

PROJET ÉOLIEN DU BOSQUEL

Commune du Bosquel

Département de la Somme

Demande d'autorisation environnementale d'une installation
relevant du régime ICPE

Etude de dangers – Résumé non technique

Décembre 2020

Maître d'ouvrage :

SAS Parc éolien du Bosquel



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	3
2.	PERIMETRE D'ETUDE.....	4
3.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET IDENTIFICATION DES ENJEUX.....	6
4.	SYNTHESE DES ENJEUX.....	7
5.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION – PROCEDE ET FONCTIONNEMENT.....	8
6.	POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION ET AGRESSIONS POTENTIELLES ..	13
7.	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE.....	15
8.	EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	16
9.	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	17
10.	SYNTHESE DE L'ACCEPTABILITE DES RISQUES.....	21
11.	CONCLUSION.....	22
12.	CARTOGRAPHIE DES RISQUES SIGNIFICATIFS.....	24

Projet éolien du Bosquel

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

1. INTRODUCTION

Ce document constitue le résumé non technique de l'étude de dangers du projet de parc éolien du Bosquel. Ce projet est situé sur la commune du Bosquel (département de la Somme), et est constitué de 4 éoliennes et d'un poste de livraison pour une puissance totale maximale de 13,2 MW. Les 4 éoliennes sont implantées en suivant sensiblement le tracé de l'autoroute A16.

Le projet du parc éolien du Bosquel est porté par la société *SAS Parc éolien du Bosquel*, filiale de la société *SA Nouvergies*. La présentation des sociétés *SAS Parc éolien du Bosquel* et *SA Nouvergies* figure dans le dossier de demande d'autorisation environnementale. L'étude de dangers a été réalisée par le bureau d'études Energies et Territoires Développement.

Quatre modèles d'éoliennes d'un gabarit proche sont aujourd'hui envisagés sur ce projet. Afin de ne pas sous-estimer les risques dans le cadre de la présente étude, l'éolienne majorante du point de vue de l'étude de dangers a été retenue. Ainsi, le modèle choisi pour cette étude est l'éolienne Enercon E103 EP2 2,35 MW (classe IEC III) qui présente à la fois le diamètre de rotor maximal (103 mètres) et la hauteur totale maximale (136,5 mètres). Les périmètres d'effet calculés sont ainsi supérieurs ou identiques à ceux des autres machines envisagées.

Si elle est différente, la machine retenue dans la version finale du projet correspondra donc à une éolienne présentant des dimensions inférieures ou égales, construite selon les mêmes normes et présentant les mêmes dispositifs de sécurité, et de classe IEC équivalente ou plus robuste (classe de solidité intrinsèque de la machine et adéquation aux conditions du site du projet).

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 Bosquel comportant des éoliennes de plus de 50 m de mât relève du régime d'autorisation environnementale, 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.

L'étude de dangers réalisée s'appuie 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. Certaines données du guide ont été actualisées par le bureau d'études en charge de la présente étude (notamment les données d'accidentologie et les calculs de probabilité qui en découlent). L'étude comporte également des données spécifiques fournies par le constructeur des éoliennes.

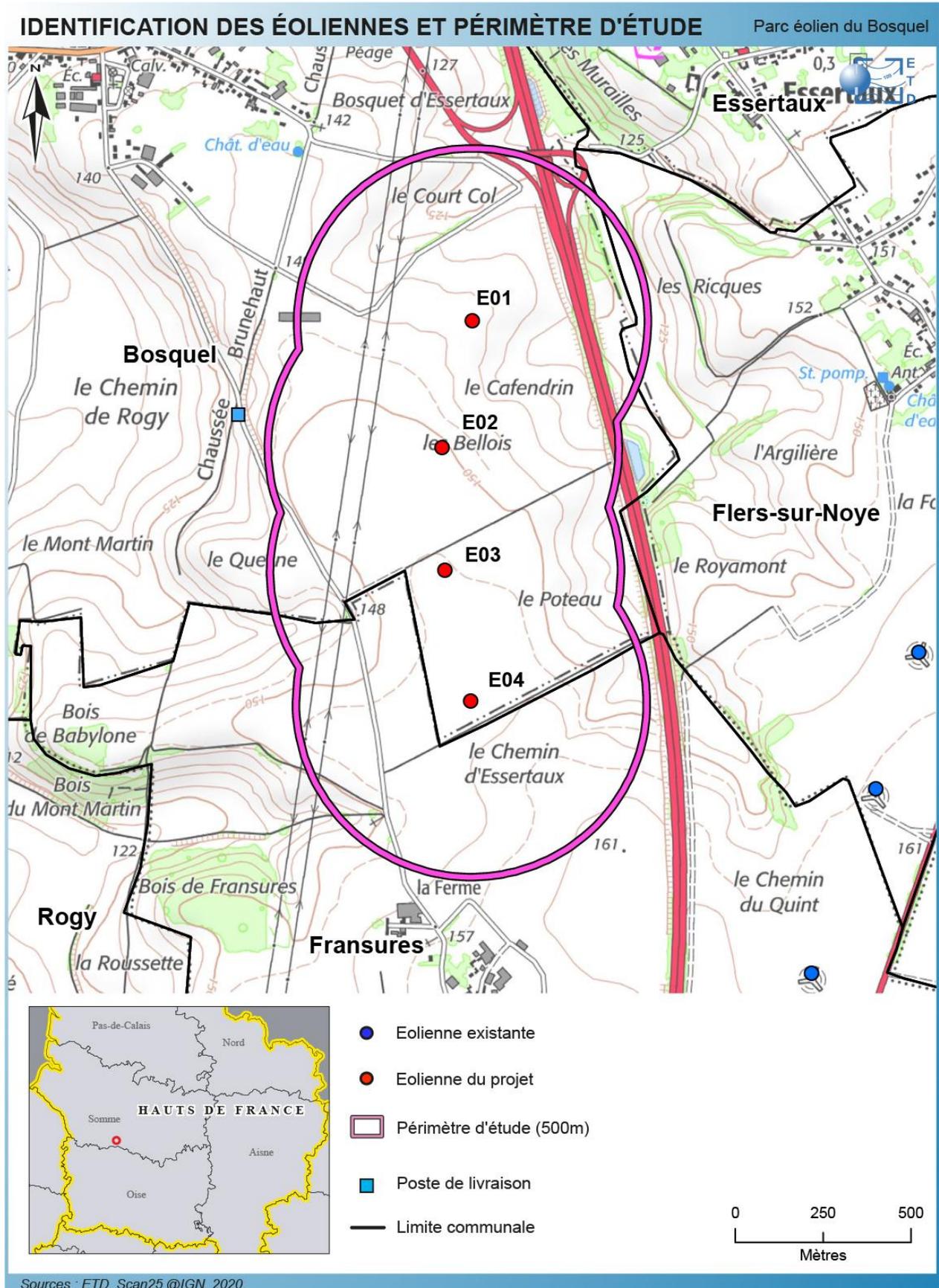
¹ Loi n°2010-788 portant engagement national pour l'environnement

2. 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 le poste de livraison ne présente pas d'enjeu en dehors de ses limites de propriété.

Le périmètre global d'étude des 500 mètres concerne les communes du Bosquel, Flers-sur-Noye et Fransures.



Identification des éoliennes et périmètre d'étude (500 m)

3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET IDENTIFICATION DES ENJEUX

Les quatre éoliennes du projet du parc éolien du Bosquel sont toutes implantées sur des terrains agricoles situés sur la commune du Bosquel.

Les 4 éoliennes sont implantées le long d'une légère courbe sensiblement parallèle au tracé de l'autoroute A16, à des distances comprises entre 300 m et 555 m de l'autoroute.

Conformément à la loi du 12 juillet 2010, les éoliennes sont toutes situées à plus de 500 m des habitations. Les habitations ou bâtiments à usage d'habitation les plus proches sont situés à plus de 780 mètres. Les distances entre les premières habitations et les éoliennes sont les suivantes :

Habitation	éolienne	distance
Fransures La Ferme	E4	655 m
Bosquel est	E1	744 m
Essertaux sud	E1	912 m
Flers ouest	E1	1001 m

Le périmètre de l'étude est constitué de terres agricoles dédiées aux grandes cultures.

L'autoroute A16 traverse le périmètre des 500 m des éoliennes E1 et E2. Au niveau du site (section située entre Amiens et Beauvais), elle est considérée comme voie de circulation structurante² avec un TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) de 14900 véhicules par jour. L'éolienne la plus proche est l'éolienne E1 située à 300 m de l'emprise de la chaussée de l'autoroute A16.

Les autres voies potentielles de circulation traversant le périmètre de l'étude de dangers correspondent à quelques voies de desserte locale et chemins d'exploitation agricole.

Aucune voie ferrée, ni voie navigable, ni sentier de randonnée répertorié, ne traverse le périmètre de l'étude de dangers. On ne note aucun terrain aménagé potentiellement fréquenté, ni aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité dans le périmètre de l'étude.

² C.à.d. dont le trafic est supérieur à 2000 véhicules/jour
Energies et Territoires Développement
Projet éolien du Bosquel

4. SYNTHÈSE 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 du périmètre de l'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 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, bois, forêts) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.
- Les voies de circulation structurantes (Autoroute A16 et ses bretelles d'accès) 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						Total epp
	Terrains non aménagés		Voies peu fréquentées			Voies structurantes			
	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	L (m)	Trafic (v/j)	epp	
E1	78.5	0.79	1 176	0.71	0.07	1302	14900	77.60	78.46
E2	78.5	0.79	1 385	0.83	0.08	320	14900	19.07	19.94
E3	78.5	0.79	2 025	1.22	0.12	0	14900	0.00	0.91
E4	78.5	0.79	2 427	1.46	0.15	0	14900	0.00	0.93

epp : équivalent personnes permanentes

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 environnementale 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.

5. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION – PROCEDE ET FONCTIONNEMENT

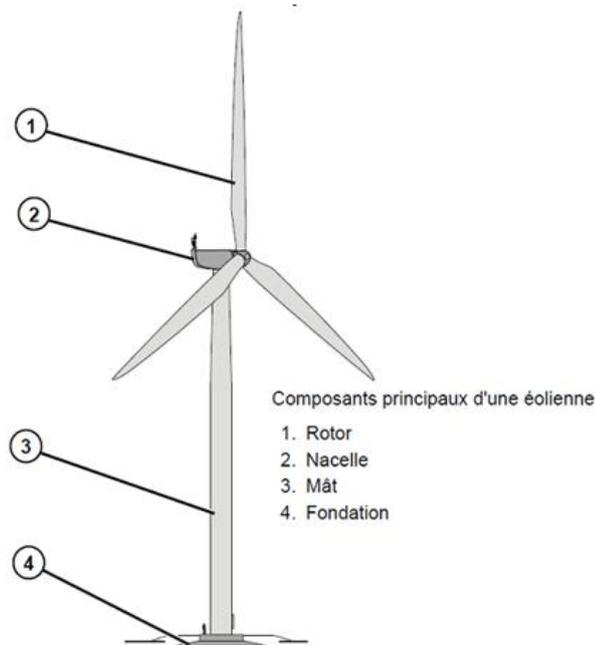
Le projet du parc éolien du Bosquel est composé de 4 éoliennes et d'un poste de livraison. La puissance totale maximale du projet est de 13,2 MW. Les éoliennes envisagées présentent une hauteur totale maximale en bout de pale de 136,5 mètres.

Les coordonnées des éoliennes et du poste de livraison (PL) sont les suivantes :

LE BOSQUEL	Lambert 93		Altitude terrain
Eolienne	X	Y	(m)
E1	644586	6959528	141,6
E2	644503	6959167	148,7
E3	644509	6958813	152,9
E4	644583	6958436	155,1
PL	643920	6959262	138,0

Une éolienne est constituée des éléments principaux suivants :

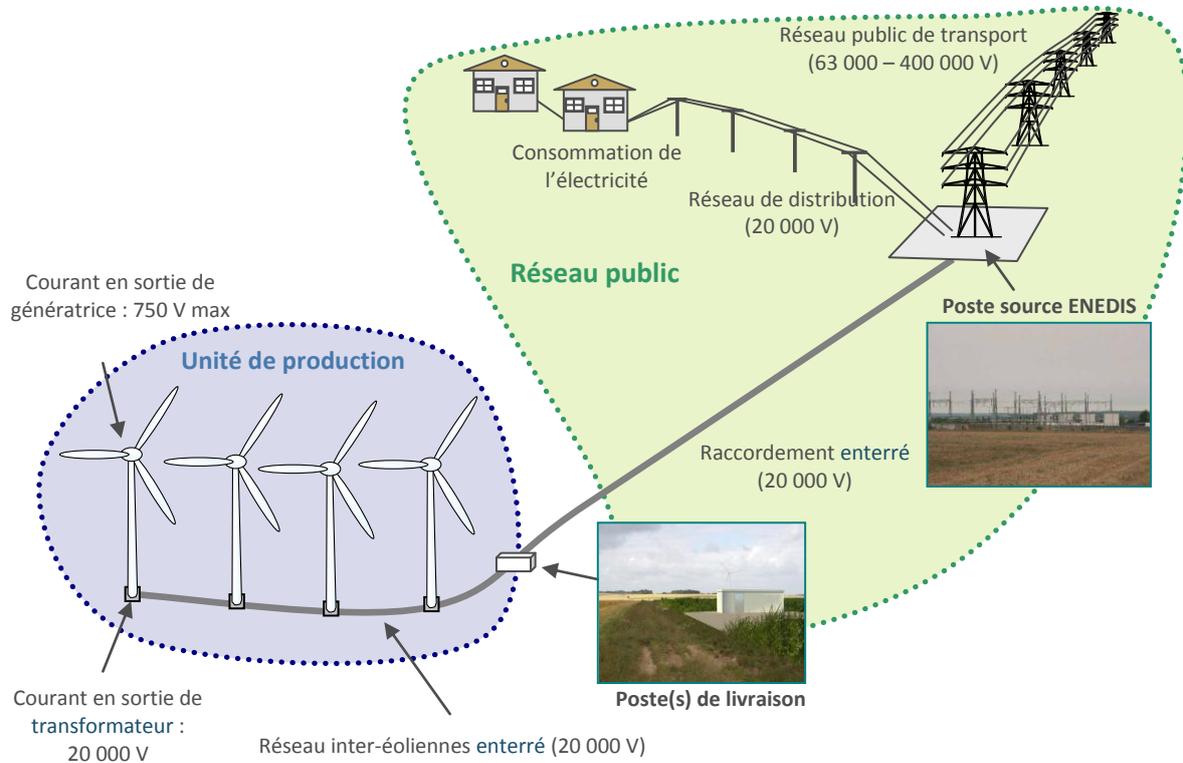
- un rotor, constitué du moyeu, de trois pales et du système à pas variable (1)
- une nacelle supportant le rotor, dans laquelle se trouvent des éléments techniques indispensables à la génération d'électricité (train d'entraînement, éventuellement multiplicateur, génératrice, système d'orientation, ...)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



La liaison poste de livraison - poste source

L'énergie produite par le parc éolien est centralisée vers le poste de livraison et ensuite injectée sur le réseau ENEDIS ou RTE via une liaison HTA (20 000 V) enterrée à réaliser entre le poste de livraison et le poste source ENEDIS ou RTE. Ce raccordement est prévu au poste électrique de SALEUX (Poste SALOUEL à 17km).

Néanmoins, la demande définitive de PTF (proposition Technique et Financière) auprès de ENEDIS ne se fera qu'après obtention de l'arrêté d'autorisation.

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

Eolienne Enercon E103 EP2 2,35 MW hub 85 m		
Conditions climatiques	Température ambiante de survie	-20 °C à +50 °C
	Puissance nominale	-10 °C à +40 °C
	Certificat	Classe 3 selon IEC 61400-1
Conception technique	Puissance nominale	2350 kW
	Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle
	Diamètre du rotor	103 m
	Hauteur du moyeu	85 m
	Concept de l'installation	Sans multiplicateur, transmission directe, vitesse de rotation variable
	Plage de vitesse de rotation du rotor	5 à 15 tours par minute (rpm)
Rotor <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Type	Orientation active des pales face au vent
	Sens de rotation	Sens horaire
	Nombre de pales	3
	Surface balayée	8 332 m ²
	Contrôle de vitesse	Variable via microprocesseur
	Contrôle de survitesse	Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale
	Matériau des pales	Fibre de verre renforcée époxy et fibre de carbone, protection contre la foudre intégrée en accord avec la norme IEC 61 - 400-24 (Juin 2010)
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>	Arbre de rotor <i>Transmet le mouvement de rotation des pales</i>	Entraîné par les pales
	Multiplicateur <i>Augmente le nombre de rotation de l'arbre</i>	Pas de multiplicateur (transmission directe)
	Génératrice <i>Produit l'électricité</i>	Génératrice annulaire Enercon
Système de freinage	Frein principal aérodynamique	Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours
	Frein auxiliaire mécanique	Frein de rotor électromécanique
Mât <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Type	Tubulaire en acier
	Nombre de sections	-
	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</i>	Caractéristiques	A l'intérieur de l'éolienne Tension de 20 kV à la sortie

Eolienne Enercon E103 EP2 2,35 MW hub 85 m		
<i>sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>		
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
Contrôle commande	Type	Système SCADA
	Démarrage automatique après coupure de réseau	Oui
	Démarrage automatique après vent de coupure	Oui
Périodes de fonctionnement	2 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
	12 à 25 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

L'éolienne retenue fait 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.

Les éoliennes retenues présentent les caractéristiques de la classe **IEC III A** selon la norme IEC 61400-1 (certification au titre de la solidité intrinsèque de la machine et de son adéquation aux conditions du site du projet).

Comparaison entre les vents estimés sur le site à la hauteur d'axe des éoliennes et la classe de vent retenue:

	Vents estimés sur le site à hauteur d'axe (85 m)	Classe de vitesse de vent de l'éolienne retenue: IEC III
Moyenne annuelle	6,2 m/s	inférieure à 7,5 m/s
Moyenne sur 10 mn maximale / 50 ans	28 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 47 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 I de l'éolienne retenue. Il s'agit de vitesses moyennes. Des vitesses de vent instantanées supérieures peuvent être supportées par les éoliennes et des coefficients de sécurité sont appliqués lors de leur conception.

A noter que les constructeurs des machines demandent systématiquement à l'exploitant de leur 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.

6. 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 matière première, ni de produit pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas 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 quelques voies à faible circulation dans un rayon inférieur à 200 m autour des éoliennes (chemins d'exploitation). L'explosion ou la sortie de route d'un véhicule sont considérées comme pouvant être dangereuses pour les éoliennes. La voie la plus proche des éoliennes est située à 65 m de l'éolienne E4 (chemin d'exploitation).

Par ailleurs : aucun aéroport n'est présent dans un rayon de 2 km des éoliennes. L'aéroport le plus proche est celui de Lœuilly, terrain d'aviation en herbe localisé au nord du projet et dont le bout de piste est situé à 3645 m de l'éolienne E1. 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 ligne THT de transport électrique, ni 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.

Pour les critères de vitesse de vent de la norme IEC 61400-1, le site présente des vitesses de vent inférieures aux maxima de la classe retenue (IEC III). 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.

Le projet européen Wind Energy production in COld climates (WECO), 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 site du projet est situé en zone de sismicité niveau 1 : zone de sismicité 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, le porteur du projet 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 655 m (La Ferme - Fransures).

Les éoliennes sont implantées en terrain essentiellement agricole très peu fréquenté. Le principal enjeu rencontré dans le périmètre de l'étude de dangers (soit dans le rayon des 500 m autour des éoliennes) est celui lié à la présence d'une voie de circulation structurante (autoroute A16 et ses bretelles d'accès). On note également quelques voies à faible circulation ou chemins d'exploitation.

Dans le périmètre de l'étude, on ne note aucune voie ferrée, ni voie navigable, aucun sentier de randonnée, aucun terrain aménagé potentiellement fréquenté, aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité.

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, l'éolienne retenue sera au minimum certifiée IEC I B (selon la norme IEC 61400-1, voir plus haut), Elle est aussi conforme 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 déduction de givre 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.

7. 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 été à l'origine de décès de personnes extérieures à l'exploitation. L'analyse des accidents en France ne montre aucun blessé en dehors du personnel de maintenance.

En France plus particulièrement, les seuls décès constatés aujourd'hui sont liés à la maintenance, ou bien aux efforts fournis pour atteindre le haut d'une éolienne (décès par crise cardiaque).

A noter que les données d'accidentologie utilisées, notamment pour les calculs de probabilité qui en découlent, sont régulièrement actualisées par le bureau d'études en charge de la présente étude.

Le risque pour le personnel de maintenance relève de la prévention des risques et des procédures de sécurité au travail, formalisées par le document unique de l'exploitant. L'introduction de visiteurs dans une éolienne relève de la responsabilité de l'exploitant et ne peut se faire que dans le cadre de son plan de prévention. Ces 2 risques sont exclus de l'analyse des risques de l'étude de dangers telle qu'elle est définie par 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.

8. 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 partie de pale ;
- Effondrement de l'éolienne ;
- Chute d'éléments de l'éolienne ;
- Chute de glace ;
- Projection de glace.

Système de sécurité des éoliennes retenues

Les éoliennes retenues 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 retenue 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.

9. 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 du périmètre de l'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 ou de pale	53 m
chute de glace	53 m
effondrement de l'éolienne	136,5 m
projection glace	282 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 le projet étudié, pour les événements chute de glace et projection d'élément ou de glace, l'exposition a été 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 les événements effondrement et chute d'élément, l'exposition a été jugée forte c'est-à-dire que le rapport entre l'élément d'impact et la surface de la zone d'effet est compris entre 1% et 5%.

Gravité

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

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

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 dangers (fiche n°1 de la circulaire). Ont été distingués ici :

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles, zones boisées) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 10 ha.
- Les voies de circulation structurantes (autoroute A16 et ses bretelles d'accès) 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, pour l'évènement projection de pale, le niveau de gravité rencontré est « important » pour les éoliennes E1 et E2 et « modéré » pour les éoliennes E3 et E4. Le niveau de gravité rencontré est « sérieux » pour les évènements effondrement et chute de pale pour toutes les éoliennes, et il est « modéré » pour les évènements chute de glace et projection de glace pour toutes les éoliennes.

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 monde⁴. 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	C	Improbable Evènement déjà rencontré sans que les mesures de corrections apportées garantissent sa réduction significative

⁴ Certaines données du guide ont été actualisées (notamment les données d'accidentologie et les calculs de probabilité qui en découlent).

Synthèse : caractérisation des accidents majeurs

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

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	136,5 m autour des éoliennes	Rapide	Exposition forte	D rare	Sérieux pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol 53 m	Rapide	Exposition modérée	A courant	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol 53 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	C improbable	Important pour les éoliennes E1 et E2 Modéré pour les éoliennes E3 et E4
Projection de glace	282 m autour des éoliennes	Rapide	Exposition modérée	B probable	Modéré pour toutes les éoliennes

10. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ 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.

Parc éolien du Bosquel					
Matrice des risques		D (rare)	C (improbable)	B (probable)	A (courant)
		Niveau de gravité des conséquences	Désastreux		
Catastrophique					
Important			Projection d'éléments (500 m) Eoliennes E1 et E2		
Sérieux	Effondrement (136,5 m) Toutes les éoliennes		Chute d'éléments (53 m) Toutes les éoliennes		
Modéré			Projection d'éléments (500 m) Eoliennes E3 et E4	Projection de glace (282 m) Toutes les éoliennes	Chute de glace (53 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), c'est-à-dire qu'ils ne nécessitent pas de mesures supplémentaires de réduction des risques autres que celles déjà prises.

11. CONCLUSION

L'étude de dangers des 4 éoliennes du projet éolien du Bosquel a été 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.

Quatre modèles d'éoliennes d'un gabarit proche sont aujourd'hui envisagés sur ce projet. Afin de ne pas sous-estimer les risques, l'éolienne majorante du point de vue de l'étude de dangers a été retenue. Ainsi, le modèle choisi pour cette étude est l'éolienne Enercon E103 EP2 2,35 MW (classe IEC III) qui présente à la fois le diamètre de rotor maximal (103 mètres) et la hauteur totale maximale (136,5 mètres). Les périmètres d'effet calculés sont ainsi supérieurs ou identiques à ceux des autres machines envisagées. La machine retenue dans la version finale du projet, si elle est différente, correspondra donc à une éolienne présentant des dimensions inférieures ou égales, construite selon les mêmes normes et présentant les mêmes dispositifs de sécurité et une classe de solidité équivalente ou plus robuste.

L'étude 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 136,5 m, classe de probabilité : « rare »)
- Chute d'éléments de l'éolienne (portée 53 m, « improbable »)
- Chute de glace (portée 53 m, « courant »)
- Projection de glace (portée 282 m, « probable »)
- Projection d'éléments de pale (portée 500 m, « improbable »)

Les enjeux humains considérés sont ceux liés à la fréquentation des différents périmètres concernés: personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes sur les terrains non aménagés (terrains agricoles), et véhicules susceptibles d'emprunter les voies de circulation structurantes (autoroute A16 et ses bretelles d'accès) et les voies à faible circulation.

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 présence 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

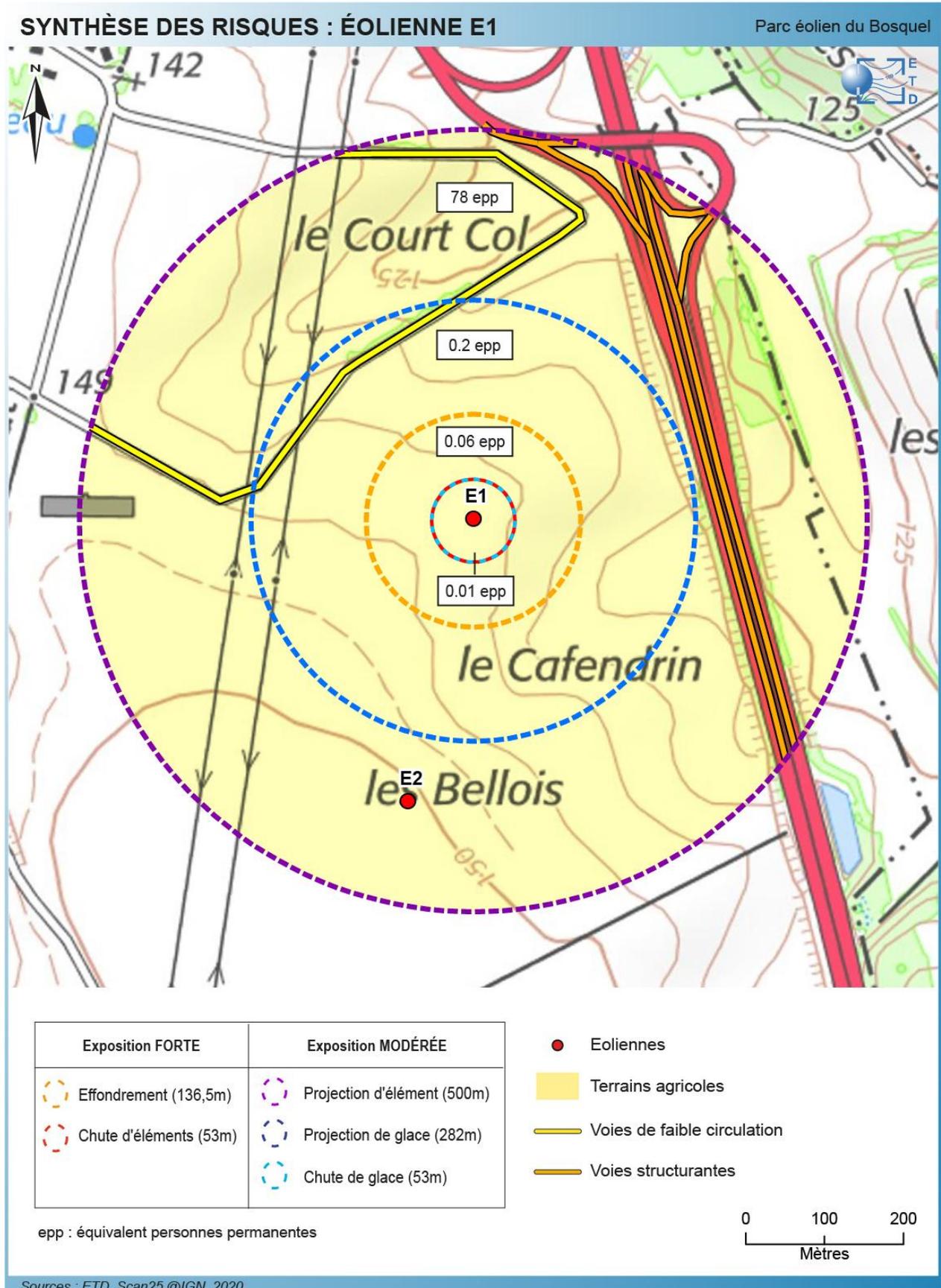
⁵ [19] - SER, FEE, INERIS – Mai 2012. Certaines données du guide ont été actualisées (notamment les données d'accidentologie et les calculs de probabilité qui en découlent).

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 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 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.

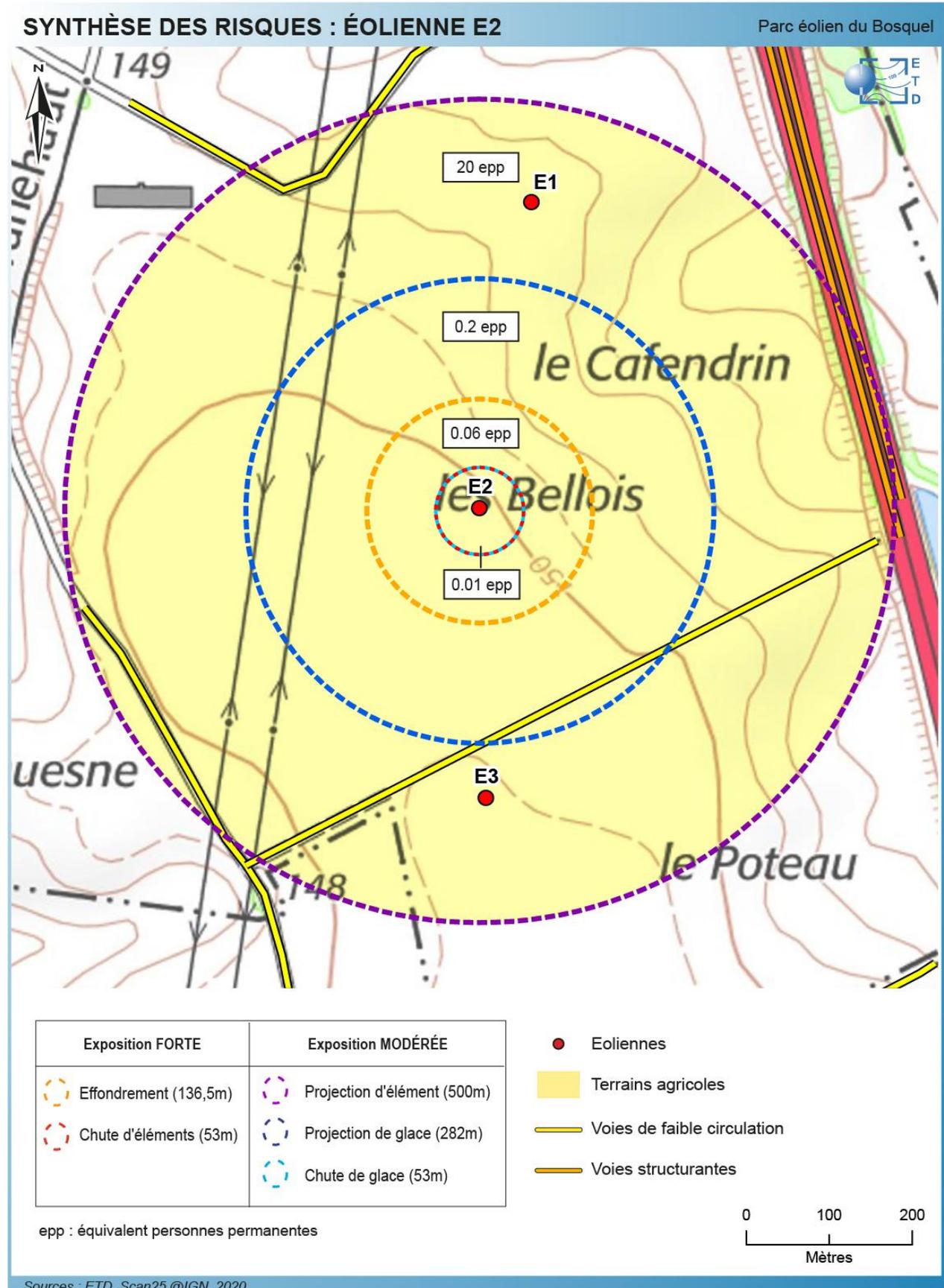
12. CARTOGRAPHIE DES RISQUES SIGNIFICATIFS

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

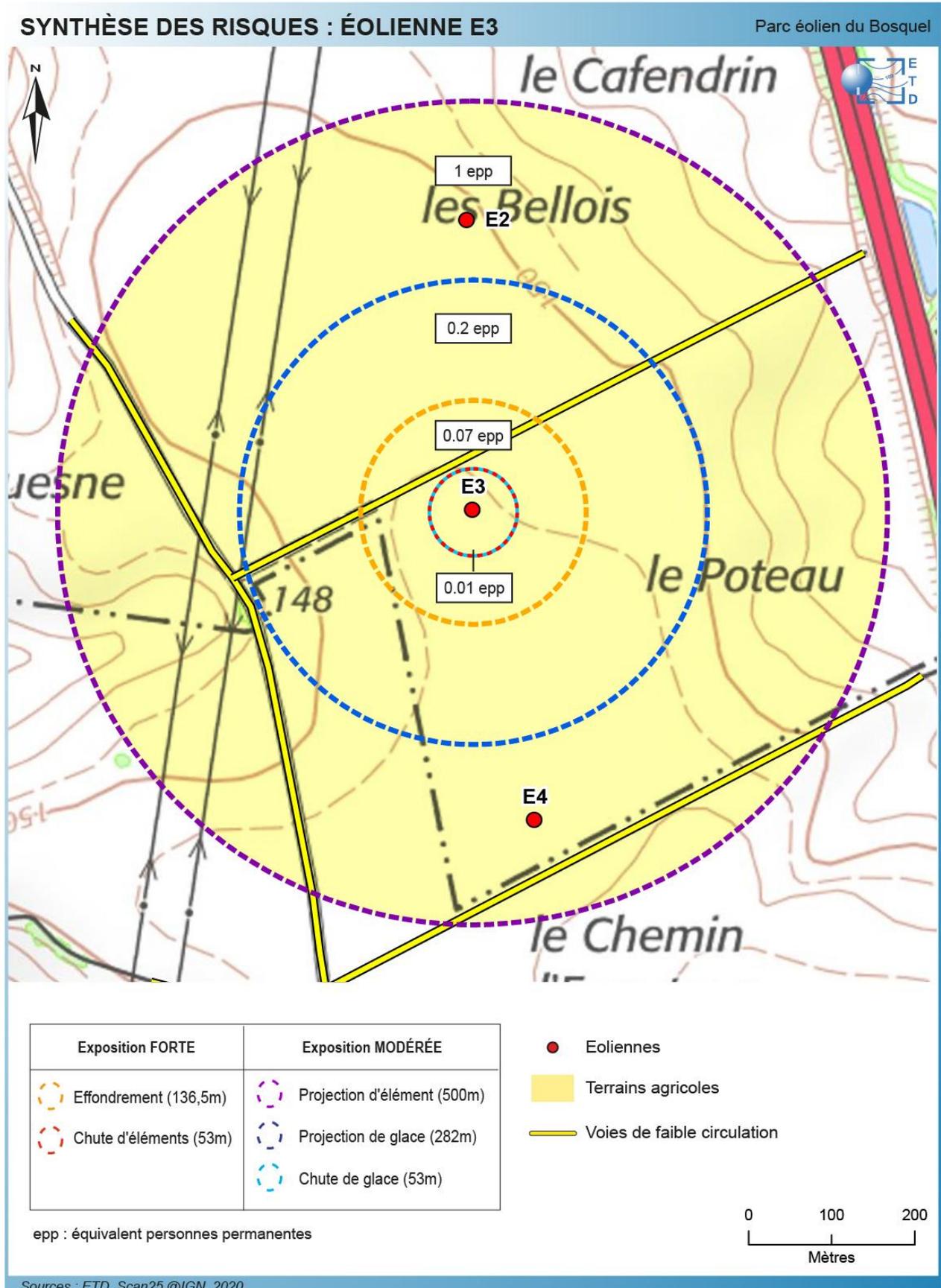
- les **enjeux** présents dans les différentes zones d'effet ;
- le **nombre de personnes** permanentes (epp, ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.
- L'**intensité** de l'exposition aux différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de ces phénomènes (exposition forte ou modérée) ;



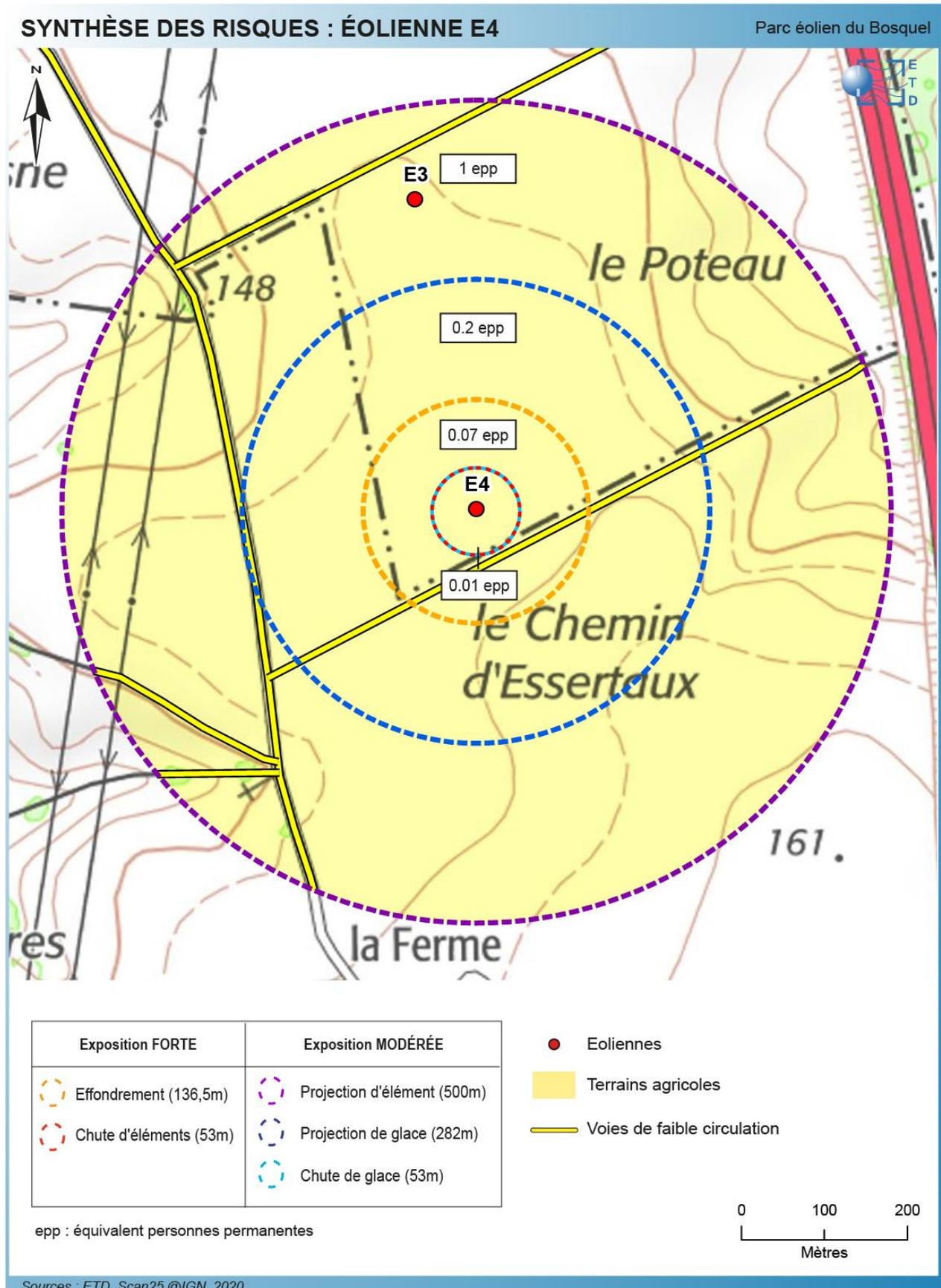
Carte de synthèse des risques : éolienne E1



Carte de synthèse des risques : éolienne E2



Carte de synthèse des risques : éolienne E3



Carte de synthèse des risques : éolienne E4