

Résumé Non Technique

Etude de dangers

Parc éolien de Lastic

Département : Puy-de-Dôme (63)

Commune : Lastic



Maître d'ouvrage

ABO
WIND

Réalisation de l'étude

ENCIS Environnement

Rédacteur : Matthieu DAILLAND

 **encis**
environnement

Bureau d'études en environnement
énergies renouvelables et aménagement durable

Tome n°5.2 :
Etude de dangers
RNT

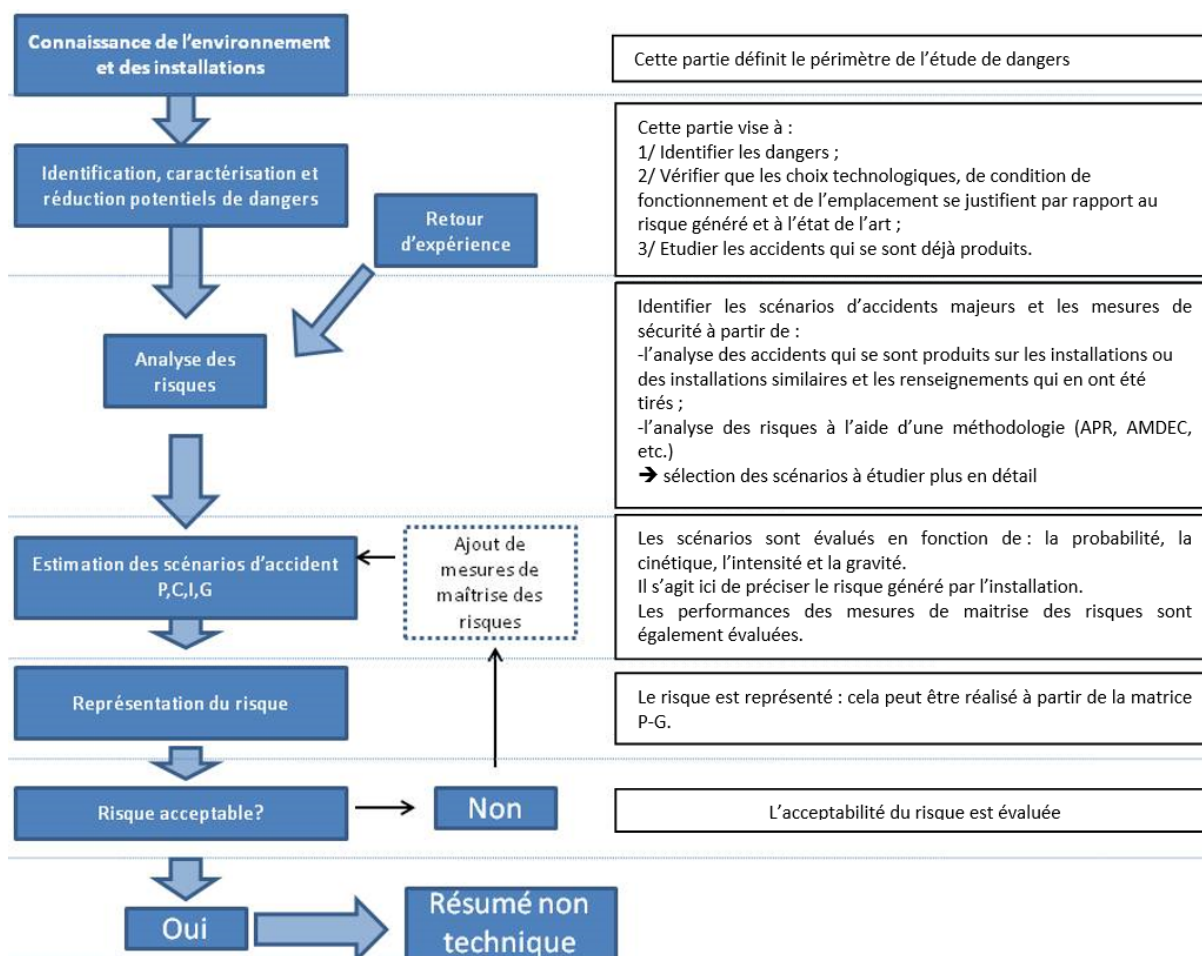
Indice	Etabli par	Corrigé par	Validé par	Commentaires et date
0	Matthieu DAILLAND	Elisabeth GALLET-MILONE	Elisabeth GALLET-MILONE	Première émission 05/03/2020
				
1	Matthieu DAILLAND	Pierre-Alexandre PREBOIS	Pierre-Alexandre PREBOIS	Version reprise suite aux demandes de compléments 02/03/2021
				

SOMMAIRE

1.	ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS.....	4
2.	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....	4
2.1.	Renseignements administratifs.....	4
	<i>Présentation d'ABO Wind</i>	4
2.2.	Localisation du site.....	5
2.3.	Définition de l'aire d'étude.....	7
3.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	8
3.1.	Environnement.....	8
3.2.	Cartographie de synthèse.....	10
4.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....	13
4.1.	Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	13
4.2.	Composition de l'installation.....	15
4.3.	Fonctionnement de l'installation.....	17
4.4.	Réduction des potentiels de dangers à la source.....	17
5.	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	18
6.	SYNTHESE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES.....	18
6.1.	Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	18
6.2.	Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	19
6.3.	Cartographie des risques.....	19
7.	CONCLUSION.....	25
	ANNEXES : DEFINITIONS.....	27

1. ETAPES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS

Le graphique ci-dessous synthétise les différentes étapes et les objectifs de l'étude de dangers :



2. INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le porteur de projet du parc éolien de Lastic est ABO Wind.

L'activité principale d'ABO Wind est la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables.

L'exploitant de ce parc est la SPENR de Lastic.

La réalisation de cette étude de dangers a été effectuée par Matthieu DAILLAND, d'ENCIS Environnement.

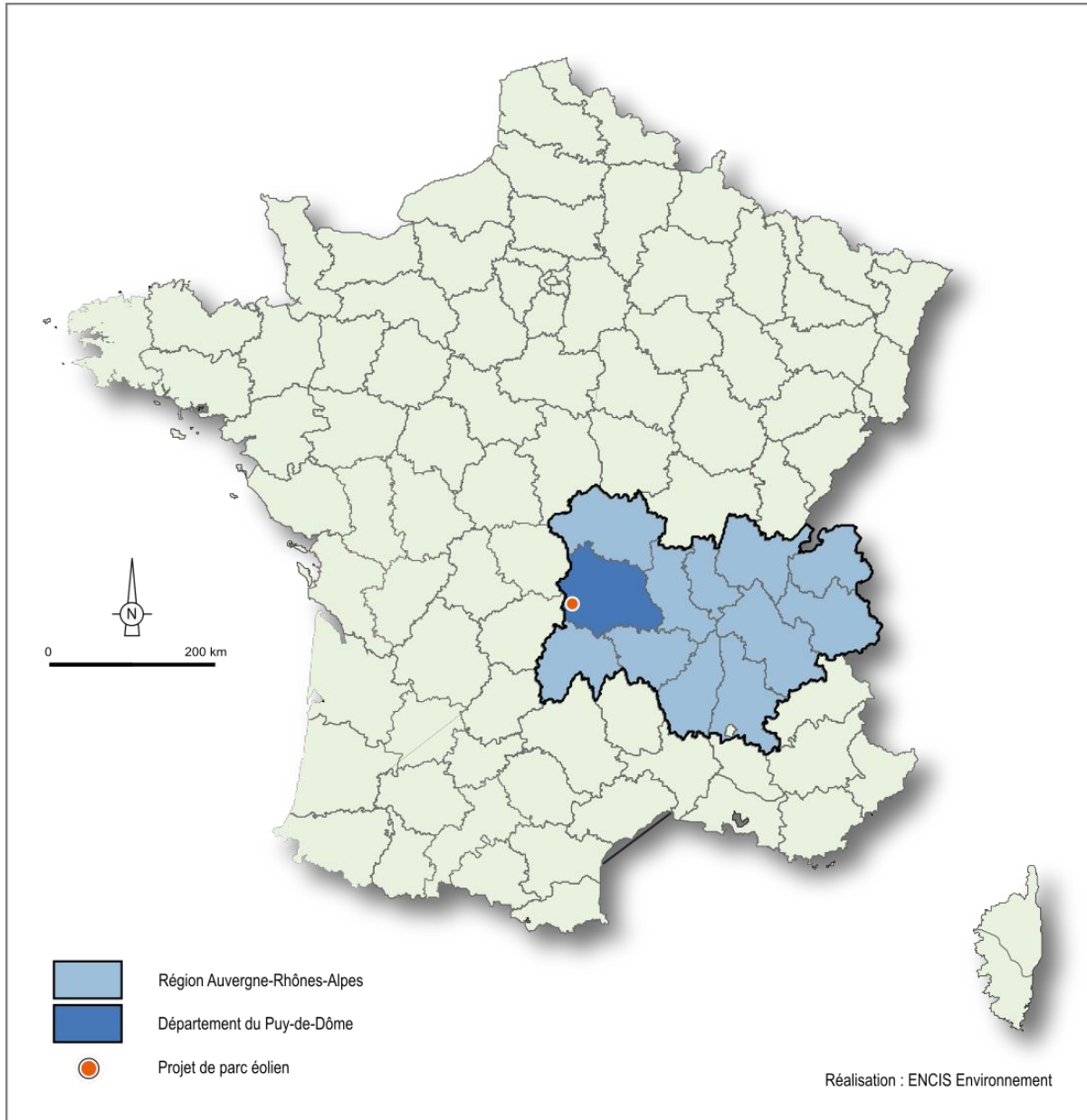
PRESENTATION D'ABO WIND

Fondée en 1996, ABO Wind compte parmi les développeurs de projets éoliens les plus expérimentés en Europe. La société ABO Wind a une dimension internationale mais reste une PME à dimension humaine. En 2017, plus de 400 professionnels expérimentés travaillent au sein du groupe. ABO Wind a raccordé 1 320 mégawatts à travers le monde. Avec quatre agences à Nantes, Orléans, Lyon et Toulouse (siège social), la filiale française « ABO Wind SARL » développe des projets éoliens sur tout le territoire français depuis 2002 et constitue aujourd'hui une équipe de 60 personnes. Soutenue par

un groupe solide et indépendant, la société ABO Wind a développé et mis en service 145 éoliennes en France soit 278 MW d'électricité propre.

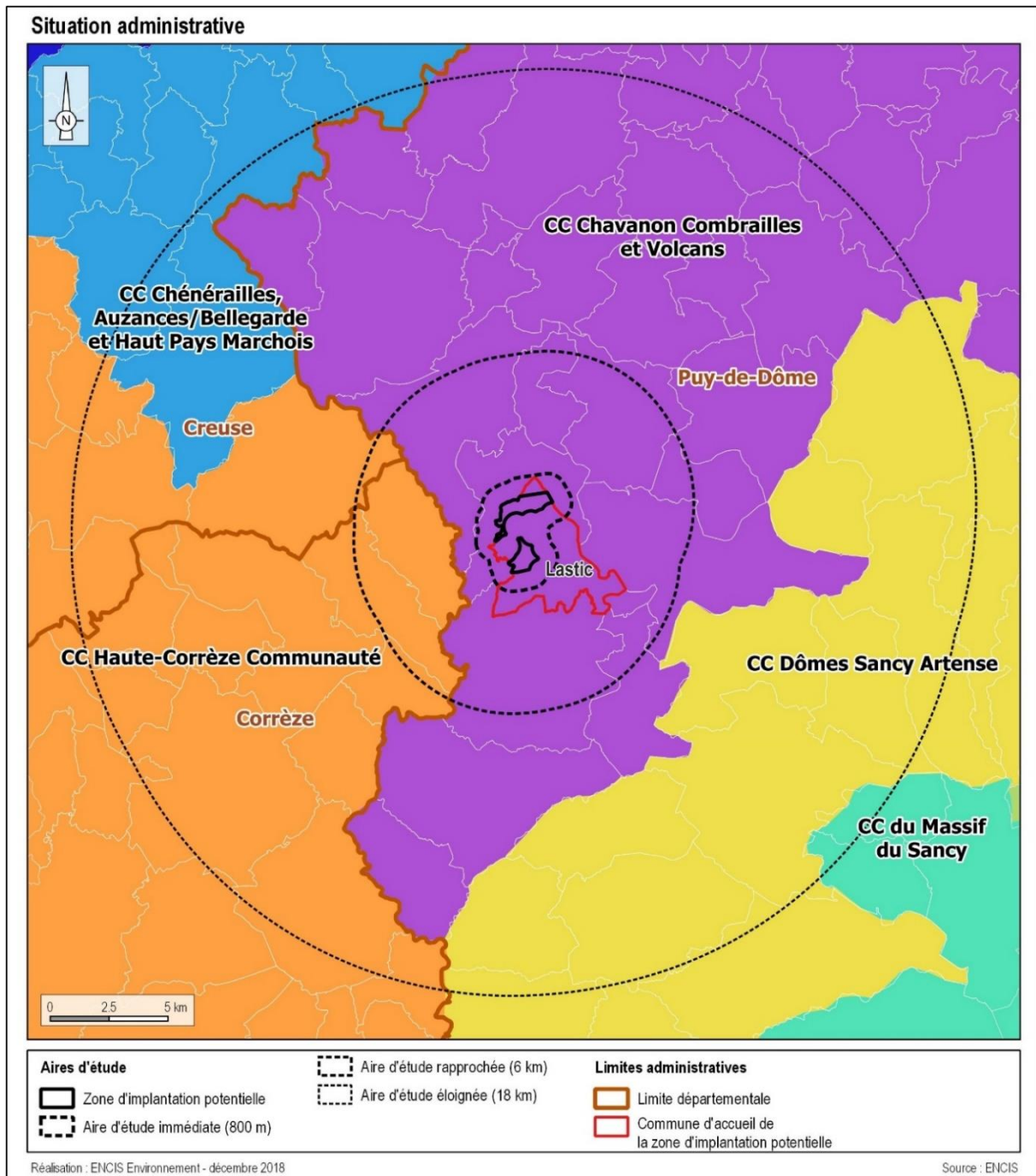
2.2. LOCALISATION DU SITE

Le site d'implantation potentielle du parc éolien est localisé en région Auvergne-Rhône-Alpes, dans le département du Puy-de-Dôme, sur la commune de Lastic.



Carte 1 : Localisation du site d'implantation sur le territoire français métropolitain

La commune de Lastic fait partie de la Communauté de Communes Chavanon-Combrailles et Volcans.



Carte 2 : Localisation du site d'implantation en Puy-de-Dôme et au sein de la Communauté de Communes Chavanon-Combrailles et Volcans

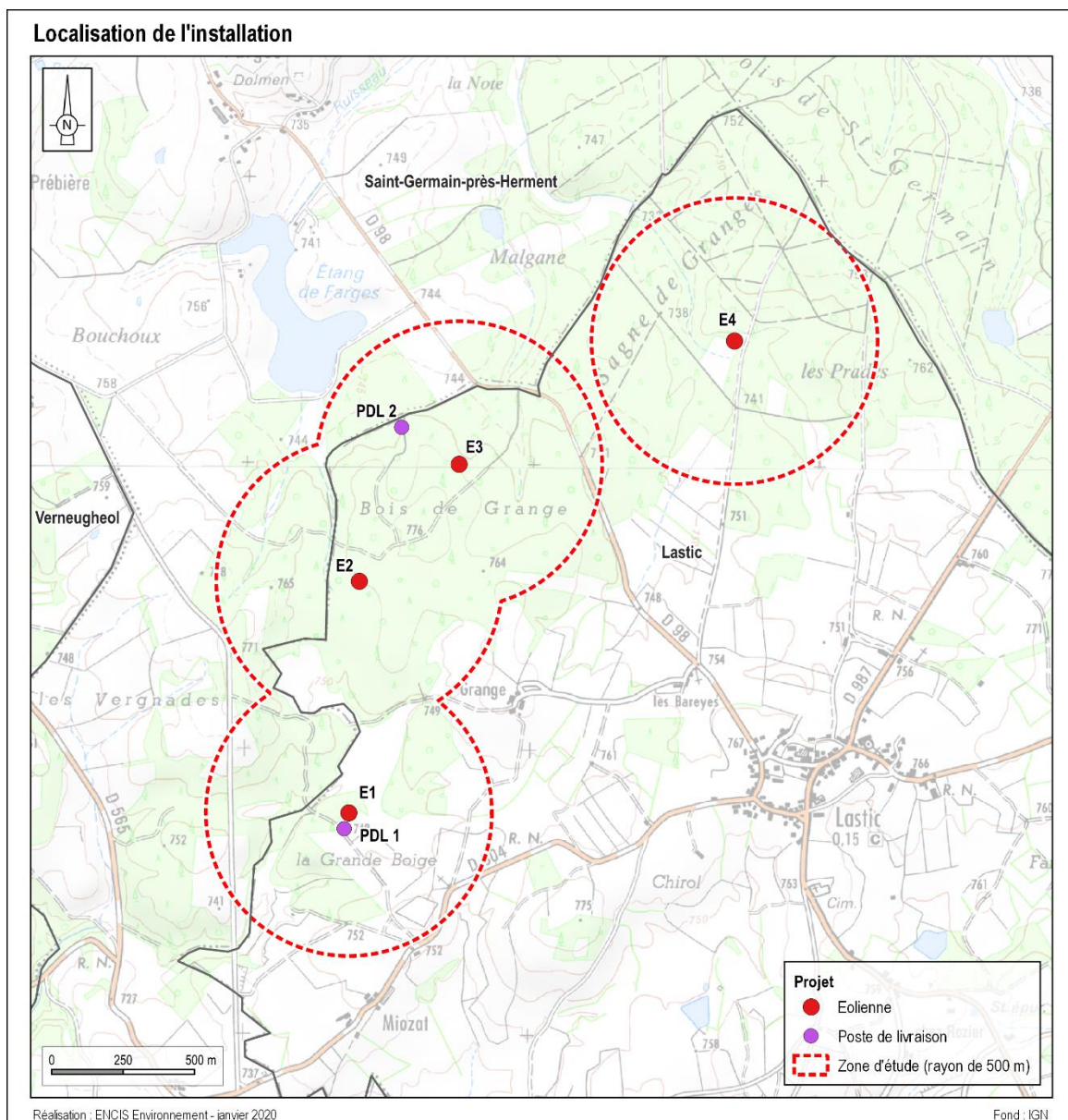
2.3. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.4 de l'étude de dangers.

La zone d'étude n'intègre pas les environs des postes de livraison, qui sont néanmoins représentés sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre des études par l'INERIS et le SER FEE ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter. Sera appelée dans la suite du document « zone d'étude » les aires d'étude des éoliennes, définies par un cercle de rayon inférieur ou égal à 500 m.

La zone d'étude de dangers concerne les communes de Lastic et de Saint-Germain-près-Herment.



Carte 3 : Carte de situation de l'installation (Source : ENCIS Environnement)

3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

3.1. ENVIRONNEMENT

- Environnement humain :
 - Aucune habitation n'est présente dans la zone d'étude. Plusieurs hameaux et lieux-dits sont toutefois situés de part et d'autre de cette zone. L'habitation la plus proche est localisée au lieu-dit de Miozat. Elle se trouve à 635 m au sud de l'éolienne E1.
 - Concernant les zones urbanisables, la commune de Lastic ne dispose pas de document d'urbanisme, de même que la commune de Saint-Germain-près-Herment, également concernée par la zone d'étude.
 - Aucun Etablissement Recevant du Public (ERP) n'est présent dans les limites de la zone d'étude.
 - Il n'y a aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) classée « SEVESO » au sein de la zone d'étude. L'ICPE la plus proche est une fabrique de granulés située sur la commune de Saint-Germain-près-Herment, à 1,9 km au nord-est de l'éolienne E4.
 - Il n'y a pas d'installation nucléaire dans la zone d'étude ou à proximité, la plus proche se localise à Civaux, à 167 km au nord-ouest de l'éolienne E3.
 - Un bâtiment agricole est localisé au lieu-dit de la Grande Boige, à 404 m au sud-ouest de l'éolienne E1.
 - Un chemin de randonnée fait le tour de l'étang de Farge, situé 555 m au nord-ouest de l'éolienne E3, et emprunte les chemins forestiers situés au nord de l'éolienne E2 et au nord-ouest de E3. Ce chemin est concerné par la zone d'étude et se trouve au plus proche à 104 m au nord de l'éolienne E2.
- Environnement naturel :
 - ✓ Contexte climatique :
 - A la station de Saint-Sulpice, la température moyenne annuelle est de 8,8°C. L'amplitude thermique reste modérée, de l'ordre de 15,1°C.
 - Les précipitations enregistrées à la station de Saint-Sulpice sont de 1 116,1 mm/an.
 - D'après l'analyse des données de vent mesurées entre le 20/09/2017 et le 30/12/2018 sur le mât installé sur le site par ABO Wind, la vitesse mesurée est de 4 à 6 m/s. Les vents dominants ont une orientation sud-sud-ouest / nord-nord-est.
 - ✓ Risques naturels :
 - D'après les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255, le site d'étude est en zone de sismicité 2 soit une probabilité d'occurrence des séismes faible.
 - D'après la base de données du Georisques qui recense tous les mouvements de terrain, la zone d'étude n'est pas concernée par des mouvements de terrain recensés dans les bases de données. Le plus proche se situe à 2,6 km au sud-est de l'éolienne E4. Il s'agit d'un cas d'effondrement. Les bases de données ne démontrent pas de mouvement de terrain connus sur le secteur, néanmoins, les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
 - D'après la base de données du BRGM, le site à l'étude n'est pas directement concerné par une cavité à risque connue. La cavité souterraine la plus proche du projet est un ouvrage civil situé à 2,9 km au nord-est de l'éolienne E4. Les bases de données ne démontrent pas d'aléa effondrement connus à proximité immédiate des éoliennes, néanmoins, les études géotechniques préalables à la construction du projet permettront de statuer précisément sur ce risque et de dimensionner les fondations en fonction.
 - Concernant le risque de retrait-gonflement des argiles, la majorité de la zone d'étude est caractérisée par un aléa retrait / gonflement des sols argileux. L'éolienne E4 se trouve en zone d'aléa faible. Le poste de livraison 2 et l'éolienne E4 sont par ailleurs situés à proximité de secteurs où l'aléa est qualifié de moyen. Des sondages géotechniques permettront, en amont de la construction, de préciser la nature argileuse des sols et le risque associé et devront toutefois être pris en compte pour le dimensionnement des fondations.

- Le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km² et par an est compris entre 1 et 2 pour la zone d'étude. La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,53 arcs/km²/an.
 - La commune de Lastic est concernée par le risque de feu de forêt, au même titre que la majorité des communes du département. Plusieurs boisements sont présents dans la zone d'étude. Le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Puy-de-Dôme indique que la commune de Lastic présente un aléa feu de forêt très faible au titre du DDRM. Des prescriptions particulières concernant la sécurité contre les risques incendie seront précisés ultérieurement, lors de l'instruction de la demande d'autorisation environnementale du parc éolien.
 - Le projet éolien de Lastic n'est pas exposé au risque inondation liée aux crues des cours d'eau.
 - D'après les données du BRGM, les éoliennes E2 et E3 sont situées sur des zones présentant un risque de remontée de nappe nul alors que les éoliennes E1 et E4 se trouvent sur des zones potentiellement sujettes aux inondations de cave. Des sondages géotechniques devront être réalisés avant la construction du projet afin d'adapter les modalités de mise en place des fondations. Dans le cas peu probable de fondations renforcées en profondeur, des mesures devront être prévues par un hydrogéologue.
- Environnement matériel :
 - L'autoroute A89 est située à 8 km au sud de l'éolienne E1.
 - Deux routes départementales traversent la zone d'étude : la route D604 au sud-est de l'éolienne E1 et la route D98 au nord-est de l'éolienne E3. Une voie communale et plusieurs chemins forestiers sont également présents.
 - Le site n'est pas concerné par une servitude ferroviaire, la voie ferrée exploitée la plus proche étant recensée à Saint-Sauves-d'Auvergne, soit à 8,2 km au sud-est de l'éolienne E1.
 - Aucun cours d'eau navigable, aucun canal et écluse ne sont présents sur la zone d'étude.
 - Du point de vue de l'aviation militaire, le projet est situé dans la zone réglementée R 68 B, dédiée à l'entraînement de combat pouvant nécessiter un contournement pendant l'activité, avec une hauteur plancher de vol de 4 500 ft (1 371 m). La zone d'étude se trouve dans le couloir TMA Clermont 5.1, pour lequel la hauteur plancher est définie à 8 500 pieds soit 2,5 km.
 - Les éoliennes se situent en dehors de zone de protection de radar.
 - L'aérodrome le plus proche est celui d'Ussel-Thalamy, à 21,5 km au sud-ouest de l'éolienne E1.
 - Aucune ligne THT ne concerne la zone d'étude. la plus proche est à 1,9 km au nord-est de l'éolienne E4.
 - Une ligne HTA aérienne est également localisée à 506 m au sud-est de l'éolienne E1.
 - Aucune canalisation de transport de gaz, d'hydrocarbures liquides ou de produits toxiques n'est présente sur la zone d'étude ou à proximité.
 - Aucune station d'épuration n'est présente sur et aux alentours de la zone d'étude.
 - La réponse de l'ARS datée du 31/08/2016 (voir annexe 2 de l'étude d'impact) a permis de déterminer qu'aucun captage public utilisé pour l'alimentation humaine, n'est présent dans la zone d'étude. Cependant, deux captages sont identifiés à proximité, au lieu-dit Le Camp, à 3,5 km au sud-est de l'éolienne E1.

3.2. CARTOGRAPHIE DE SYNTHESE

En conclusion de ce chapitre de l'étude de dangers, la cartographie suivante permet d'identifier **dans la zone d'étude globale (500 m) puis dans les autres zones d'études¹** les enjeux humains exposés ainsi que la localisation des biens, infrastructures et autres établissements.

Biens, infrastructures et autres établissements

Dans la zone d'étude, nous avons recensé en tant qu'infrastructures :

- les chemins d'exploitation (existants ou à créer) et plateformes du parc éolien ;
- les routes départementales D98 et D604 ;
- une voie communale et plusieurs chemins sylvicoles ;
- le chemin de randonnée faisant le tour de l'étang de Farge et empruntant les chemins forestiers proches des éoliennes E2 et E3 ;
- le bâtiment agricole situé au lieu-dit la Grande Boige.

Enjeux humains

La méthode de comptage des enjeux humains est basée sur la fiche n°1 de la Circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers (voir annexe 1 du présent document). Elle permet d'estimer le nombre de personnes susceptibles d'être rencontrées suivant les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) présents dans la zone d'étude. Elle permettra ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques.

Les enjeux pris en compte pour les routes départementales D98 et D604 traversant la zone d'étude ont été estimés en fonction des données de comptage routier du Conseil Départemental du Puy-de-Dôme. La fréquentation de ces routes est de 80 véhicules/jour pour la D98 et de 110 véhicules/jour pour la D604. Ces routes sont donc considérées comme non structurantes (fréquentation < à 2 000 / jour).

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

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

- terrains non aménagés et très peu fréquentés (forêts, prairies, etc....), où l'on comptera 1 personne exposée par tranche de 100 ha,
- terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes telles que la voie communale et les chemins sylvicoles, chemins permanents et plateformes créés dans le cadre du projet éolien), où l'on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.

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

D'après le porteur de projet, les enjeux humains correspondant au bâtiment agricole ont été estimés à 2 personnes maximum.

Les surfaces ont été calculées en utilisant un logiciel de SIG², tout en s'appuyant sur la cartographie au 1 : 25 000, le site géoportail pour les photos aériennes et le plan de masse fourni par le porteur de projet. Ces données ont permis de calculer à un instant t les différentes répartitions des terrains non bâtis (dont les chemins empruntés par les véhicules agricoles). Des évolutions dans le futur peuvent avoir lieu et ne sont donc pas prises en compte.

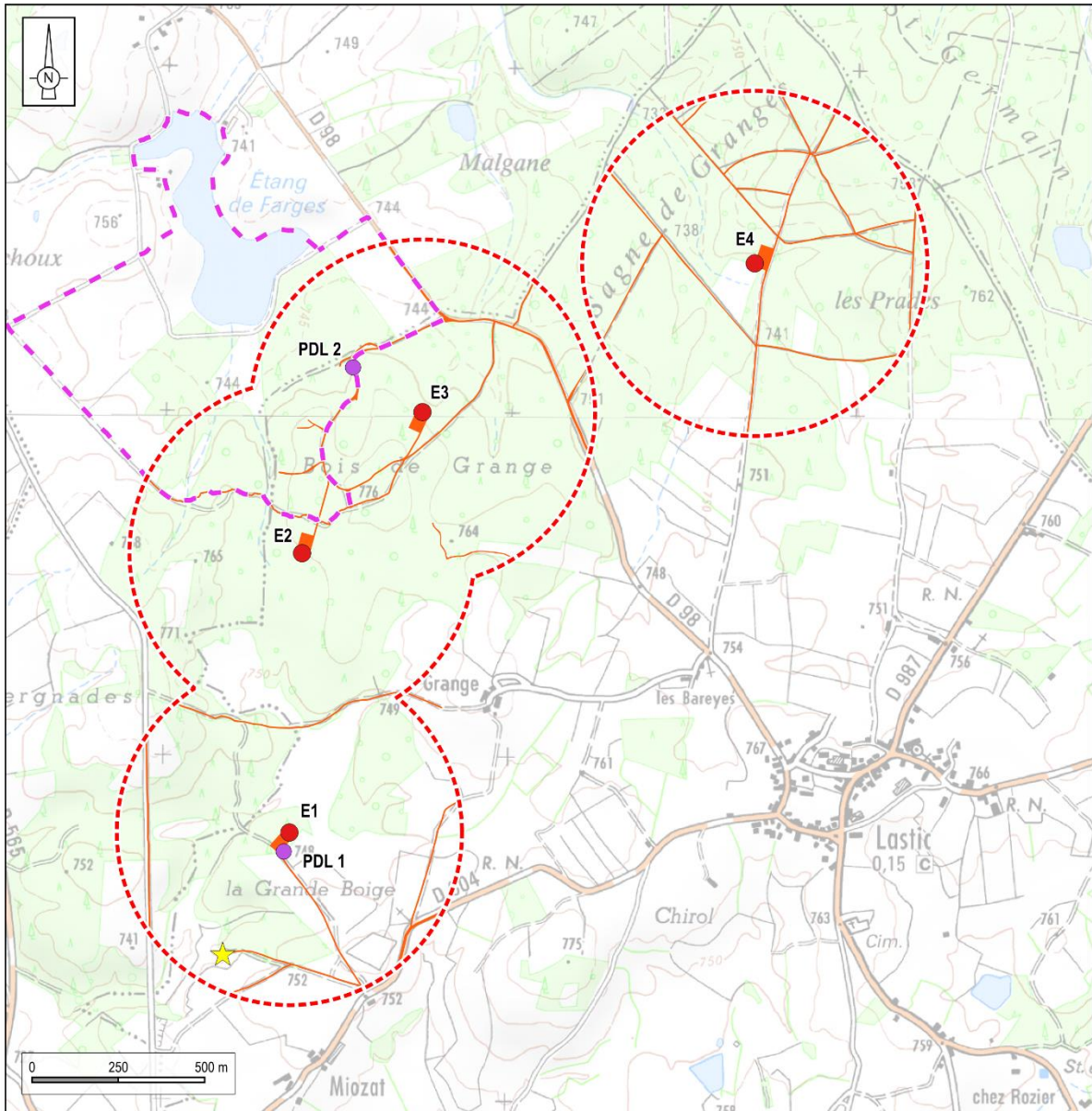
¹ Voir parties 7 et 8 de l'étude de dangers pour la définition des scénarios et des zones d'étude

² SIG : Système d'Information Géographique / logiciel utilisé : Qgis

Eolienne	Ensemble homogène	Surface (ha) ou Linéaire (km)	Règle de calcul	Enjeux humains (EH)	Enjeux humains totaux
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,9038	1 pers/100 ha	0,769038	2,932638
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,636	1 pers/10 ha	0,1636	
	Bâtiment agricole	-	Nombre de personnes max	2	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,0814	1 pers/100 ha	0,770814	3,154654
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,4584	1 pers/10 ha	0,14584	
	Chemin de randonnée	1,119	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	2,238	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,2398	1 pers/100 ha	0,762398	3,620398
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,3	1 pers/10 ha	0,23	
	Chemin de randonnée	1,314	2 pers/km par tranche de 100 promeneurs/jour	2,628	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,0578	1 pers/100 ha	0,760578	1,008778
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,482	1 pers/10 ha	0,2482	

Tableau 1 : Enjeux humains par éolienne

Enjeux humains à protéger



Réalisation : ENCIS Environnement - décembre 2019

Source : IGN

Carte 4 : Synthèse des enjeux à protéger (Source : ENCIS Environnement)

4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrite précédemment.

4.1. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (plateformes, raccordement électrique inter-éolienne, poste de livraison et chemins d'accès).

❖ Eléments constitutifs d'un aérogénérateur

Toutes les éoliennes qui composent le parc sont de même type, de hauteur égale (219,6 m en bout de pales) et de matériau et couleur sobres. L'éolienne Nordex N149 – 4,5 MW – 145 HH est une éolienne d'une puissance nominale de 4,5 MW. La puissance disponible du projet de Lastic est par conséquent de 18 MW.

L'éolienne Nordex N149 – 4,5 MW – 145 HH est essentiellement composée des éléments suivants :

- **Le rotor** de 149,1 m qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** tubulaire en acier recouvert d'un revêtement époxy (protection anti-corrosion) et de peinture acrylique, d'une hauteur totale de 142,89 m, équipée à son sommet d'une nacelle qui s'oriente en permanence en direction du vent. Le mât comporte des plates-formes intermédiaires et est équipé d'une échelle, pourvue d'un système antichute (rail), de plates-formes de repos, et d'un élévateur de personnel.
- **La nacelle** composée d'un châssis en fonte et d'une coquille fabriquée en matière plastique renforcée de fibres de verre, dimensionnés suivant le standard IEC classe S. Elle est composée d'un train d'entraînement, d'une génératrice, d'un système d'orientation, du convertisseur ainsi que du transformateur.

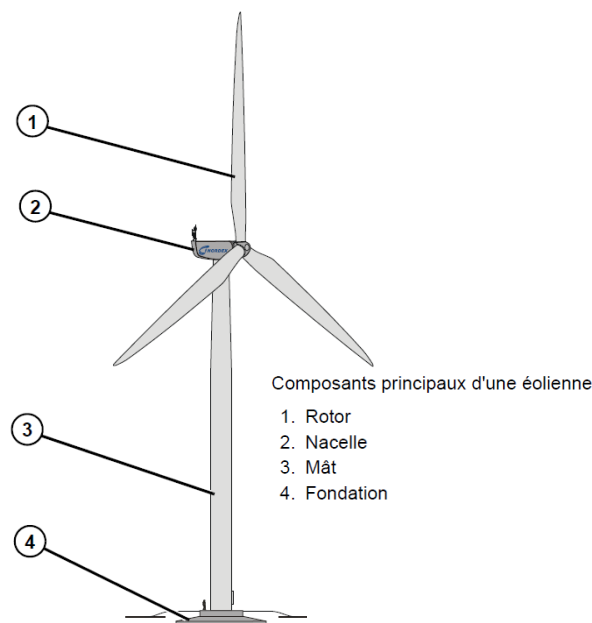


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

❖ Emprise au sol

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

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- **La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.
- **La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

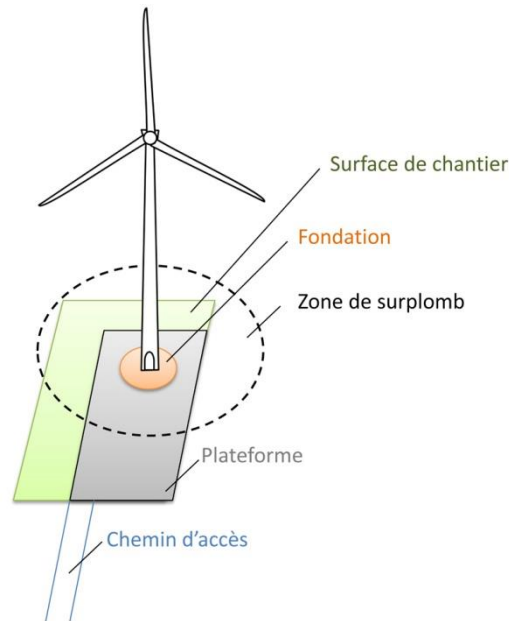


Figure 2 : Illustration des emprises au sol d'une éolienne

❖ Chemins d'accès

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

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

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituant les éoliennes et de leurs annexes.

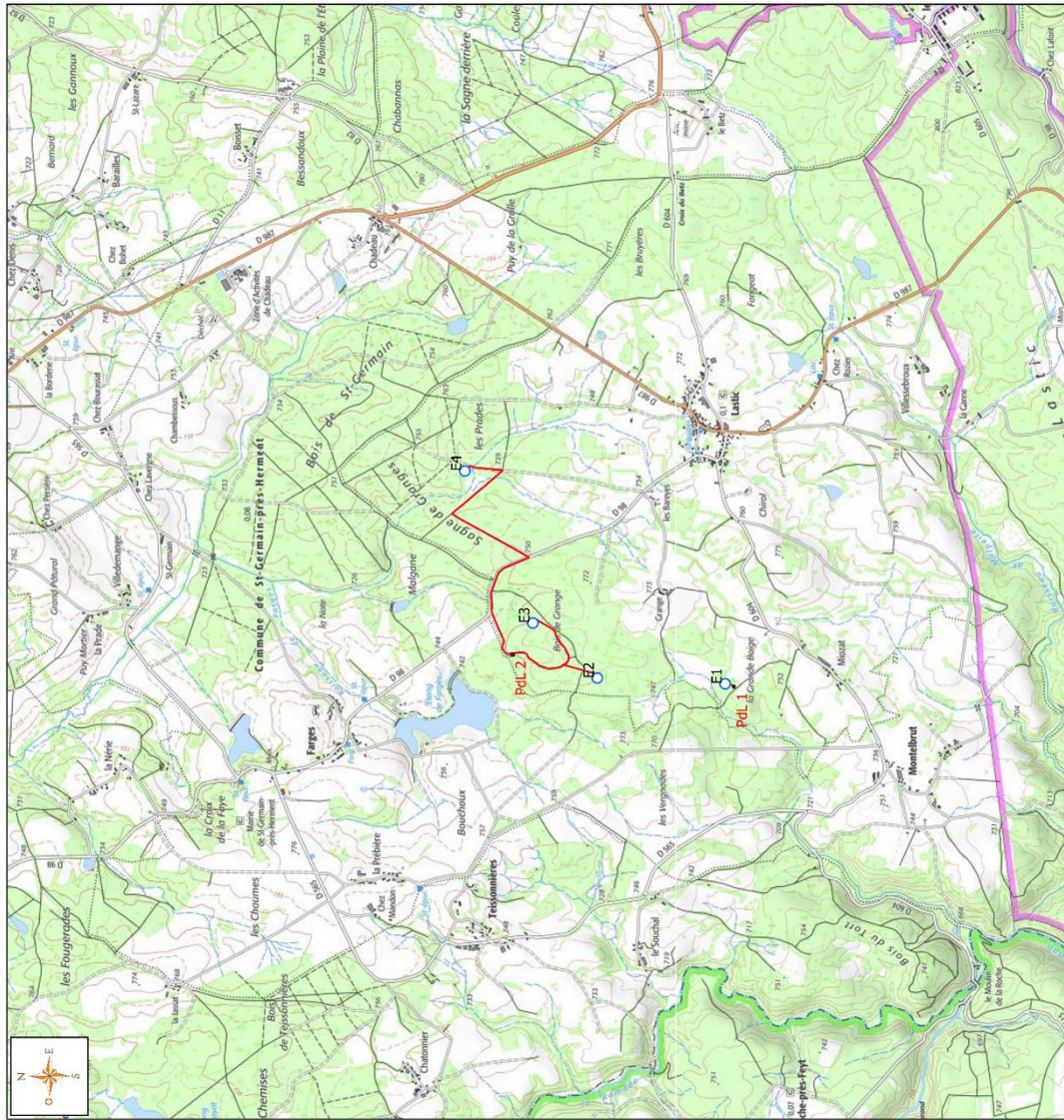
Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

4.2. COMPOSITION DE L'INSTALLATION

Le parc éolien est composé de 4 éoliennes de type Nordex N149 d'une puissance nominale maximale de 4,5 MW et de deux postes de livraison. Les éoliennes ont une hauteur de moyeu de 145 mètres et un diamètre de rotor de 149,1 m, soit une hauteur totale de 219,6 m. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison :

EOLIENNE	Type	Commune	Section	N° parcelle	Altitude au sol	Hauteur totale	Altitude NGF en bout de pale	Lambert 93	
								X	Y
E1	N149	Lastic	A	212	748,57 m	219,6 m	968,17 m	664735,37	6512274,08
E2	N149	Lastic	A	178	759,3 m	219,6 m	978,9 m	664772,12	6513083,72
E3	N149	Lastic	A	176	752,37 m	219,6 m	971,97 m	665120,77	6513491,73
E4	N149	Lastic	A	157	737,61 m	219,6 m	957,21 m	666083,51	6513922,45
PDL 1	-	Lastic	A	212	749,54 m	2,64 m	752,18 m	664718,84	6512218,91
PDL 2	-	Lastic	A	771	749,3 m	2,64 m	751,94 m	664918,95	6513621,06

Tableau 2 : Coordonnées des éoliennes et des postes de livraison

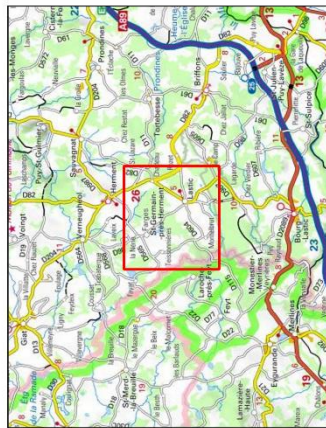


ABO WIND

Projet éolien de Lastic (63)

Demande d'Autorisation Environnementale

Plan de situation des installations



- Eoliennes
- Poste de livraison
- Raccordement électrique inter-éolienne
- Limite communale

0 0.5 1 1.5 2 km

1:25 000

(Pour une impression au format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : ABO Wind, 2020
 Source du fond de carte : IGN
 Sources de données : IGN BC CARTO - ABO Wind

Carte 5 : Plan détaillé du parc éolien de Lastic (Source : ABO Wind)

4.3. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent donnée (environ 2 m/s), et c'est seulement à partir de la vitesse de couplage au réseau que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne, comme son nom l'indique, plus rapidement. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint la vitesse minimale nécessaire à la production maximale, on parle de production nominale.

L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, dépasse la vitesse maximale de fonctionnement, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

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

Caractéristiques de la N149 :

- Vitesse de couplage au réseau : 3 m/s ;
- Vitesse minimale nécessaire à la production maximale : Environ 11,5 m/s ;
- Vitesse de mise en drapeau : 26 m/s

4.4. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

Le porteur de projet a effectué plusieurs choix techniques au cours de la conception du projet afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Il a été choisi par le porteur de projet de respecter un éloignement d'au minimum 500 m autour des habitations, par rapport aux exigences issues de la Loi Grenelle II ; de plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, de définition de l'aire d'étude et de l'implantation des éoliennes.

Le contexte essentiellement agricole de l'environnement du projet et l'absence d'autres sources de dangers à proximité (ICPE SEVESO, ...) réduit les possibilités de mise en œuvre d'autres actions préventives.

En outre, les mesures générales de prévention limitant les risques d'accident sur le parc éolien de Lastic sont les suivantes :

- le fournisseur des éoliennes assure leur maintenance et dispose d'un système de management HSE respecté par tous ses salariés.
- le respect des règles de conduite et la limitation de la vitesse de circulation des engins et véhicules seront imposés. Un plan de circulation sera établi pour l'accès depuis les routes les plus proches.
- les interventions se font par du personnel possédant l'habilitation électrique et la législation du travail dans les installations en hauteur, après visite de conformité par un organisme de contrôle agréé. Les techniciens sont formés, entraînés et autorisés. Ils sont équipés de leurs EPI.

- des procédures d'installation et de maintenance claires et détaillées seront disponibles pour chacun des équipements.
- le design et l'assemblage des équipements respectent les normes en vigueur et normes constructeur.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement intervenue par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

5. CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

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

6. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

6.1. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité pour l'éolienne étudiée (N149). Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale 219,6 m	Rapide	exposition modérée	D	Modéré
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol 74,6 m	Rapide	exposition modérée	C	Modéré
Chute de glace	Zone de survol 74,6 m	Rapide	exposition modérée	A	Modéré
Projection de pale ou de morceau de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Sérieux
Projection de glace	1,5 x (H + D) autour de l'éolienne 441,2 m	Rapide	exposition modérée	B	Modéré E4 Sérieux pour E1, E2 et E3

Tableau 3 : Paramètres de risques

6.2. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

GRAVITÉ des Conséquences	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection de pale ou de fragment de pale		Projection de glace pour E1, E2 et E3	
Modéré		Effondrement de l'éolienne	Chute d'élément de l'éolienne	Projection de glace pour E4	Chute de glace

Légende de la matrice :

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

Tableau 4 : Matrice de criticité

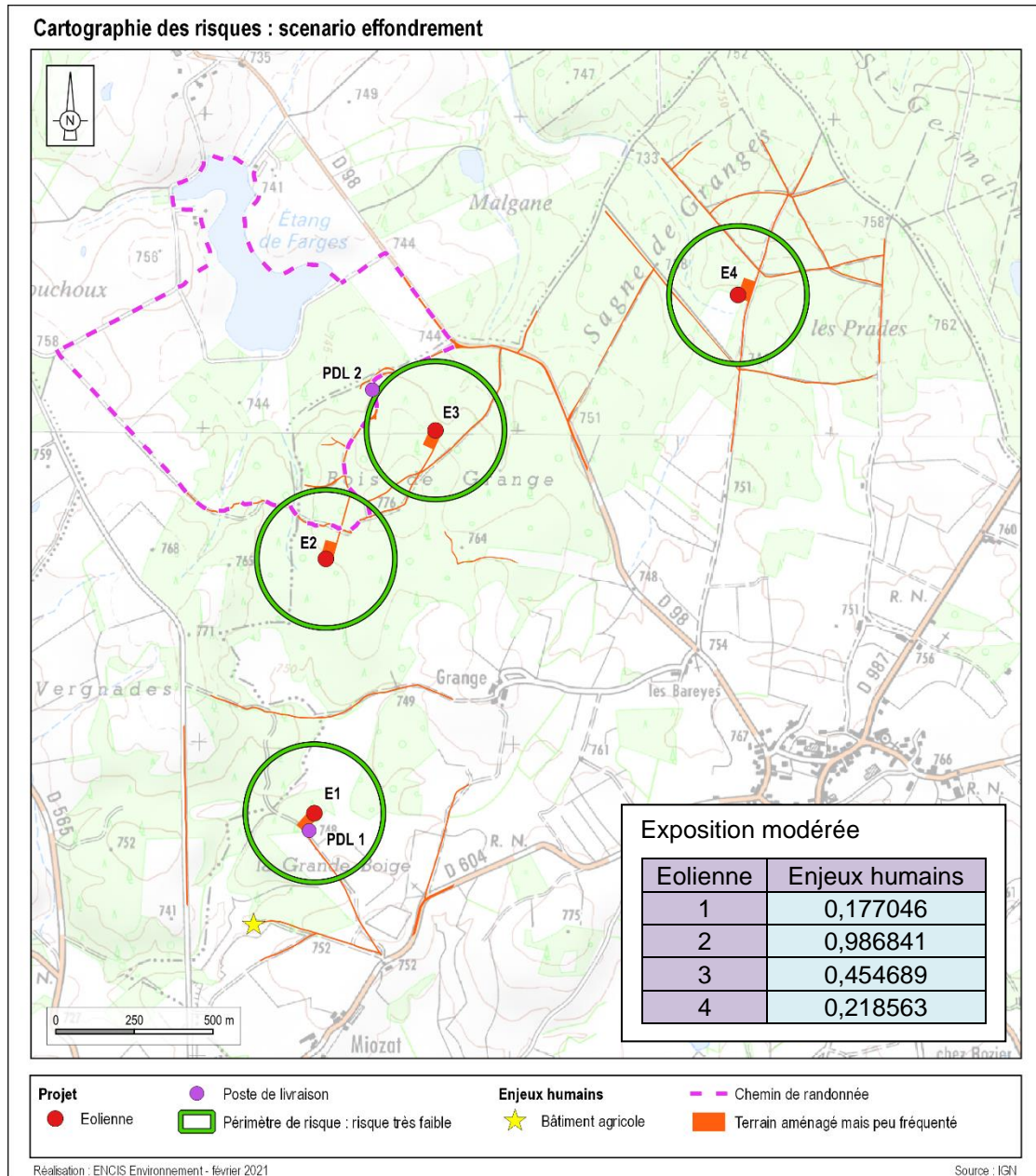
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- deux types d'accident (chute de glace, projection de glace pour les éoliennes E1, E2 et E3) figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 de l'étude de dangers sont mises en place.

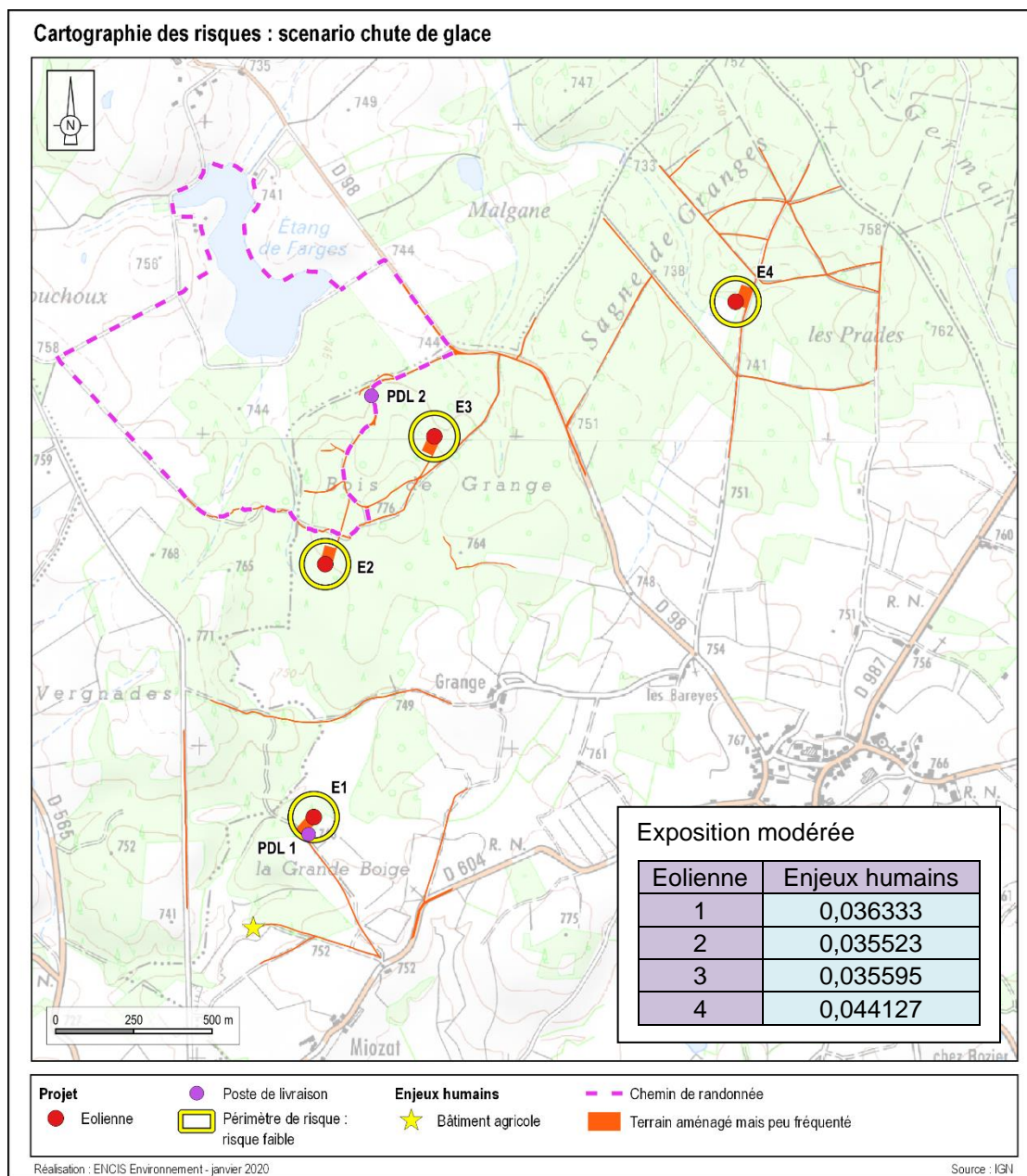
Le niveau de risque pour chaque scénario et pour chaque éolienne est jugé comme acceptable.

6.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

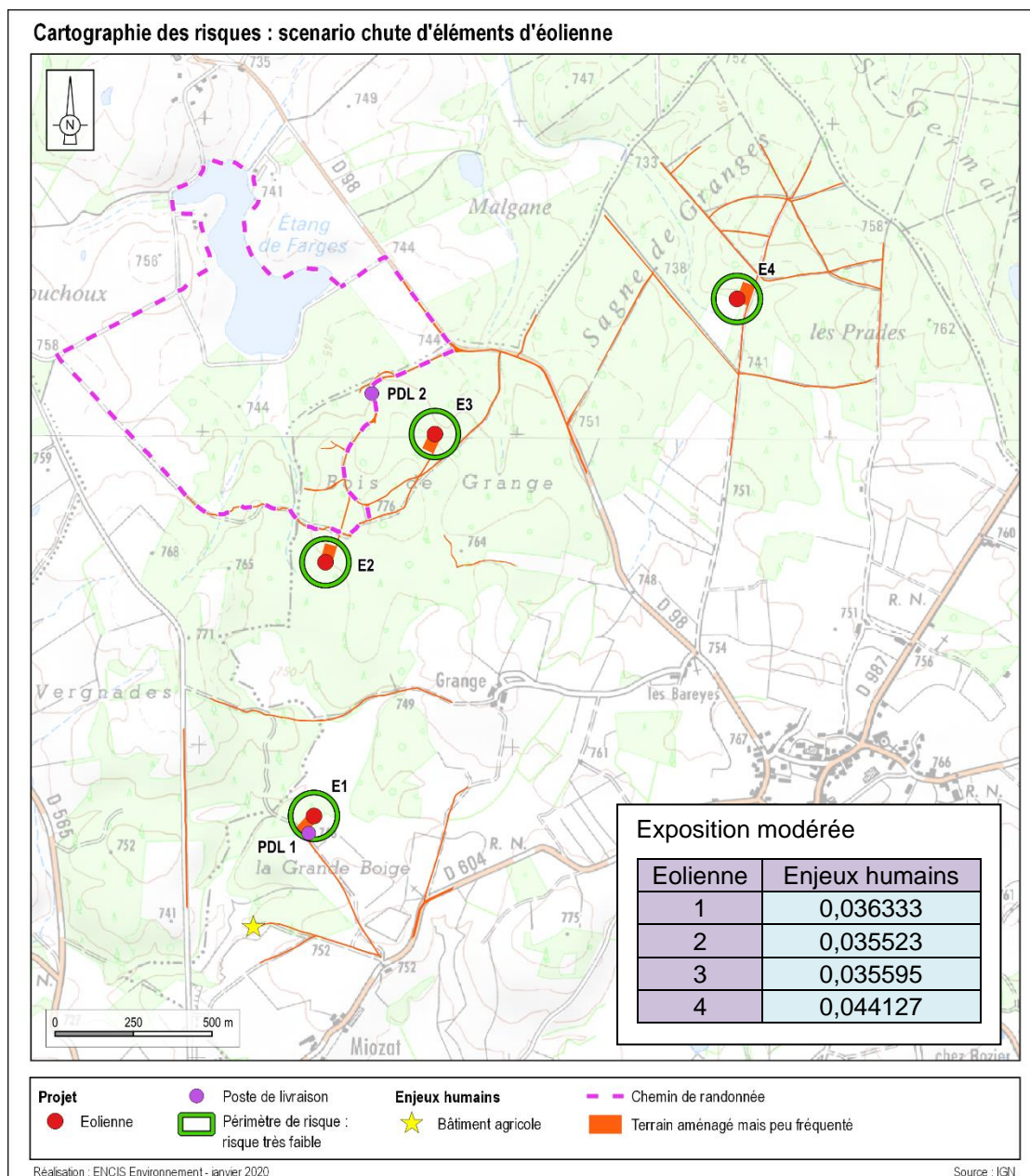
Les cartographies suivantes présentent pour chaque scénario et chaque éolienne la zone d'effet, les enjeux identifiés, l'intensité des phénomènes dangereux et le nombre de personnes exposées.



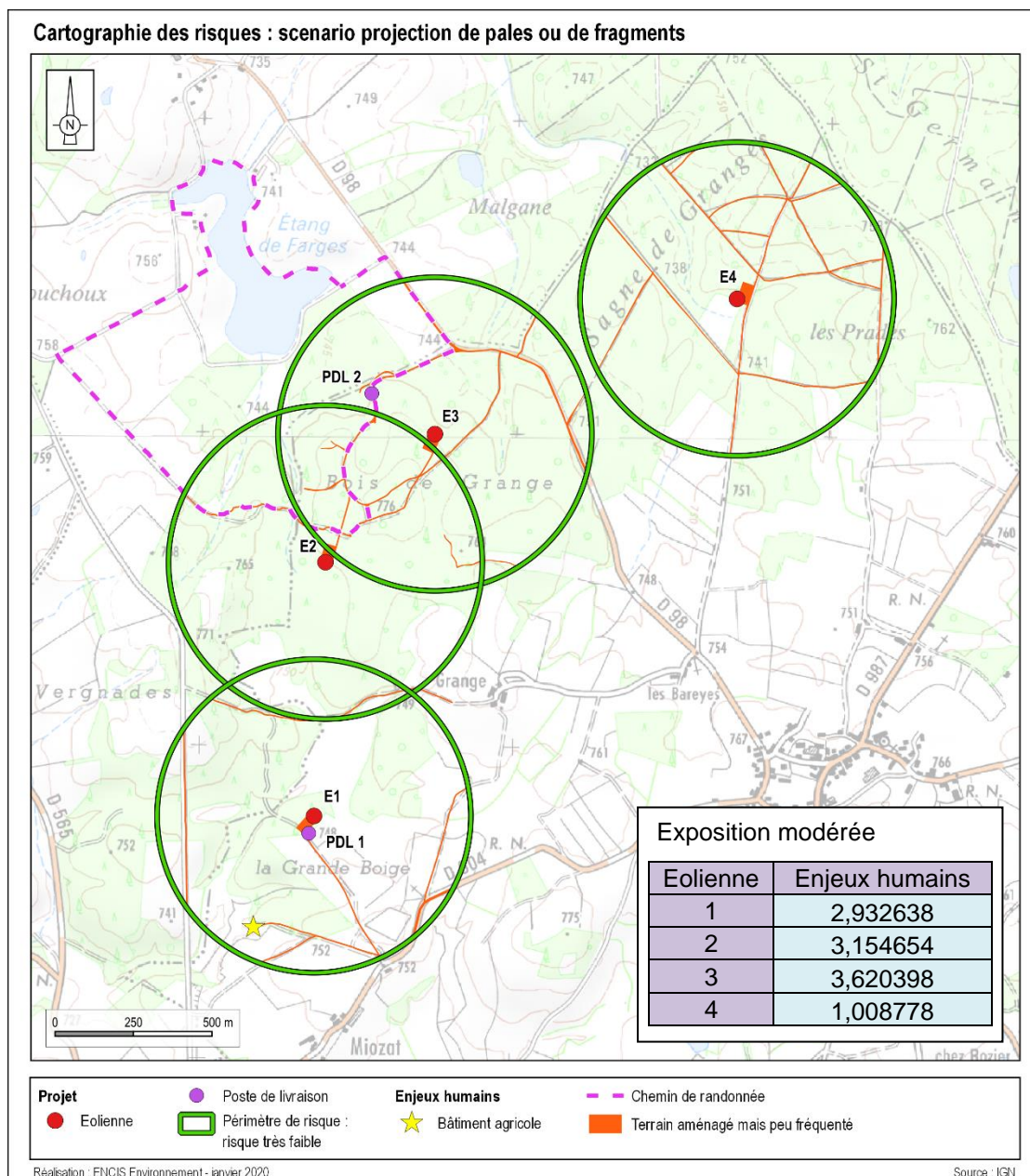
Carte 1 : Cartographie des risques – scenario : effondrement (Source : ENCIS Environnement)



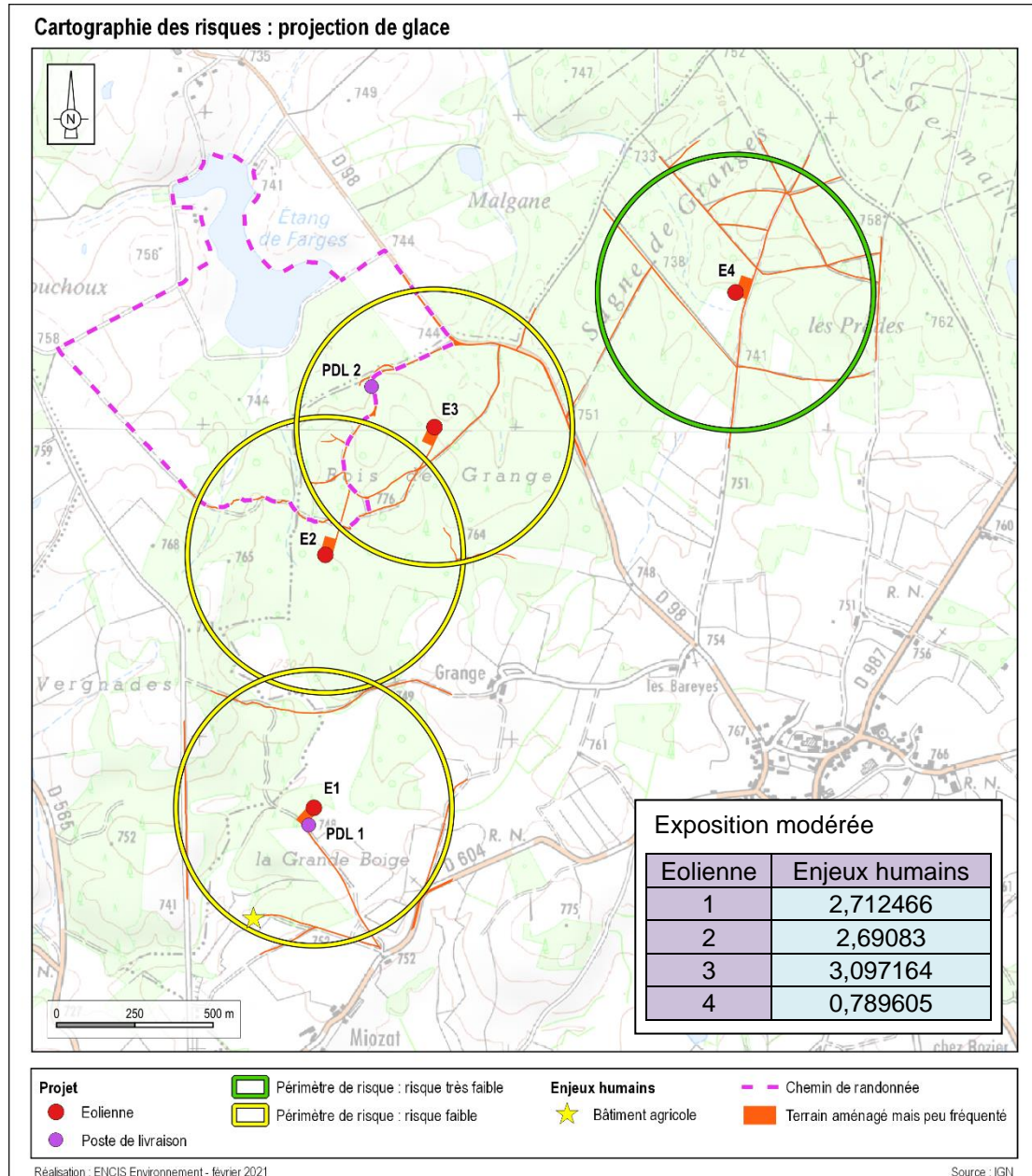
Carte 2 : Cartographie des risques – scenario : chute de glace (Source : ENCIS Environnement)



Carte 3 : Cartographie des risques – scenario : chute d'élément (Source : ENCIS Environnement)



Carte 4 : Cartographie des risques – scenario : projection d'élément (Source : ENCIS Environnement)



Carte 5 : Cartographie des risques – scénario : projection de glace (Source : ENCIS Environnement)

7. CONCLUSION

Suite à l'analyse menée dans cette étude de dangers, il ressort cinq accidents majeurs identifiés :

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

Pour chaque scénario, une probabilité a été calculée et une gravité donnée. Il en ressort que les risques sont très faibles (effondrement de l'éolienne, chute d'élément de l'éolienne, projection de pale ou de fragment de pale, projection de glace pour E4) et faibles (chute de glace, projection de glace pour E1, E2 et E3) ; mais dans tous les cas acceptables.

Scénario	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	D	Modéré	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	C	Modéré	Acceptable
Chute de glace	A	Modéré	Acceptable
Projection d'éléments	D	Sérieux	Acceptable
Projection de glace	B	Modéré pour E4 Sérieux pour E1, E2 et E3	Acceptable

Tableau 5 : Synthèse des scénarios et des risques

L'exploitant, de par sa démarche en amont, a réussi à limiter les risques. En effet, il a choisi de s'éloigner des habitations et les distances aux différentes infrastructures (ERP, routes) sont suffisantes pour avoir un risque acceptable.

De plus, son installation est conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE modifié par l'arrêté du 22 juin 2020) et aux normes de construction.

Afin de garantir un risque acceptable sur l'installation, l'exploitant a mis en place des mesures de sécurité (voir tableau suivant) et a organisé une maintenance périodique.

Numéro de la fonction de sécurité	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage sur les chemins d'accès aux éoliennes Eloignement des zones habitées et fréquentées
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur
7	Protection et intervention incendie	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de l'éolienne Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle Intervention des services de secours
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau d'huiles Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération Procédure d'urgence Kit antipollution
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Surveillance des vibrations Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure maintenance
11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite
12	Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)
13	Prévenir les risques liés aux opérations de chantier	Mise en place d'une procédure de sécurité / rédaction d'un plan de prévention / Plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) Mise en place d'une restriction d'accès au chantier
14	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	Inspection des équipements lors des maintenances planifiées Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes

Tableau 6 : Mesure de sécurité

ANNEXES : DEFINITIONS

CINETIQUE

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

INTENSITE

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « *Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant* ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- 5% d'exposition : seuils d'exposition très forte
- 1% d'exposition : seuil d'exposition forte

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

Intensité	Degré d'exposition
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

Les zones d'effets sont définies pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

GRAVITE

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

<i>Intensité</i> Gravité	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 »

PROBABILITE

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
B	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes
- du retour d'expérience français
- des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d'accident correspond à la probabilité qu'un événement redouté se produise sur l'éolienne (probabilité de départ) et non à la

probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d'un véhicule ou d'une personne au point d'impact (probabilité d'atteinte). En effet, l'arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté.

La probabilité d'accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

P_{ERC} = probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

P_{rotation} = probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné

Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, une approche majorante assimilant la probabilité d'accident (P_{accident}) à la probabilité de l'événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.