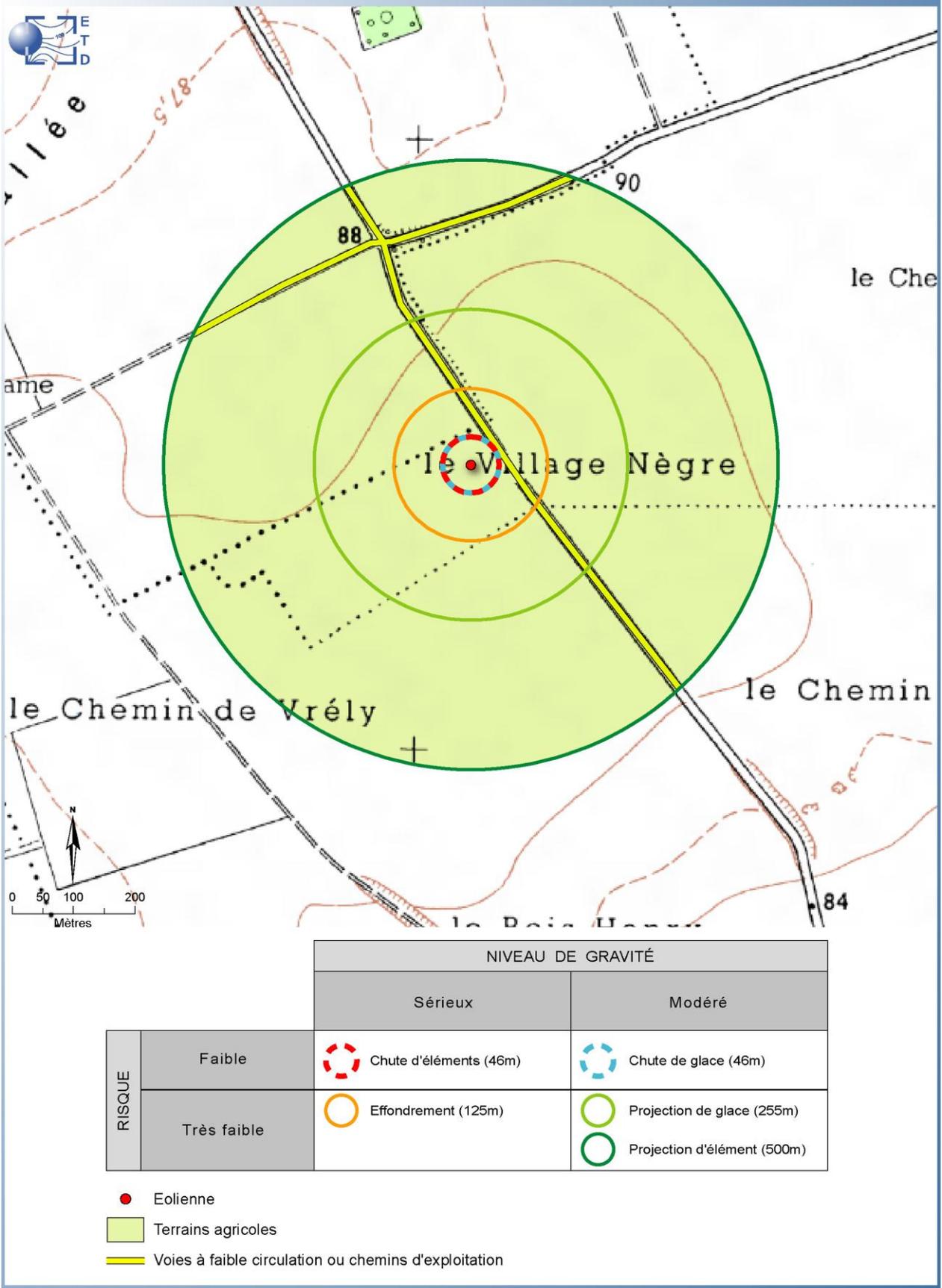
CARTOGRAPHIE DES RISQUES SIGNIFICATIFS

Les cartes de synthèse des risques qui figurent en pages suivantes font apparaître pour chaque éolienne et pour le mât permanent et pour chacun des phénomènes dangereux retenus :

- les **enjeux** étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- Le niveau de **gravité** des conséquences d'un accident, fonction de :
 - o **l'intensité** de l'exposition aux différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de ces phénomènes ;
 - o du **nombre de personnes** permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.
- Le niveau de **risque**, évalué selon la grille de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005

SYNTHESE DES RISQUES : E1

Projet éolien du Santerre

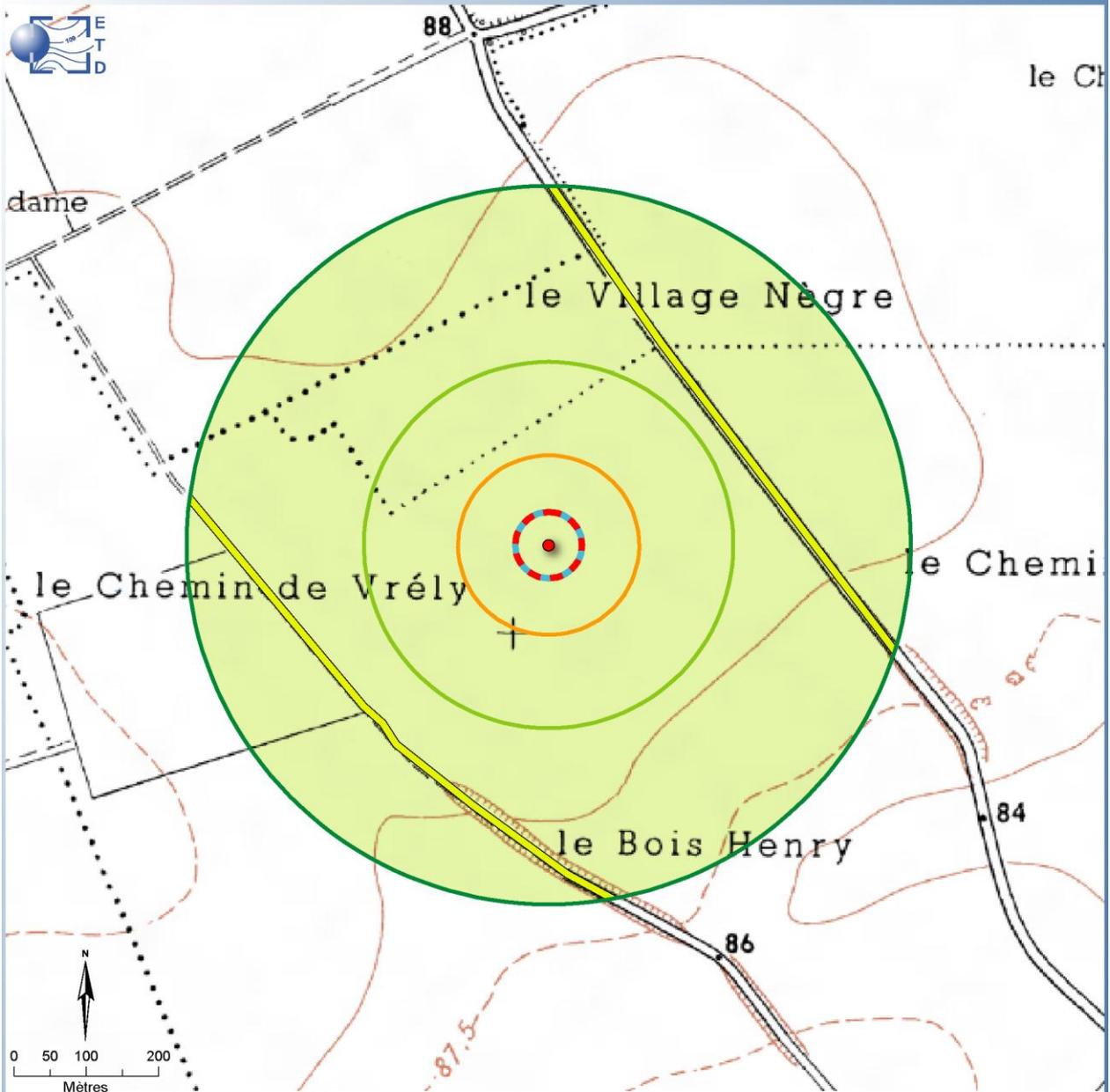


Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E1

SYNTHESE DES RISQUES : E2

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m)	Projection de glace (255m) Projection d'élément (500m)

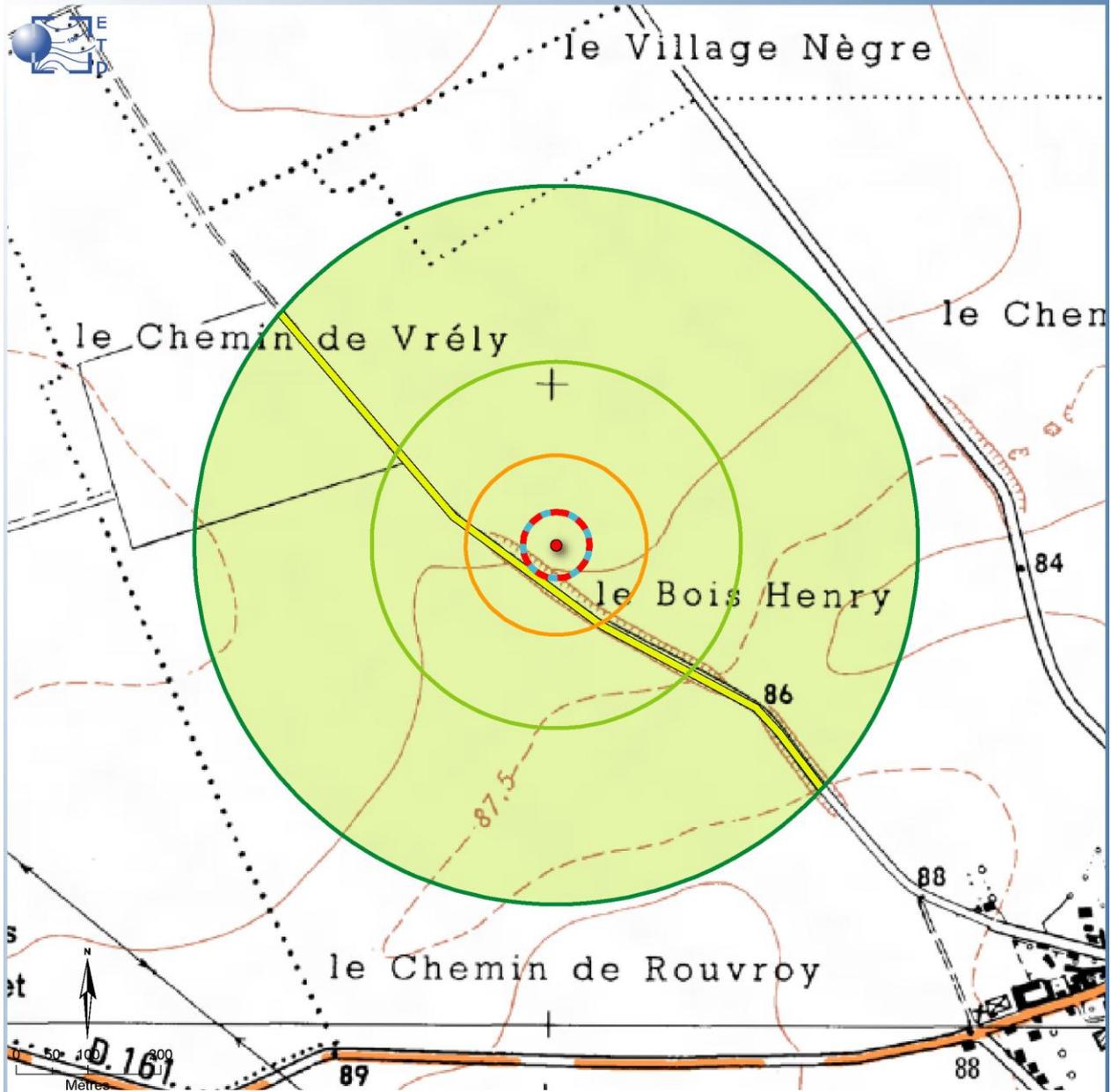
- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E2

SYNTHESE DES RISQUES : E3

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m)	Projection de glace (255m) Projection d'élément (500m)

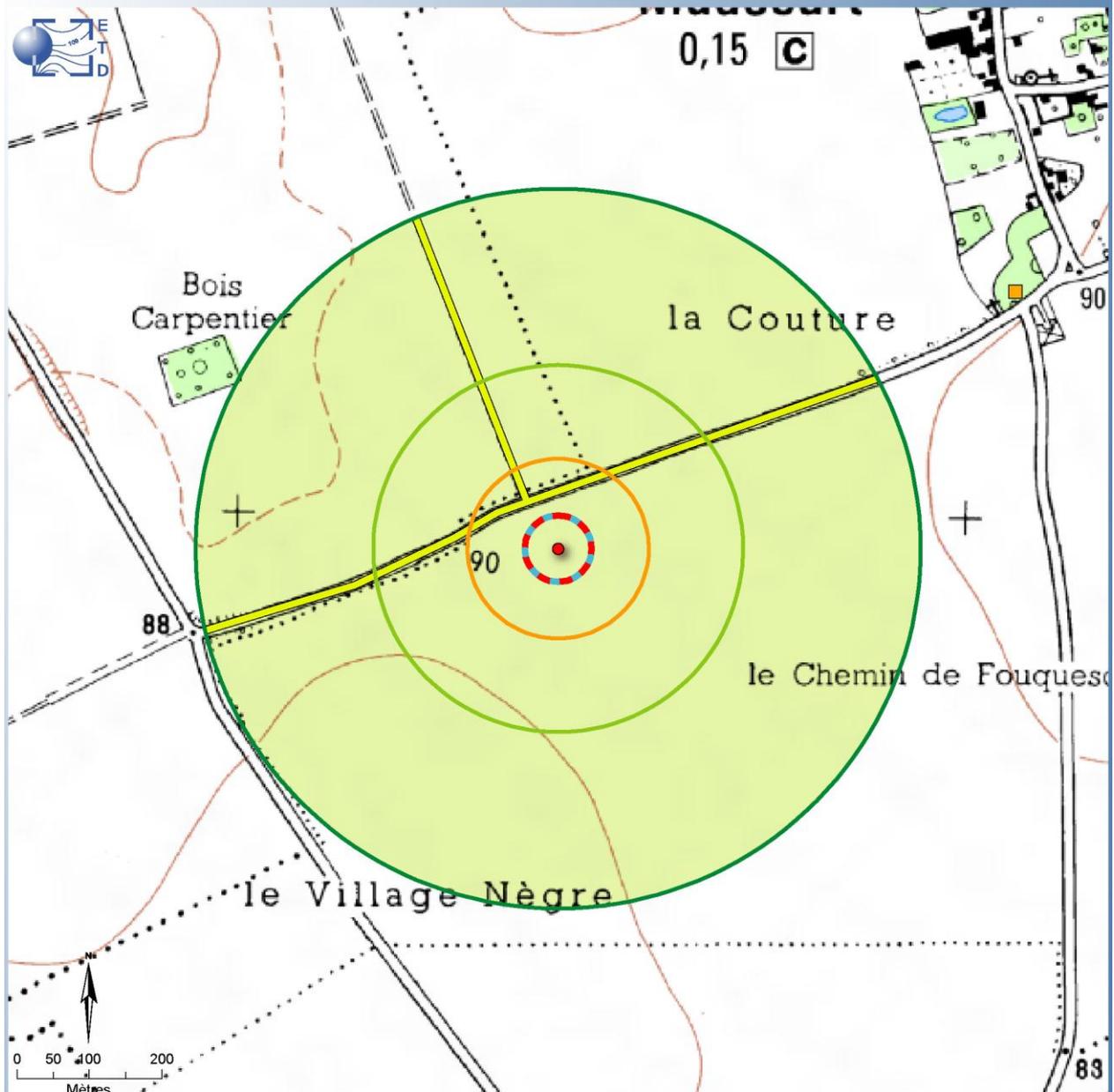
- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E3

SYNTHESE DES RISQUES : E4

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m)	Projection de glace (255m) Projection d'élément (500m)

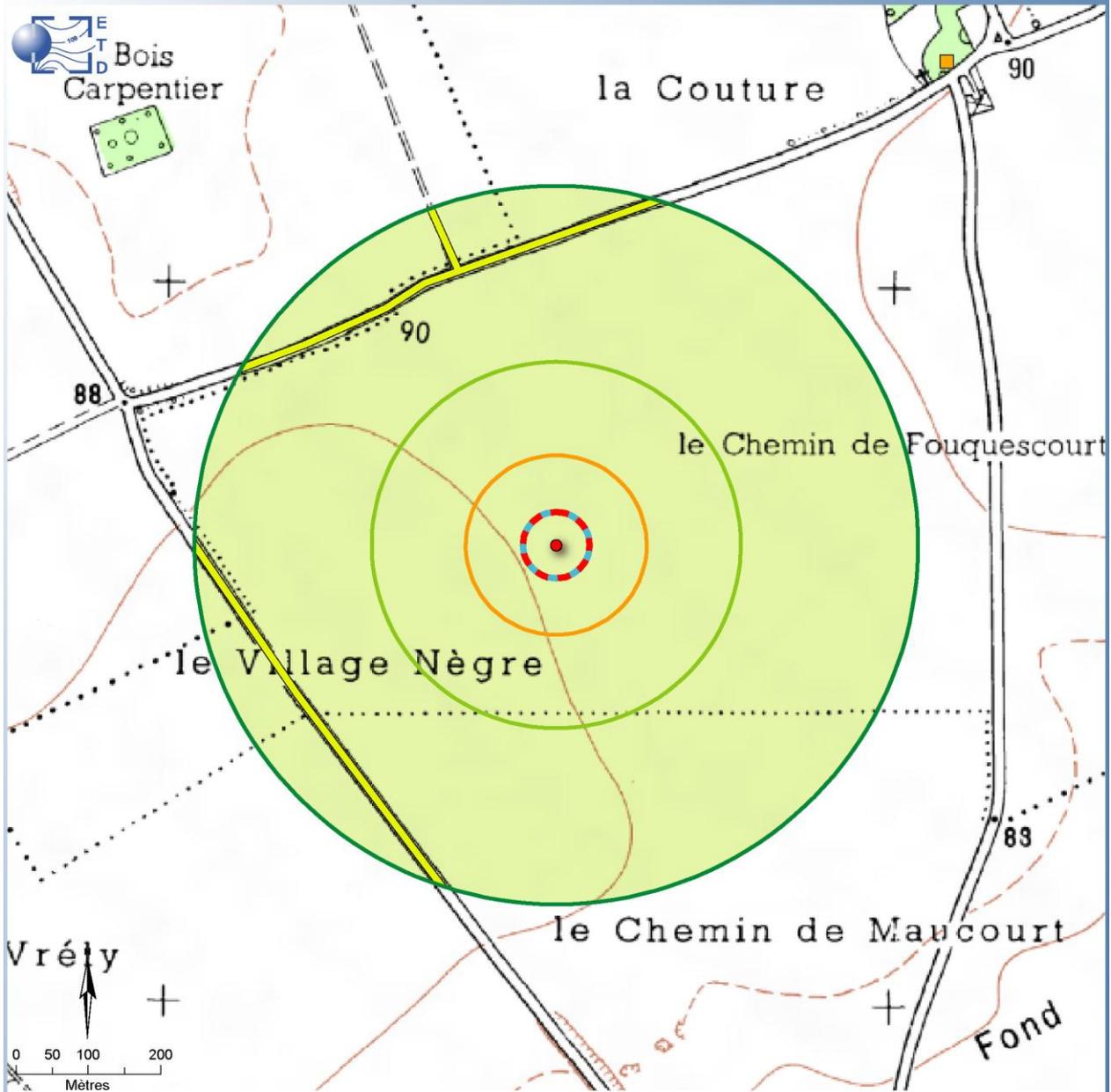
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E4

SYNTHESE DES RISQUES : E5

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m)	Projection de glace (255m) Projection d'élément (500m)

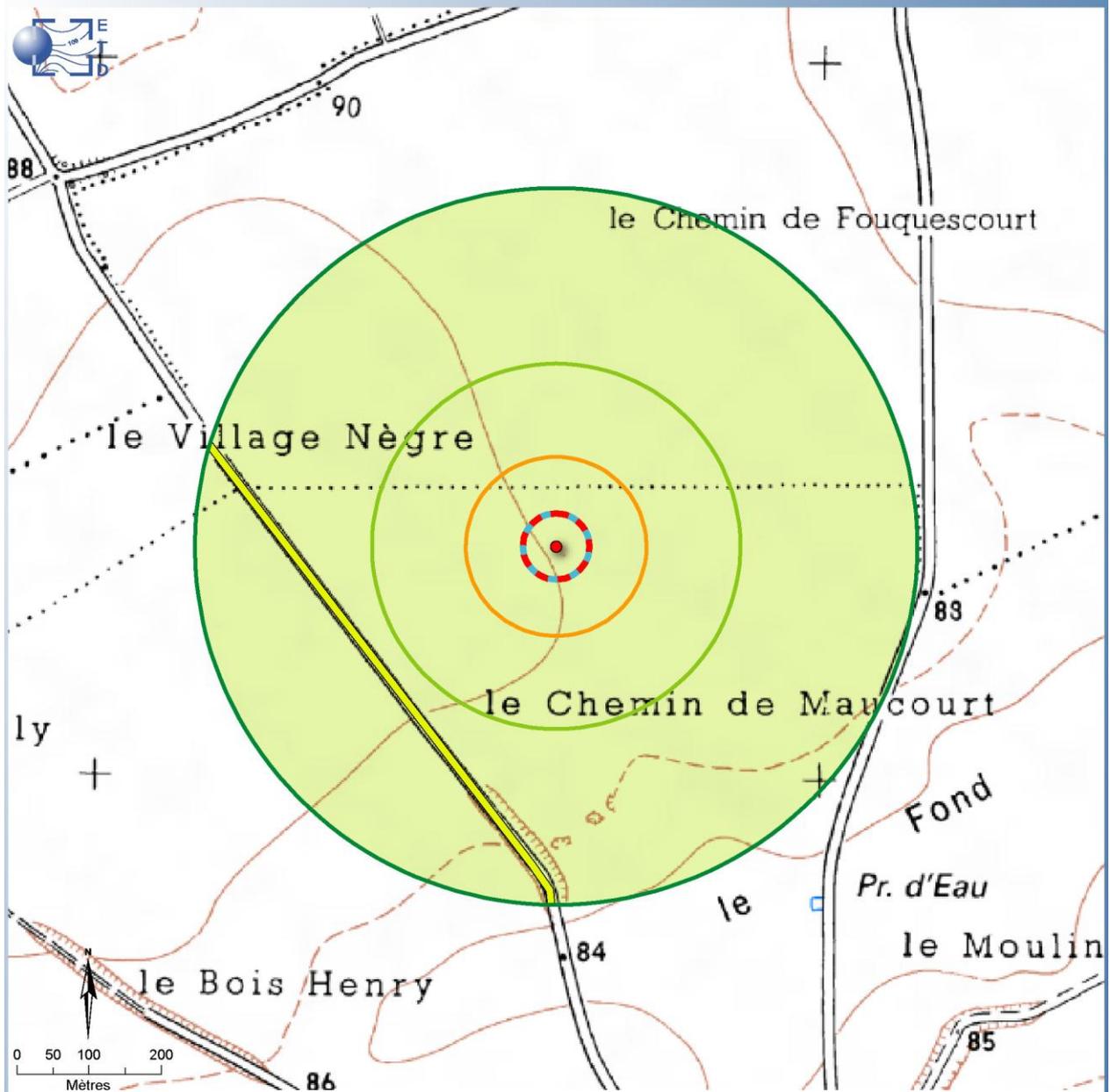
- Eolienne
- Poste de livraison
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E5

SYNTHESE DES RISQUES : E6

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m)	Projection de glace (255m) Projection d'élément (500m)

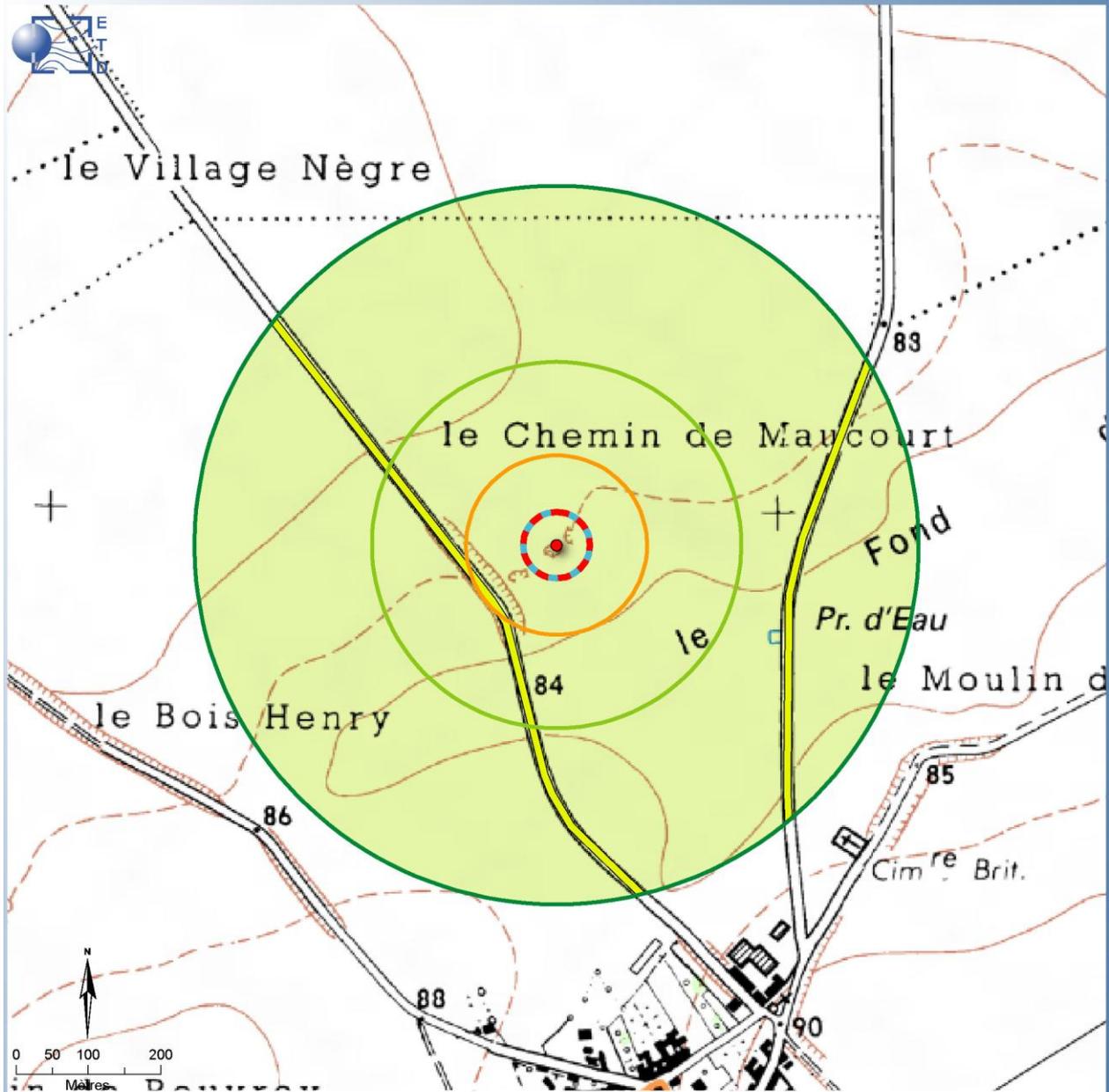
- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E6

SYNTHESE DES RISQUES : E7

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m)	Projection de glace (255m) Projection d'élément (500m)

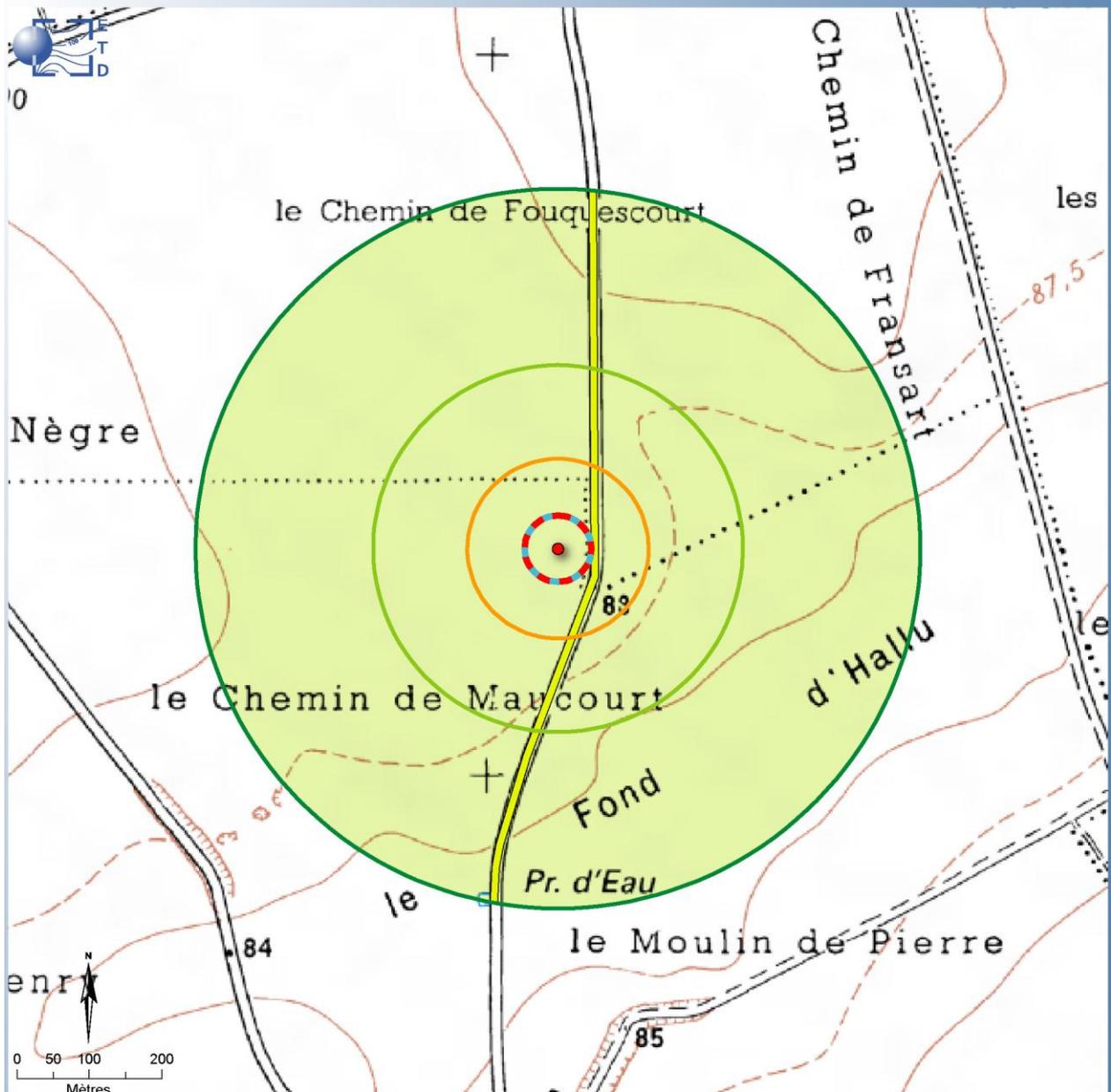
- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E7

SYNTHESE DES RISQUES : E9

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m)	Projection de glace (255m) Projection d'élément (500m)

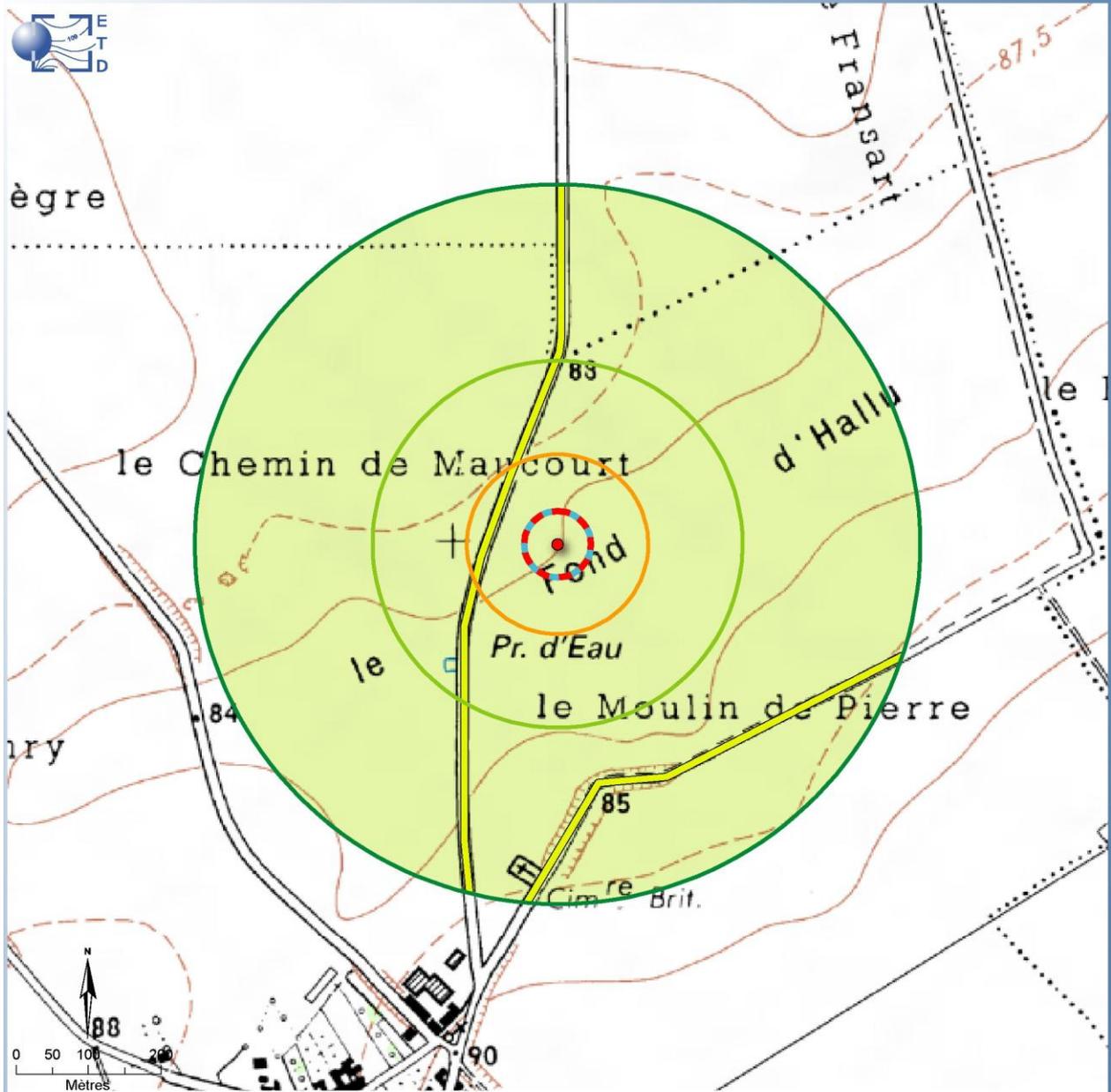
- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E9

SYNTHESE DES RISQUES : E10

Projet éolien du Santerre



		NIVEAU DE GRAVITÉ	
		Sérieux	Modéré
RISQUE	Faible	Chute d'éléments (46m)	Chute de glace (46m)
	Très faible	Effondrement (125m) Projection d'élément (500m)	Projection de glace (255m)

Eolienne
 Terrains agricoles
 Voies à faible circulation ou chemins d'exploitation
 Cimetière britannique de Fouquescourt

Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2015.

Carte de synthèse des risques : éolienne E10