



PROJET EOLIEN DU HAUT PLATEAU

Communes de BARLEUX, BELLOY-EN-SANTERRE et VILLERS CARBONNEL (80)

DOSSIER D'AUTORISATION UNIQUE



RESUME ETUDE DES DANGERS

Nom fichier informatique : 2.4.1-ResumeEtudeDangers

MARS 2016

PROJET ÉOLIEN DU HAUT PLATEAU

Communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel

Département de la Somme

Demande d'autorisation unique en matière d'ICPE

Etude de dangers - Résumé non technique

Mars 2016

Maître d'ouvrage : SAS ELICIO France



PROJET ÉOLIEN DU HAUT PLATEAU

Communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel

Département de la Somme

Demande d'autorisation unique en matière d'ICPE

Etude de dangers - Résumé non technique

Mars 2016

Maître d'ouvrage : SAS ELICIO France



Energies et Territoires Développement

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

PROJET EOLIEN DU HAUT PLATEAU

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 Haut Plateau, situé sur les communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel (département de la Somme). Ce projet est constitué **de 9 éoliennes** de 3,45 MW de puissance maximale et de 3 postes de livraison pour une puissance totale maximale de 31,05 MW.

Ce projet est porté par la société ELICIO France, société par actions simplifiées au capital de 8.680.000 Euros dont le siège est à Paris. ELICIO France portait anciennement le nom d'Electrawinds France (changement de nom depuis le 1^{er} novembre 2014). ELICIO France est la branche française de l'entreprise d'énergie belge ELICIO dont le siège est à Ostende.

ELICIO est un producteur d'électricité verte principalement issue de l'éolien. La société possède un véritable savoir-faire dans le développement, la conception, la réalisation et la mise en service de parcs éoliens. Près de 150 MW de parcs éoliens sont actuellement en exploitation et près de 1200 MW sont en cours de développement (éolien onshore et offshore) dans plusieurs pays. ELICIO maîtrise l'ensemble des activités de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables : le développement, l'ingénierie, le financement, la construction et l'exploitation. ELICIO compte 26 employés et exploite actuellement 142 MW de parcs en France et en Belgique.

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 Haut Plateau 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.

Elicio souhaite que le projet puisse être réalisé avec des modèles d'éoliennes de plusieurs fournisseurs, sachant qu'il n'existe aucun standard en termes de dimensions et de caractéristiques de fonctionnement. Voici à titre d'exemple plusieurs modèles qui pourraient être envisagés :

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

² Décret n° 2014-450 du 2 mai 2014 et loi du 17 août 2015 mettant en place à titre expérimental pour les parcs éoliens et pour une durée de trois ans une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement.

Modèle	Puissance (MW)	Mat (m)	Diametre (m)	Hauteur totale (m)	P parc (MW)
V126	3.3	117	126	180	29.7
N117	2.4	120	117	178.5	21.6
MM122	3	119	122	180	27
SWT130	3.3	115	130	180	29.7
N131	3	114	131	179.5	27
G132	3.3	114	132	180	29.7
V136	3.45	112	136	180	31.05
M140	3.45	110	140	180	30.6

Afin de ne pas sous-estimer les enjeux dans le cadre de la présente étude, l'éolienne correspondant au cas le plus défavorable a été retenue. Ainsi, le modèle choisi pour cette étude est l'éolienne **Senvion M140 3,4 MW**, avec une hauteur d'axe de **110 mètres** et un diamètre de rotor de **140 mètres**, soit une hauteur totale de **180 mètres**. Cette machine est retenue pour l'étude de dangers parce que considérée de part ses dimensions comme étant la machine majorante du point de vue de l'étude des risques.

A noter qu'une machine équivalente pourrait être envisagée : c'est-à-dire une éolienne présentant des dimensions inférieures ou égales, construites selon les mêmes normes, présentant les mêmes dispositifs de sécurité et les mêmes certifications.

La présente étude de dangers s'appuie sur le guide technique [19] « 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 Senvion M140 3,4 MW et utilise des données fournies par la société Senvion.

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 noter que les postes de livraison ne présentent pas d'enjeu en dehors des limites de propriété de ceux-ci.

Le périmètre d'étude des 500 mètres concerne les communes de Barleux, Belloy-en-Santerre, Berny-en-Santerre, Villers-Carbonnel et Eterpigny. Cette dernière commune n'est concernée que par une surface de quelques centaines de m².

DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET IDENTIFICATION DES ENJEUX

Les éoliennes du projet éolien du Haut Plateau seront implantées sur un plateau agricole situé sur le territoire des communes de Barleux, Belloy-en-Santerre et Villers-Carbonnel, au sud-est du département de la Somme. Les communes de Villers-Carbonnel et Barleux appartiennent à la Communauté de Communes de la Haute Somme, alors que la commune de Belloy-en-Santerre appartient à la Communauté de Communes de Haute Picardie.

Les trois communes du projet font partie des communes favorables à l'éolien dans le Schéma Régional Eolien annexé au SRCAE. Le Schéma Régional Eolien de Picardie a été validé par arrêté préfectoral le 14 juin 2012, et il est entré en vigueur le 30 juin 2012.

Les 9 éoliennes sont implantées sur une zone agricole de grandes cultures d'environ 2600 m du nord au sud et de 800 m d'est en ouest, à des distances comprises entre 490 et 760 m les unes des autres, et à des altitudes comprises entre 75 et 82 m environ.

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

Habitations	Eolienne	distance en mètres
Belloy-en-Santerre est	E5	800
Barleux sud	E2	880
Villers-Carbonnel nord	E4	950
Villers-Carbonnel - Horgny	E6	800
Berny-en-Santerre est	E9	960

Le périmètre de l'étude (soit dans le rayon des 500 mètres autour des éoliennes) est traversé par la route départementale RD 1029, voie structurante dont le trafic est supérieur à 2000 véhicules/jour, par quelques routes départementales et routes secondaires d'intérêt local ainsi que par quelques chemins d'exploitation agricoles.

Aucun sentier de randonnée ne traverse ce périmètre. De même, on ne note aucun terrain aménagé potentiellement fréquenté, ni aucune voie ferrée, ni voie navigable, ni 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 m autour des éoliennes) :

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

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.

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 circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de dangers. Ont été distingués :

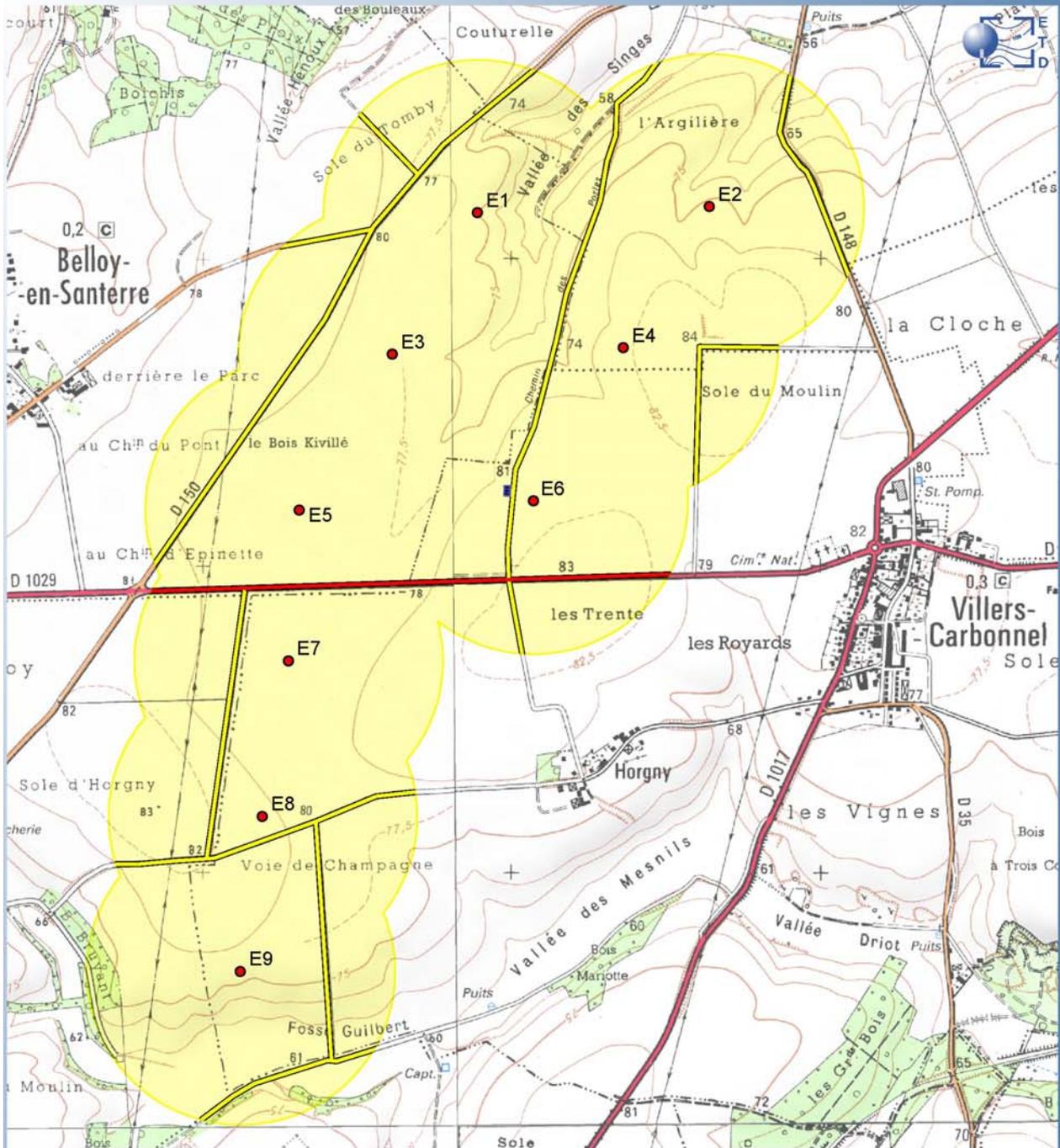
- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- Les voies de circulation structurantes avec l'hypothèse forfaitaire de 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

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

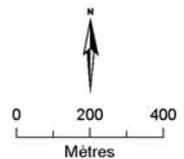
Eolienne	Enjeu: personnes non abritées		Enjeu: véhicules			Enjeu: véhicules			Total epp
	Terrains non aménagés		Voies peu fréquentées			Voies structurantes			
	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	L (m)	v/j	epp	
E1	78.5	0.79	2 072	1.24	0.12				0.9
E2	78.5	0.79	1 762	1.06	0.11				0.9
E3	78.5	0.79	1 137	0.68	0.07				0.9
E4	78.5	0.79	1 605	0.96	0.10				0.9
E5	78.5	0.79	1 015	0.61	0.06	870	6215	21.63	22.5
E6	78.5	0.79	1 019	0.61	0.06	859	6215	21.35	22.2
E7	78.5	0.79	679	0.41	0.04	872	6215	21.68	22.5
E8	78.5	0.79	2 086	1.25	0.13				0.9
E9	78.5	0.79	1 994	1.20	0.12				0.9

SYNTHESE DES ENJEUX

Projet éolien du Haut Plateau



- Eoliennes
- Terrains agricoles
- Voie de circulation structurante
- Voies à faible circulation
- Plateforme des postes de livraison



Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

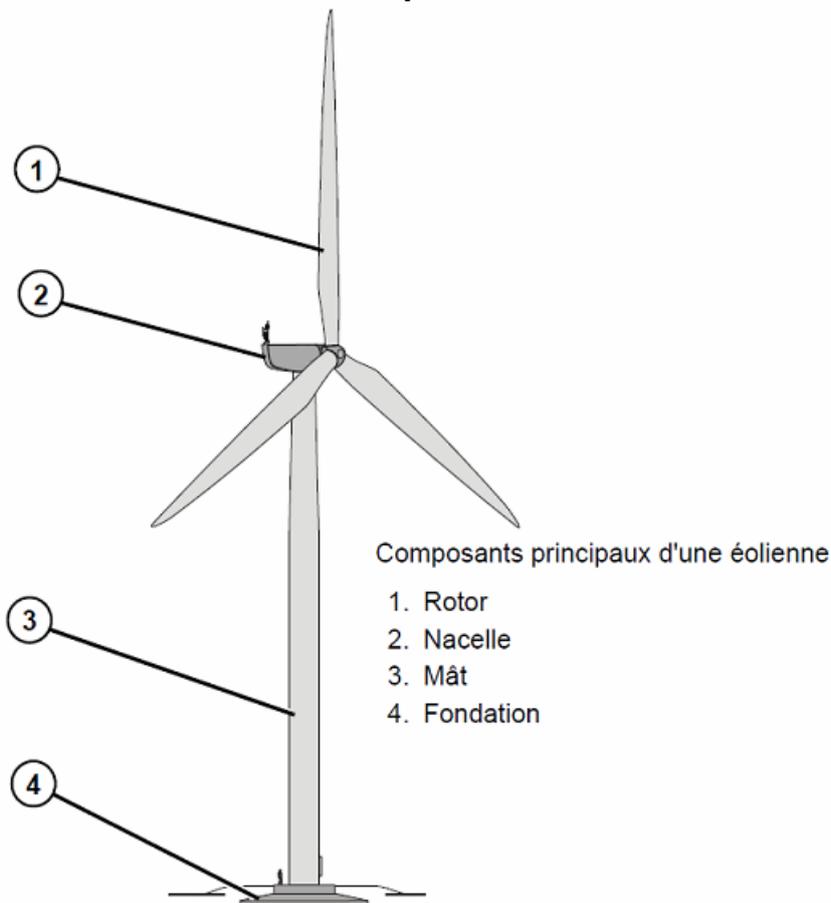
Carte de synthèse des enjeux

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 Haut Plateau est composé de 9 éoliennes et de 3 postes de livraison (implantés sur une même plateforme à proximité de l'éolienne E6). La puissance totale maximale du projet est de 31,05 MW. Le modèle de référence retenu pour la présente étude est l'éolienne SENVION M140 3,4 MW (soit une puissance totale de 30,6 MW). Les éoliennes retenues présentent une hauteur de moyeu de 110 mètres et un diamètre de rotor de 140 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 180 mètres.

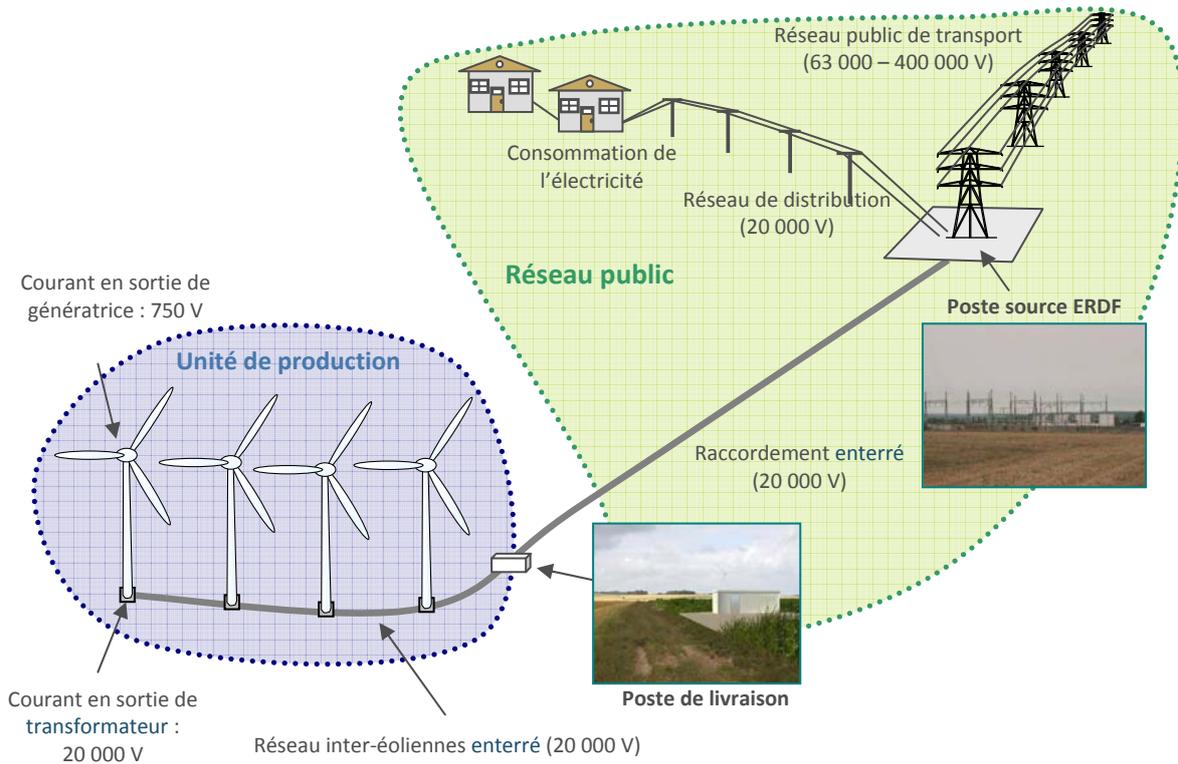
Une éolienne est constituée des éléments principaux suivants :

- 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 Senvion M140 3,4 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-après :

Eolienne Senvion M140 3,4 MW		
Température ambiante d'opération	-20 °C à +40 °C	
Certificat	Classe III-A selon IEC 61400-1	
Conception technique	Puissance nominale	3400 kW
	Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle (pitch) et vitesse de rotation variable
	Diamètre du rotor	140 m
	Hauteur du moyeu	110 m
	Concept de l'installation	Boîte de vitesse, vitesse de rotation variable
	Plage de vitesse de rotation du rotor	Environ 5 à 10 tours par min
Rotor <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Type	Orientation active des pales face au vent
	Nombre de pales	3
	Surface balayée	15 390 m ²
	Contrôle de vitesse	Variable via microprocesseur
	Contrôle de survitesse	Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale
	Matériau des pales	Plastique renforcé à la fibre de verre et au carbone, protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-24 (Juin 2010)
	Arbre de rotor <i>Transmet le mouvement de rotation des pales</i>	Entraîné par les pales
Nacelle <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Multiplicateur <i>Augmente le nombre de rotation de l'arbre</i>	Engrenage planétaire à 3 étages
	Génératrice <i>Produit l'électricité</i>	Technologie asynchrone à cage d'écureuil, couplée à un convertisseur pleine puissance. Tension nominale de 750 V
Système de freinage	Frein principal aérodynamique	Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours
	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide
Mât <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Type	Tubulaire en acier
	Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
	Fixation du pied du mât	Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation
Transformateur <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	A l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie

Eolienne Senvion M140 3,4 MW		
Fondation <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Type	En béton armé
	Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
Périodes de fonctionnement	Vent inférieur à 3 m/s	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
	Environ 3 m/s	Le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique
	> 3 m/s	La génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent
	11 à 22 m/s	L'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Poste de livraison <i>Adapte les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</i>	Caractéristiques	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV

Les éoliennes Senvion 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 Haut Plateau est composé d'éoliennes Senvion M140 3,4 MW de hauteur d'axe 110 m, classées **IEC III A**.

Ci-après le tableau de 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 (110 m)	Classe de vitesse de vent de l'éolienne retenue: IEC III
Moyenne annuelle	7,1 m/s	inférieure à 7,5 m/s
Moyenne sur 10 mn maximale / 50 ans	38 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 51 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 ou très proches des 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.

Note : Comme indiqué en préambule, le modèle retenu pour l'étude de dangers du projet est l'éolienne Senvion M140 3,4 MW parce que considérée de part ses dimensions comme étant la machine majorante du point de vue de l'étude des risques.

A noter que les constructeurs des machines demandent systématiquement à l'exploitant de lui mettre à disposition des données climatiques (vent, température, etc...) représentatives des conditions du site, ce afin de vérifier que les conditions du site sont compatibles avec les hypothèses de conception de l'aérogénérateur.

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 sur 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

On note la présence de routes non structurantes dans un rayon inférieur à 200 m autour des éoliennes. L'explosion ou la sortie de route d'un véhicule sont considérées comme pouvant être dangereux pour l'éolienne. La route la plus proche des éoliennes est située à 70 m de l'éolienne E8.

Par ailleurs, aucun aéroport n'est présent dans un rayon de 2 km des éoliennes. L'aéroport le plus proche du site est celui de Péronne-St-Quentin situé à 9 km à l'est du site. Le parc éolien se situe à l'écart des zones présentant des servitudes aéronautiques. Aucune installation classée pour l'environnement (autre que les autres éoliennes du parc) n'est présente dans un rayon de 500 m des éoliennes. Il n'existe aucune canalisation de transport de gaz, hydrocarbures ou produits chimiques à moins de 200 m des éoliennes.

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 61400-1, le site présente des vitesses de vent inférieures ou très proches des 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.

La formation de glace ou l'accumulation de neige : il n'est pas rare 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. Pour rappel, on note une moyenne de 53 jours par an de gel possible à la station de St-Quentin. Cependant 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.

Réduction des potentiels de danger à la source

Dès la conception du projet, la société Elicio a veillé à réduire autant que possible les potentiels de dangers en intégrant cet aspect dans le choix du positionnement des éoliennes. Les éoliennes doivent être légalement éloignées d'au minimum 500 m des habitations. La distance minimale aux habitations observée sur ce projet est de 800 m.

Les éoliennes sont implantées en terrain essentiellement agricole très peu fréquenté. Les enjeux additionnels considérés dans le périmètre de l'étude de dangers (soit dans le rayon des 500 m autour des éoliennes) sont ceux liés à la présence de la route départementale RD 1029 (voie structurante à plus de 2000 véhicules par jour) et de quelques routes départementales non structurantes, voies à faible circulation et chemins d'exploitation agricole.

Dans le périmètre de l'étude, on ne note aucun terrain aménagé potentiellement fréquenté, aucun sentier de randonnée, ni voie ferrée, ni voie navigable, aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité. Par ailleurs, 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 la détection de givre sur les pales, voire l'arrêt complet de la machine en cas de gel sévère. Conformément à

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

la réglementation ICPE, des panneaux d'information seront mis en place pour informer les riverains des risques éventuels.

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. Si on excepte une parachutiste débutante et un agriculteur entré en collision avec un mât de mesure, 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 la société Elicio.

Deux éoliennes Senvion (ex Repower) apparaissent aujourd'hui dans l'accidentologie française répertoriée (2 chutes de pale).

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 événements 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, événements climatiques d'intensité supérieure aux événements 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 retenues 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.

Système de sécurité de l'éolienne retenue

Les éoliennes Senvion M140 3,4 MW sont conçues conformément à la norme internationale IEC 61400-1 (version 2005-08), ayant pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie des aérogénérateurs. Le respect de ces dispositions est évalué par un organisme de certification et formalisé par un certificat de conformité.

L'éolienne Senvion M140 3,4 MW est dotée d'un système de contrôle/commande qui centralise les informations issues des différents capteurs de l'éolienne et qui peut déclencher un arrêt d'urgence de la machine. Le système de contrôle/commande permet également une surveillance à distance du fonctionnement de la machine.

L'éolienne est équipée de nombreux capteurs permettant de détecter par exemple les survitesses, les vents violents, les vibrations anormales, un incendie, une surcharge électrique ou un dépôt de glace sur les pales. Par ailleurs chacune des éoliennes est soumise à un programme rigoureux d'entretien et de maintenance permettant de garantir le bon état des composants principaux de la machine. L'éolienne est également protégée contre la foudre.

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 enjeux pris en compte dans le périmètre d'étude du projet :

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le périmètre de l'étude.
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies de 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	72 m
chute de glace	72 m
effondrement de l'éolienne	180 m
projection glace	375 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.

Pour tous les scénarios, l'exposition est jugée modérée c'est-à-dire que le rapport entre l'élément d'impact et la surface de la zone d'effet est inférieur à 1% pour toutes les éoliennes.

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 <u>forte</u>	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition <u>modérée</u>
« 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) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation et chemins d'exploitation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- Les voies de circulation structurantes avec l'hypothèse forfaitaire de 0,4 personne permanente par km et par tranche de 100 véhicules par jour.

Le détail par éolienne figure au paragraphe 8 - « Etude détaillée des risques » de l'étude. Pour le projet étudié, les niveaux de gravité rencontrés varient de « modéré » à « important » 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 évènements 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 mesures correctives
Projection d'élément de pale	D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives

Synthèse : caractérisation des accidents majeurs

Le tableau ci-dessous récapitule pour le projet éolien du Haut Plateau, 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	180 m autour des éoliennes	Rapide	Exposition modérée	D rare	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol 72 m	Rapide	Exposition modérée	A Courant	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol 72 m	Rapide	Exposition modérée	C improbable	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection d'éléments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D rare	Important pour les Eoliennes E5, E6 et E7 Modéré pour les autres éoliennes
Projection de glace	375 m autour des éoliennes	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 chacun des événements 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 Haut Plateau					
Matrice des risques		D (rare)	C (improbable)	B (probable)	A (courant)
		Niveau de gravité des conséquences	Désastreux		
Catastrophique					
Important	Projection d'éléments dans un rayon de 500 m (éoliennes E5, E6 et E7)				
Sérieux					
Modéré	Effondrement dans un rayon de 180 m des éoliennes Projection d'éléments dans un rayon de 500 m (sauf E5, E6 et E7)		Chute d'éléments (72 m) Toutes les éoliennes	Projection de glace dans un rayon de 375 m des éoliennes	Chute de glace (72 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 Haut Plateau, 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 de type Senvion M140 3,4MW, hauteur d'axe : 110 m) :

- Effondrement de l'éolienne (portée 180 m, rare)
- Chute d'éléments de l'éolienne (portée 72 m, improbable)
- Chute de glace (portée 72 m, courant)
- Projection de glace (portée 375 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, voies à faible circulation et chemins d'exploitation et voie de circulation structurante (RD 1029).

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 déduction de glace ;
- 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 Haut Plateau

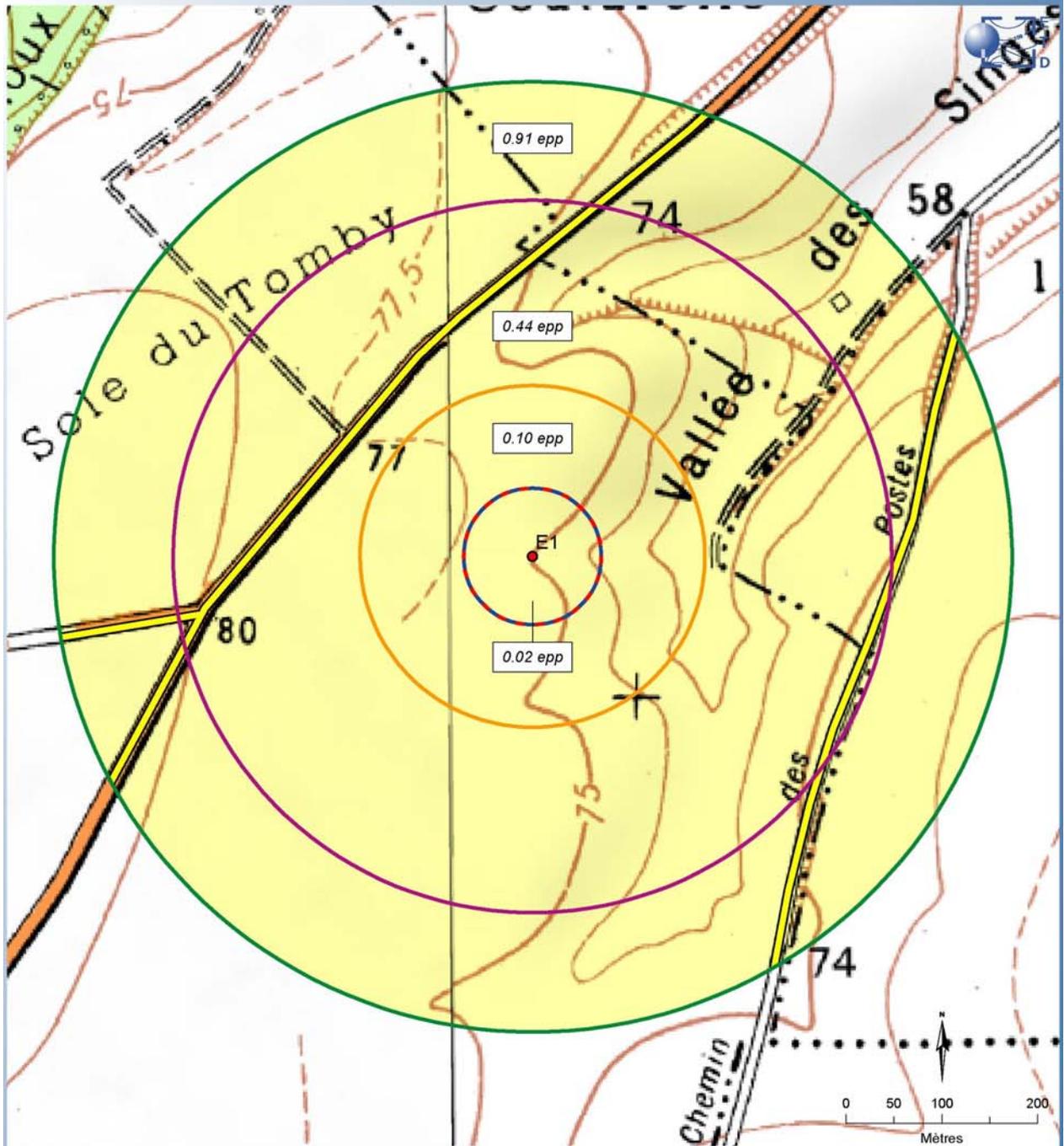
CARTOGRAPHIE DES RISQUES SIGNIFICATIFS

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

- les **enjeux** présents dans les différentes zones d'effet ;
- le **nombre de personnes** permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.
- 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 : EOLIENNE E1

Projet éolien du Haut Plateau



	Niveau de gravité MODERE		Niveau de gravité IMPORTANT	
Risque TRES FAIBLE	●	Chute d'élément (72 m)		
	○	Effondrement (180 m)		
	○	Projection de glace (375 m)		
	○	Projection d'élément (500 m)		
Risque FAIBLE	○	Chute de glace (72 m)		

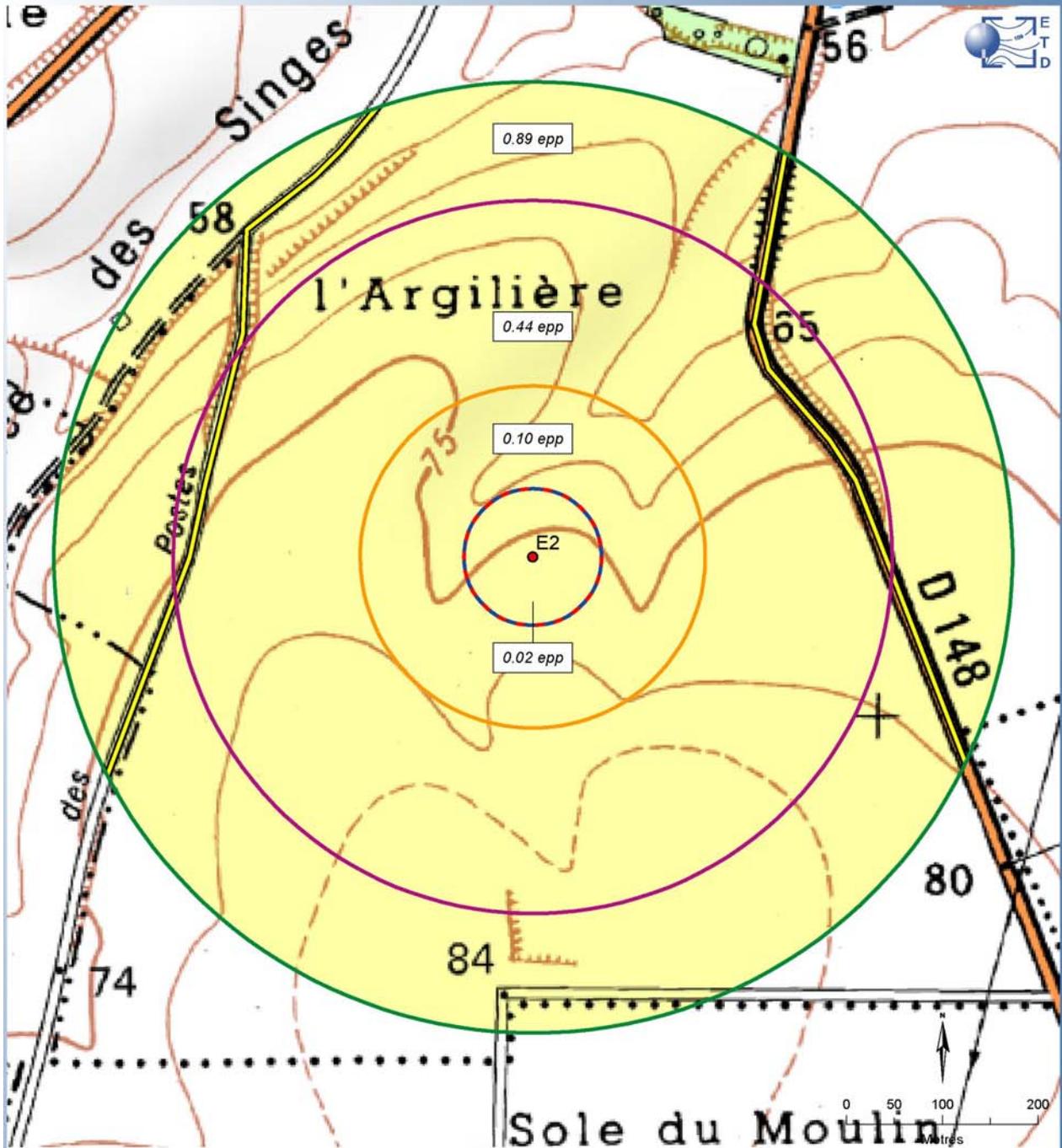
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E1

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E2

Projet éolien du Haut Plateau



- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation

	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
Risque TRES FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) ○ Projection d'élément (500 m) 	
Risque FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	

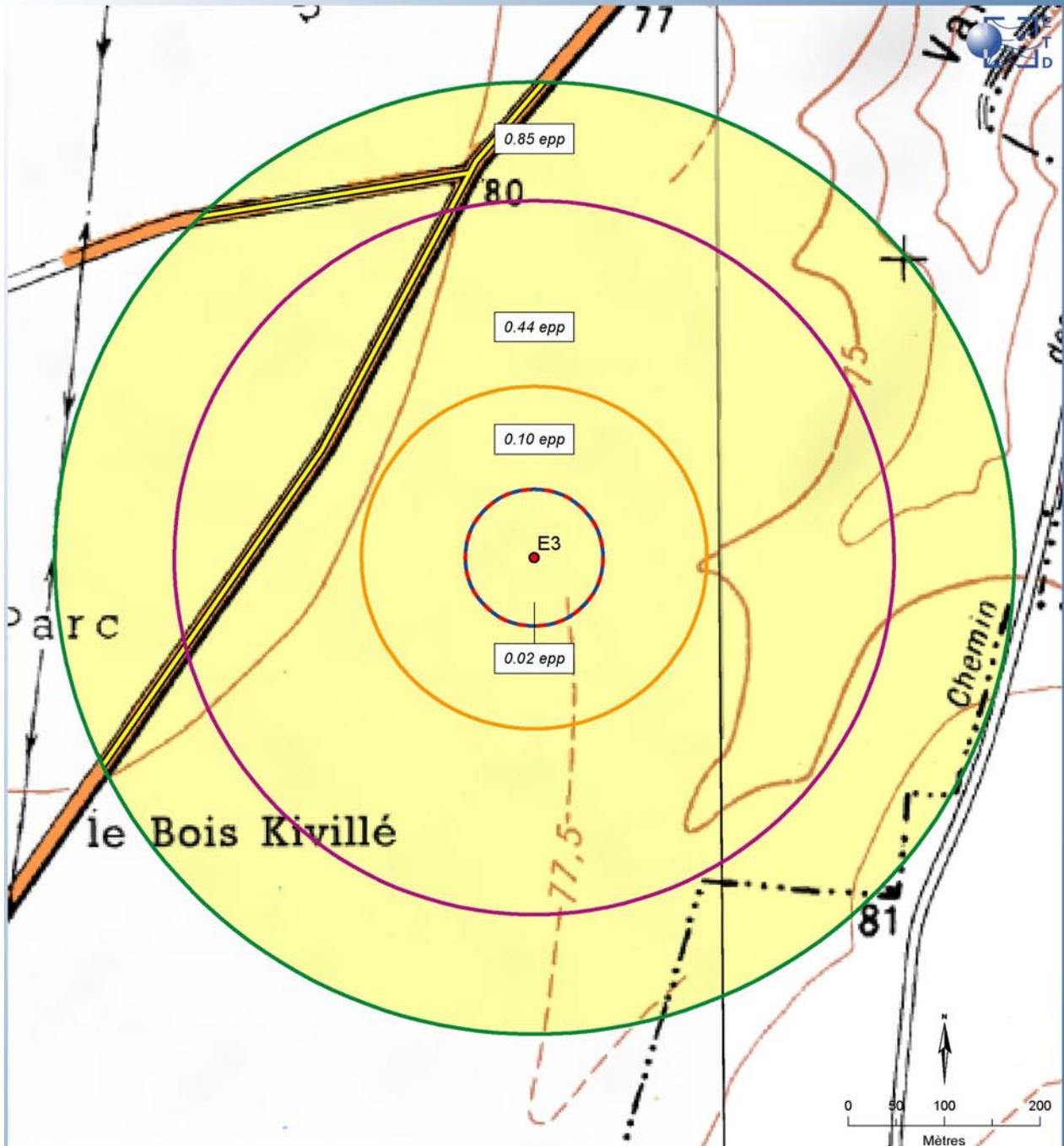
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E2

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E3

Projet éolien du Haut Plateau



- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation

	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
Risque TRES FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) ○ Projection d'élément (500 m) 	
Risque FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	

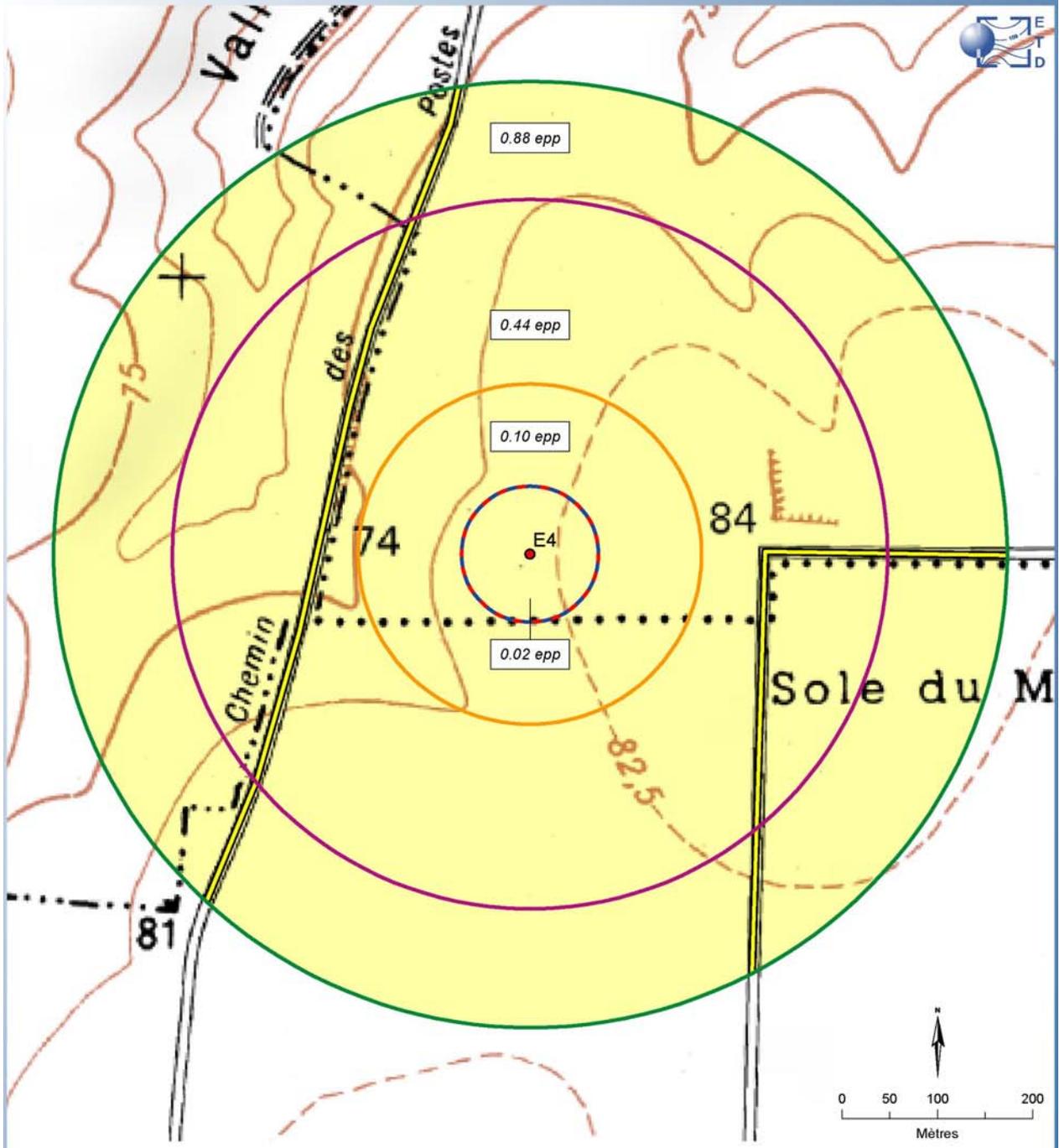
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E3

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E4

Projet éolien du Haut Plateau



- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation

	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
Risque TRES FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) ○ Projection d'élément (500 m) 	
Risque FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	

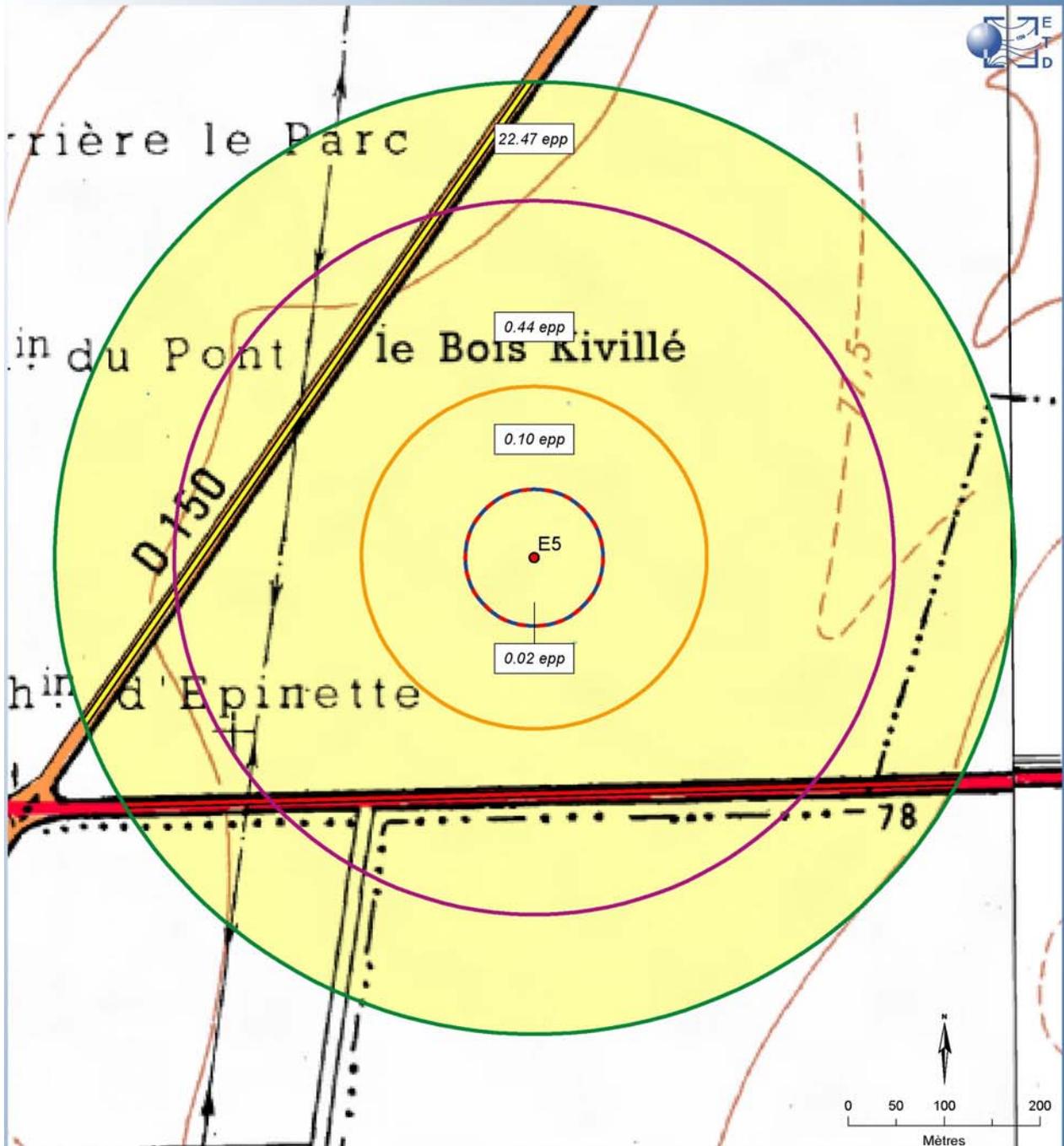
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E4

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E5

Projet éolien du Haut Plateau



	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
<ul style="list-style-type: none"> ● Eolienne ■ Terrains agricoles ■ Voies à faible circulation ■ Voie de circulation structurante 	<p>Risque TRES FAIBLE</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) 	
	<p>Risque FAIBLE</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Projection d'élément (500 m)

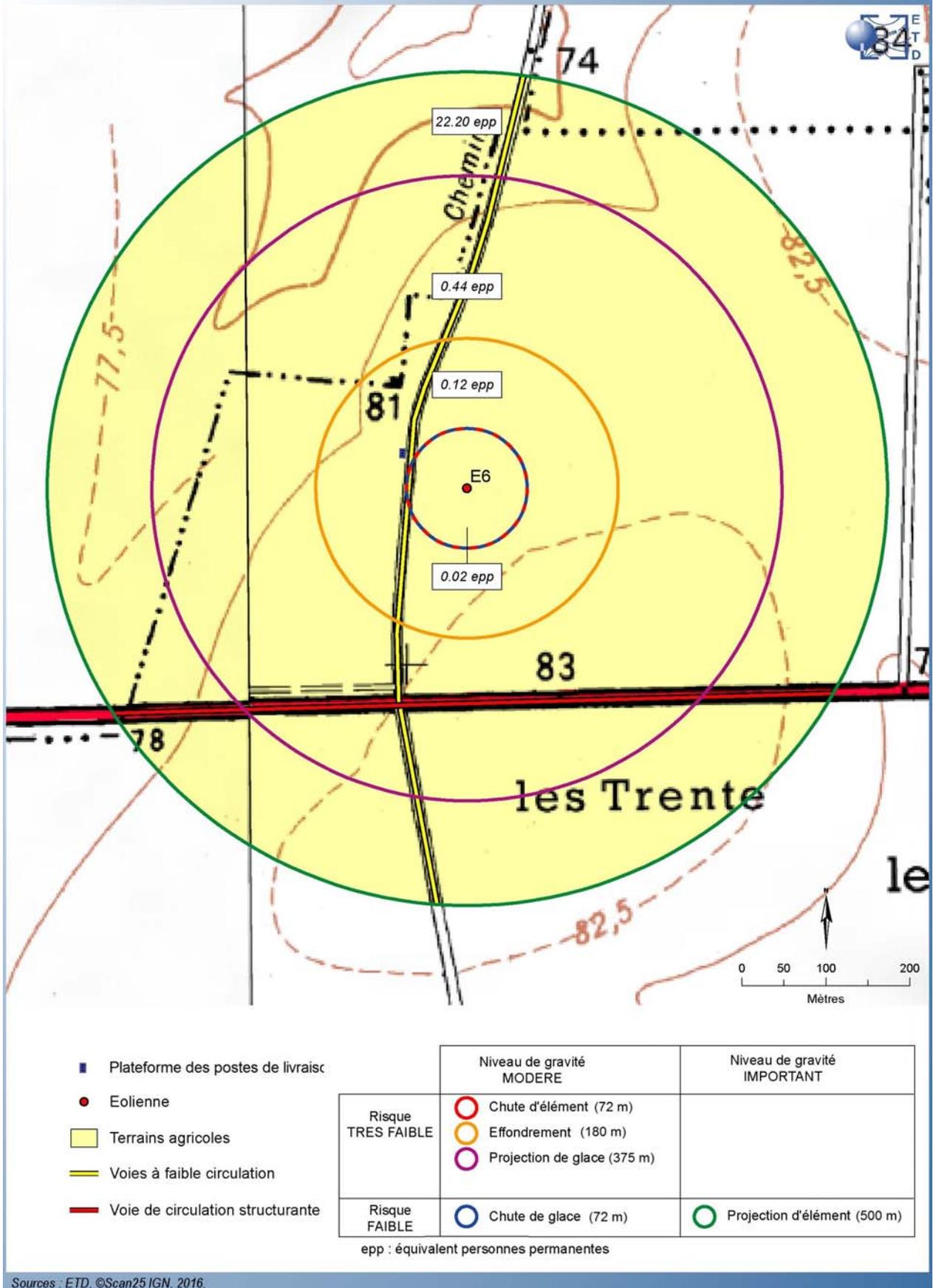
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E5

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E6

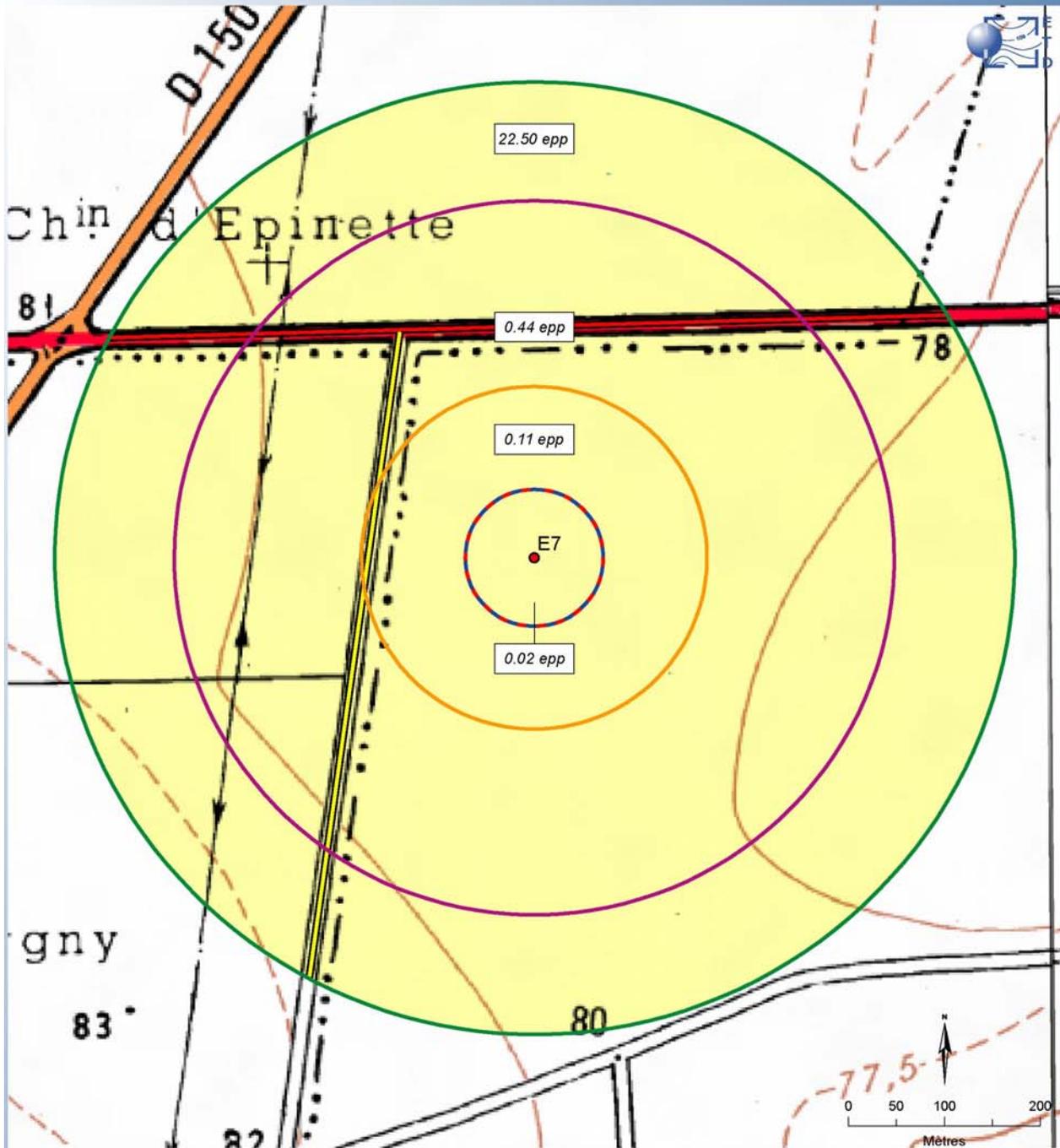
Projet éolien du Haut Plateau



Carte de synthèse des risques : éolienne E6

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E7

Projet éolien du Haut Plateau



- Eolienne
- Terrains agricoles
- Voies à faible circulation
- Voie de circulation structurante

	Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
Risque TRES FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) 	
Risque FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Projection d'élément (500 m)

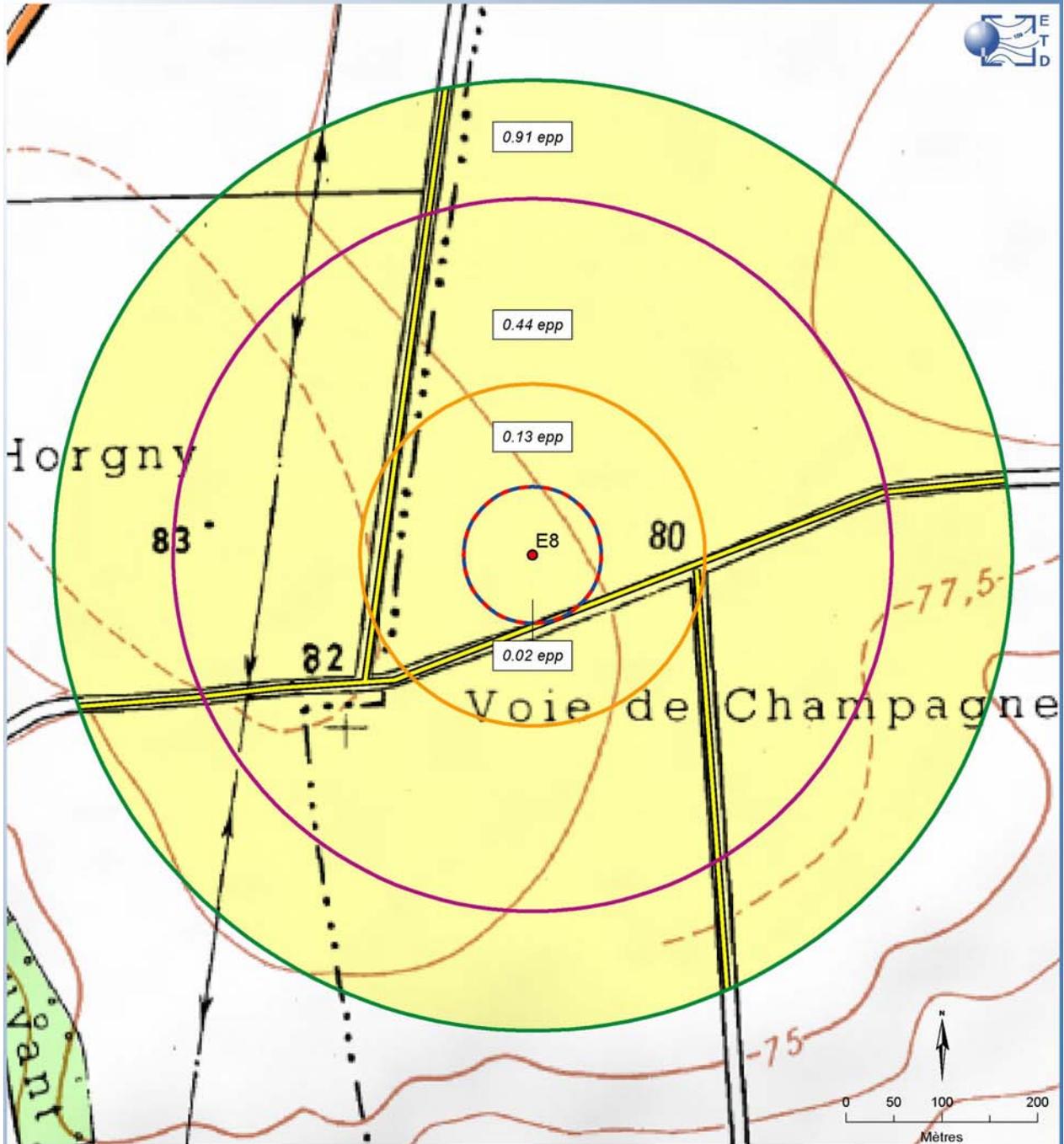
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E7

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E8

Projet éolien du Haut Plateau



<ul style="list-style-type: none"> ● Eolienne Terrains agricoles Voies à faible circulation 		Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
	<ul style="list-style-type: none"> Risque TRES FAIBLE <ul style="list-style-type: none"> Chute d'élément (72 m) Effondrement (180 m) Projection de glace (375 m) Projection d'élément (500 m) Risque FAIBLE <ul style="list-style-type: none"> Chute de glace (72 m) 		

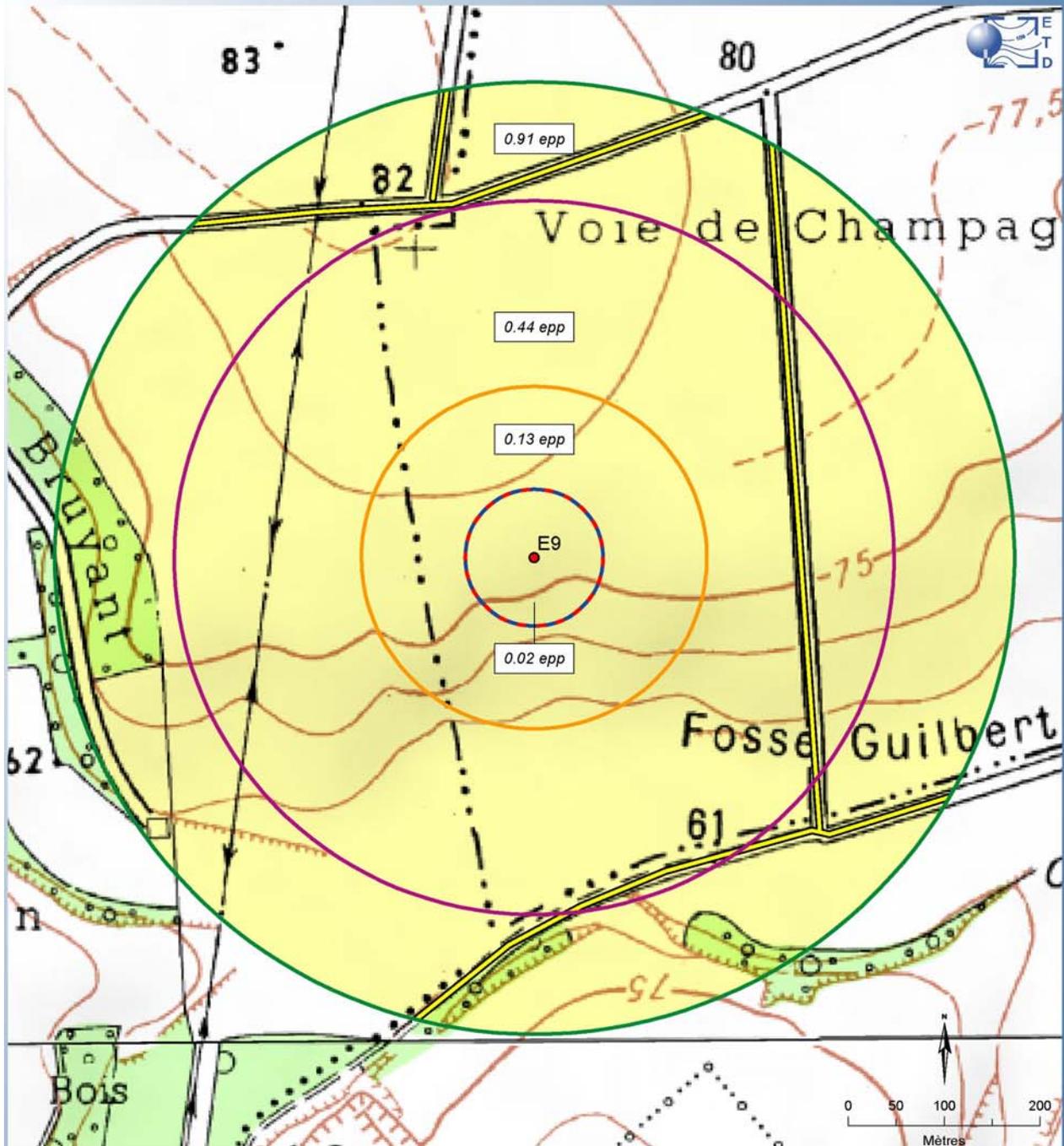
epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E8

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE E9

Projet éolien du Haut Plateau



<ul style="list-style-type: none"> ● Eolienne Terrains agricoles Voies à faible circulation 		Niveau de gravité MODERE	Niveau de gravité IMPORTANT
	<ul style="list-style-type: none"> Risque TRES FAIBLE <ul style="list-style-type: none"> ○ Chute d'élément (72 m) ○ Effondrement (180 m) ○ Projection de glace (375 m) ○ Projection d'élément (500 m) Risque FAIBLE <ul style="list-style-type: none"> ○ Chute de glace (72 m) 		

epp : équivalent personnes permanentes

Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2016.

Carte de synthèse des risques : éolienne E9