



RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

Site éolien de Ploumagoar



SITE ÉOLIEN DE PLOUMAGOAR CÔTES D'ARMOR (22)





PREAMBULE

Ce résumé non technique est destiné à l'information et à la consultation du public. Il s'agit d'une synthèse, qui ne peut se substituer à l'étude de dangers complète constituant la référence.

Le résumé non technique reprend la trame du guide technique pour la réalisation de l'étude de dangers des parcs éoliens et du résumé non technique, validés par l'Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) et le Syndicat des Energies Renouvelables (SER). Ce guide a par ailleurs été reconnu comme correspondant aux exigences de la réglementation en matière d'évaluation des risques par la Direction Générale de la Prévention des Risques.

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| 1. DESCRIPTION SUCCINCTE DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT | 3 |
| 1.1. L'environnement humain de l'installation : | 4 |
| 1.2. L'environnement naturel de l'installation : | 5 |
| 1.3. L'environnement matériel de l'installation : | 5 |
| 2. PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES | 6 |
| 2.1. L'analyse préliminaire des risques : | 6 |
| 2.2. L'analyse détaillée des risques : | 7 |
| 2.3. Cartographie des risques | 10 |
| 3. CONCLUSION | 12 |



1. DESCRIPTION SUCCINCTE DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT

Le parc éolien de Ploumagoar est composé de cinq éoliennes. Ces éoliennes sont fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage »

Un réseau de câbles électriques enterrés permet d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le poste de livraison électrique.

Un poste de livraison électrique, concentre l'électricité produite par les éoliennes et organise son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local.

Un réseau de câbles enterrés permet d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source de Saint Agathon.

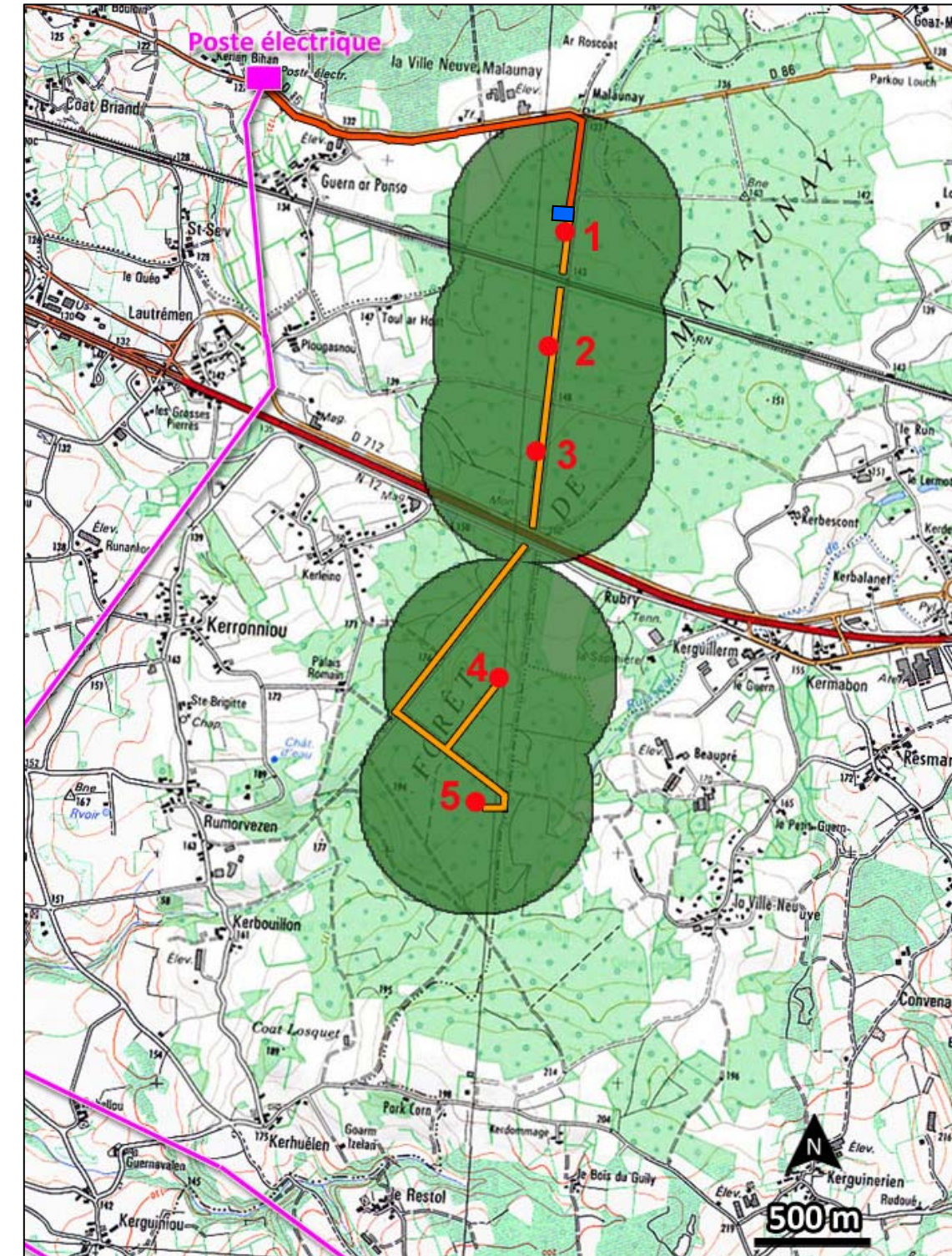
Au sein du parc éolien se dessine un réseau de chemins d'accès pour l'acheminement des éoliennes.

Les éoliennes choisies dans le cadre du projet éolien de Ploumagoar, sont des éoliennes Vesta V90 ayant un mât de 105m et un rotor de 90 mètres de diamètre.

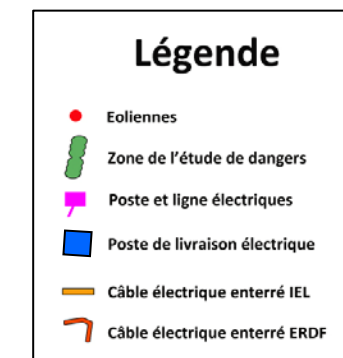
Ce projet est donc soumis au régime d'autorisation pour l'exploitation d'une installation classée pour la protection de l'environnement.

| Lambert II Etendu | X | Y | Z (altitude au sol en mètre) |
|---------------------------------------|--------|---------|---------------------------------|
| Eolienne n°1 | 201622 | 2408309 | 139 |
| Eolienne n°2 | 201560 | 2407830 | 145 |
| Eolienne n°3 | 201512 | 2407373 | 150 |
| Eolienne n°4 | 201351 | 2406386 | 173 |
| Eolienne n°5 | 201253 | 2405849 | 189 |
| Poste de livraison (centre du PDL) | 201624 | 2408353 | 139 |

Tableau 1 : Coordonnées GPS des éoliennes et du poste de livraison en Lambert II étendu



Carte 1 : Le raccordement électrique du projet de Ploumagoar





RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

1.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN DE L'INSTALLATION :

- Distance entre les éoliennes et les hameaux les plus proches :

| N° | Identification du toponyme | N° de l'éolienne | | | | |
|----|----------------------------|------------------|------|------|------|------|
| | | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
| A | La Ville Neuve Malaunay | 620 | 1030 | 1460 | 2430 | 2970 |
| B | Malaunay | 600 | 1080 | 1550 | 2540 | 3090 |
| C | Parkou Louch | 1700 | 2010 | 2350 | 3210 | 3720 |
| D | Kerguz | 1750 | 1960 | 2230 | 3020 | 3500 |
| E | Le Louch | 1660 | 1800 | 2030 | 2770 | 3240 |
| F | Le Run | 1580 | 1400 | 1330 | 1740 | 2130 |
| G | Kerbescont | 1490 | 1200 | 1070 | 1420 | 1820 |
| H | Rubry | 1560 | 1110 | 720 | 690 | 1140 |
| I | La Sapinière | 1840 | 1400 | 990 | 620 | 960 |
| J | Beaupré | 2300 | 1850 | 1440 | 820 | 860 |
| K | Kériou | 2740 | 2280 | 1830 | 980 | 700 |
| L1 | La Ville Neuve | 3010 | 2560 | 2140 | 1370 | 1120 |
| L2 | La Ville Neuve | 2950 | 2490 | 2060 | 1240 | 960 |
| M | Park Corn | 3730 | 3250 | 2790 | 1790 | 1250 |
| N | Kerhuélen | 3930 | 3450 | 3000 | 2030 | 1510 |
| O | Kerbouillon | 3390 | 2930 | 2510 | 1630 | 1220 |
| P | Rumorvezen | 2780 | 2340 | 1950 | 1200 | 1000 |
| Q | Palais Romain | 2150 | 1700 | 1300 | 680 | 780 |
| R | Kerleino 1 | 1850 | 1400 | 1020 | 620 | 910 |
| S | Kerleino 2 | 1660 | 1260 | 950 | 890 | 1240 |
| T | Kerleino 3 | 1360 | 930 | 600 | 820 | 1290 |
| U | Plougasnou (sud) | 1310 | 1070 | 1010 | 1450 | 1880 |
| V | Toul Ar Hoat | 790 | 700 | 900 | 1670 | 2170 |
| W | Guern Ar Punso | 1080 | 1260 | 1560 | 2370 | 2860 |

Tableau 2 : Distances entre les hameaux les plus proches et les éoliennes

L'étude de dangers doit s'intéresser aux populations situées dans la zone sur laquelle porte l'étude de dangers, c'est-à-dire une zone de 500 mètres autour de l'implantation des éoliennes.

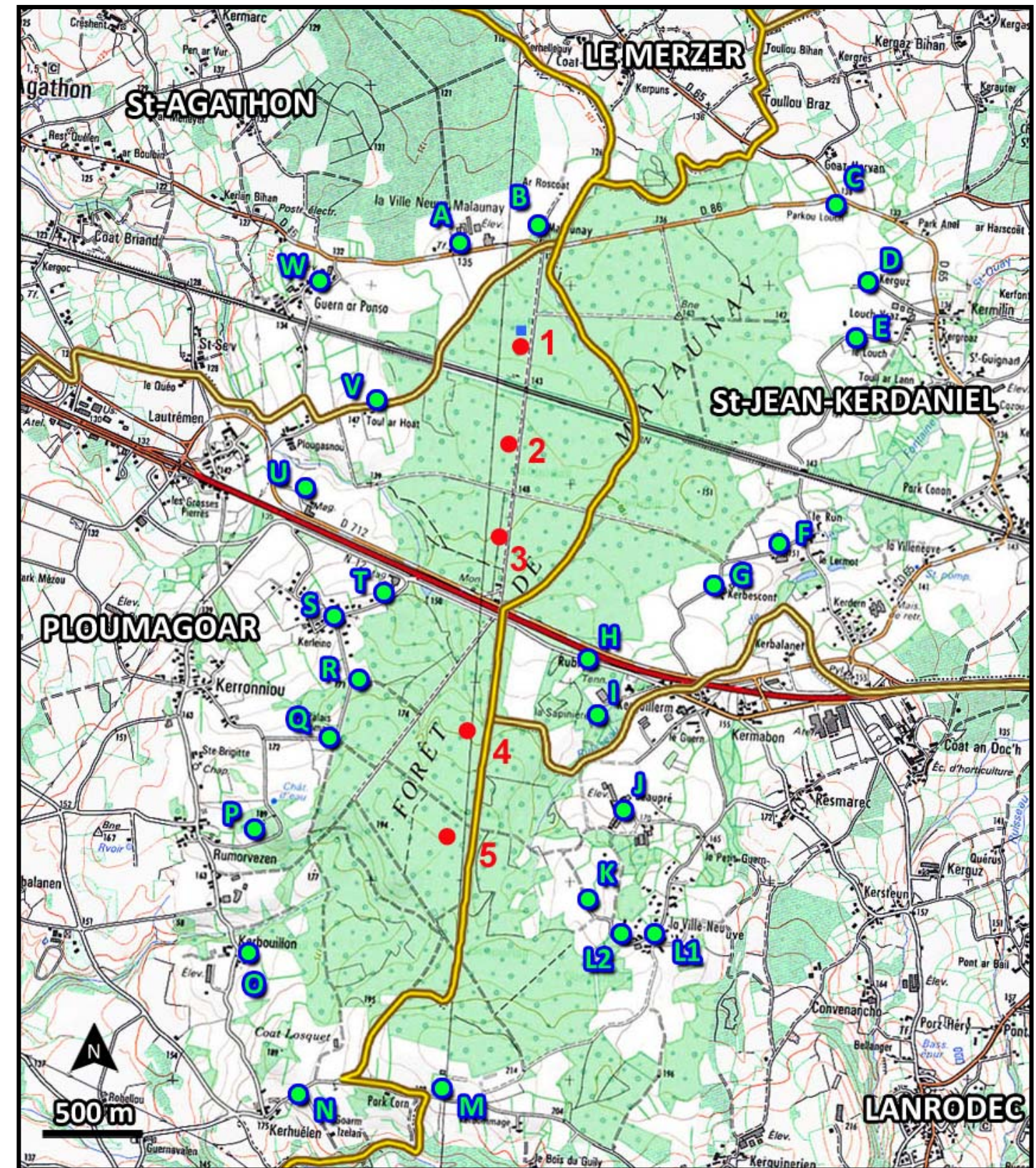
Dans le cadre de notre projet, toutes les habitations sont situées à plus de 500 mètres des éoliennes.

Distance entre les éoliennes et les hameaux les plus proches :

De même, elle s'intéresse plus largement, à la distance par rapport aux zones destinées à l'habitation c'est-à-dire aux zones urbanisables aux sens des documents d'urbanisme des communes situées aux alentours du parc éolien.

Pour le parc éolien de Ploumagoar, aucune zone destinée à l'habitation ne situe à moins de 500 mètres.

On note par ailleurs l'absence d'établissement recevant du public (ERP) et d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) dans un périmètre de 500 mètres par rapport à l'installation.



Carte 2 : position des éoliennes et des habitations

- LEGENDE**
- Éoliennes
 - Poste de livraison
 - Limites communales
 - Zones d'habitation les plus proches



1.2. L'ENVIRONNEMENT NATUREL DE L'INSTALLATION :

L'activité orageuse d'une région est définie par son niveau kéraunique (Nk), c'est à dire le nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre. **Le niveau kéraunique du département des Côtes d'Armor est évalué à 8 jours d'orage par an soit moins que la normale française.**

La zone est sismiquement stable. Aucun séisme historique n'a été recensé dans la région. Des tremblements de terre mineurs ont pu être ressentis par le passé, mais le secteur n'est pas considéré comme une région sismique, c'est-à-dire une région où apparaissent des tremblements de terre d'intensité égale ou supérieure à VIII (MSK) responsables de destructions importantes et parfois de morts.

Il existe trois différents types d'aléas inondations qui peuvent être recensés :

L'aléa inondation par ruissellement et coulée de boue

259 communes sont concernées par l'aléa inondation par ruissellement et coulée de boue d'après la base de données GASPARG (Catastrophe Naturelle) du Ministère de l'Ecologie et du Développement du Territoire (Cf Carte suivante). La commune de Ploumagoar est concernée par un arrêté de catastrophe Naturelle en ce qui concerne l'aléa « inondation par ruissellement et coulée de boue ».

L'aléa inondation de plaine

300 communes sont concernées par l'aléa inondation de plaine d'après l'atlas des zones inondables des Côtes d'Armor et de la base de données GASPARG (Cf Carte suivante).

La commune de Ploumagoar est concernée par 3 arrêtés de catastrophe naturelle en ce qui concerne l'aléa « inondations de plaines ».

L'aléa inondation par submersion marine

31 communes sont concernées par l'aléa inondation par submersion marine d'après l'atlas des zones inondables des Côtes d'Armor et la base de données GASPARG (Catastrophe Naturelle). Nous n'avons pas intégré cette carte car toutes les communes concernées se trouvent sur le littoral (la commune concernée la plus proche de Ploumagoar est Plérin à environ 20 km). Nous avons également recensé les autres catastrophes naturelles qui ont eu lieu ces dernières décennies sur la commune.

| Type de Catastrophe | Début le | Fin le | Arrêté du | Sorti au JO le |
|--|------------|------------|------------|----------------|
| Tempête | 15/10/1987 | 16/10/1987 | 22/10/1987 | 24/10/1987 |
| Inondations et coulées de boue | 15/01/1988 | 15/02/1988 | 07/04/1988 | 21/04/1988 |
| Inondations et coulées de boue | 17/01/1995 | 31/01/1995 | 06/02/1995 | 08/02/1995 |
| Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues | 25/12/1999 | 29/12/1999 | 29/12/1999 | 30/12/1999 |
| Inondations et coulées de boue | 06/01/2010 | 10/01/2010 | 09/04/2010 | 11/04/2010 |
| Inondations et coulées de boue | 28/02/2010 | 28/02/2010 | 30/03/2010 | 02/04/2010 |

Tableau 3 : Liste des catastrophes naturelles, commune de Ploumagoar

Source : prim.net

1.3. L'ENVIRONNEMENT MATÉRIEL DE L'INSTALLATION

La zone de l'étude de dangers est traversée d'ouest en est par la voie ferrée reliant Brest à Rennes (de 25 à 50 trains par jour¹) ainsi que par la route Nationale N12 (trafic d'environ 30 000 véhicules par jour entre Guingamp et Saint Briec²). Deux routes départementales passent également par la zone d'étude : la RD 86 (400 à 1100 véhicules par jour) et la RD 712 (500 à 4500 véhicules par jour)³.

Enfin, l'ensemble de la zone d'étude est desservi par des pistes d'exploitation destinées à l'activité sylvicole.

| Type de voie de communication | Trafic journalier (nombre de véhicules par jour) | Voie structurante ⁴ | Distance* à l'éolienne la plus proche |
|-------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------------|
| Voie ferrée Brest -Rennes | 25 à 50 | Oui | 190m de E1 |
| Route Nationale N12 | 30 000 | Oui | 345m de E3 |
| Route départementale D86 | 400 à 1 100 | Non | 520m de E1 |
| Route départementale D712 | 500 à 4500 | Oui | 330m de E3 |
| Pistes d'exploitation | 5 à 10 | Non | 5m |

Tableau 4 : Le trafic journalier sur les voies de communication au sein de la zone de l'étude de dangers

- Transport d'électricité :

La ligne Haute Tension (trait rose) ayant son poste source à Saint Agathon (Kerlan Bihan) se situe à environ 1500 mètres du site éolien. Celle-ci passe parallèlement à la forêt de Malaunay selon un axe nord-sud.

- Réseaux d'alimentation en eau potable (captages AEP, zones de protection des captages) :

Les prises d'eau les plus proches sont situées sur la commune de Grâce. Il s'agit des captages dit du « Pont Caffin » et de « Kerhervé ». **Le projet éolien ne s'inscrit pas dans les périmètres de protection de ces captages d'eau.** L'eau potable sur le territoire du SCOT du Pays de Guingamp provient de 5 prises d'eaux superficielles et 20 captages d'eaux souterraines. D'après le code de la santé publique, les points de prélèvement d'eau destinés à la consommation humaine doivent avoir des périmètres de protection contre les pollutions accidentelles, ponctuelles ou locales.

Le projet ne se situe dans aucun périmètre de protection de captage d'eau

- Canalisations de transport :

Aucune canalisation transportant des fluides tels que le pétrole et le gaz n'est recensée à proximité immédiate du projet éolien. La commune de Ploumagoar n'est pas concernée par le transport de matières dangereuses (TDM) lié aux gazoducs. Une demande de servitude auprès de GRTGaz a été effectuée: le gestionnaire émet un avis **favorable** au projet éolien.

Aucun pipeline et gazoduc ne sera perturbé par l'implantation du projet éolien

¹ Source : Réseau Ferré de France

² Source : DIR OUEST – Données 2010

³ Source : Conseil Général des Côtes d'Armor

⁴ Une voie est structurante si son trafic journalier est supérieur à 2000 véhicules par jour ; on compte 100 véhicules pour un train – Source : *Trame type de l'étude de dangers - 2012*



2. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE D'ANALYSE DES RISQUES

2.1. L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES :

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

2.1.1. LES AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES :

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines :

| Infrastructure | Fonction | Événement redouté | Danger potentiel | Périmètre | Distance par rapport au mât des éoliennes (m) | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|---|--|-----------|---|------|------|------|------|
| | | | | | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
| Voies routières de circulation | Transport | Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules | Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques | 200 m | 190 | >200 | >200 | >200 | >200 |
| Voie ferrée ⁵ | Transport | Accident entraînant le déraillement | Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques | 170 m | 190 | 285 | 735 | 1730 | 2270 |
| Autres aérogénérateurs | Production d'électricité | Accident générant des projections d'éléments | Énergie cinétique des éléments projetés | 500 m | 480 | 460 | 460 | >500 | >500 |
| Sylviculture | Exploitation sylvicole | Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules | Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques | 200 m | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Chasse | Loisir | Balle perdue sur les parois du mat ou sur les pales | Énergie cinétique de la balle | 1000 m | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

⁵ Le gestionnaire de la voie ferrée traversant le site éolien a été interrogé : son avis est consultable au chapitre **Servitudes** du document **Annexes** du dossier ICPE de Ploumagoar.

2.1.2. LES AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS :

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels :

| Agression externe | Intensité |
|--|--|
| Vents et tempête | L'intensité maximale des vents observée dans le secteur est d'environ 60 m/s. L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux. |
| Foudre | Le niveau kéraunique du département des Côtes d'Armor est évalué à 10 jours d'orage par an soit moins que la normale française. Les aérogénérateurs choisis respectent la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) |
| Glissement de sols/ affaissement miniers | Le site est en dehors de zones inondables. |

Selon la trame type de l'étude de dangers les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures ou à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

Les scénarios retenus pour l'analyse détaillée des risques sont :

- l'effondrement de l'éolienne ;
- La chute d'élément de l'éolienne ;
- La chute de glace ;
- La projection de pale ou de fragments de pale ;
- La projection de glace.



2.2. L'ANALYSE DÉTAILLÉE DES RISQUES :

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

2.2.1. LA CINÉTIQUE :

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.

2.2.2. L'INTENSITÉ :

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.

2.2.3. LA GRAVITÉ :

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.

| Intensité / 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 » |



2.2.4. LA PROBABILITÉ :

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 Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité. | $10^{-4} < P \leq 10^{-3}$ |
| 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. | $\leq 10^{-5}$ |

$P_{rotation}$ = 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)

$P_{présence}$ = 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.

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 :

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

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

$P_{orientation}$ = 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)



2.2.5. TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ÉTUDIÉS :

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité. 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 | Rapide | exposition forte | D (pour des éoliennes récentes) | Sérieux pour les éoliennes E1 à E5 |
| Chute d'élément de l'éolienne | Zone de survol | Rapide | exposition forte | C | Sérieux pour les éoliennes E1 à E5 |
| | | | exposition modérée | | |
| Chute de glace | Zone de survol | Rapide | exposition modérée | A sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C | Modéré pour les éoliennes E1 à E5 |
| Projection | 500 m autour de l'éolienne | Rapide | exposition modérée | D (éoliennes récentes) | Important pour les éoliennes E1 et E2 |
| | | | | | Catastrophique pour l'éolienne E3 |
| | | | | | Sérieux pour les éoliennes E4 et E5 |
| Projection de glace | 1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne | Rapide | exposition modérée | B sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C | Sérieux pour les éoliennes E1 à E5 |

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.

Les accidents potentiels identifiés sont de cinq sortes :

- Effondrement de l'éolienne ;
- Chute d'élément de l'éolienne ;
- Chute de glace ;
- Projection de pale ou de fragment de pale ;
- Projection de glace.

Pour chaque accident potentiel, nous retenons l'événement le plus fort en termes de probabilité et de gravité. Ci-dessous vous trouverez donc la matrice de criticité, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée.

| Conséquence | Classe de Probabilité | | | | |
|----------------|-----------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | E | D | C | B | A |
| Désastreux | | | | | |
| Catastrophique | | Projection de pale E3 | | | |
| Important | | Projection de pale E1 et E2 | | | |
| Sérieux | | Effondrement de l'éolienne E1 à E5 Projection de pale E4 et E5 | Chute d'élément de l'éolienne E1 à E5 | Projection de glace E1 à E5 | |
| Modéré | | | | | Chute de glace E1 à E5 |

Légende de la matrice

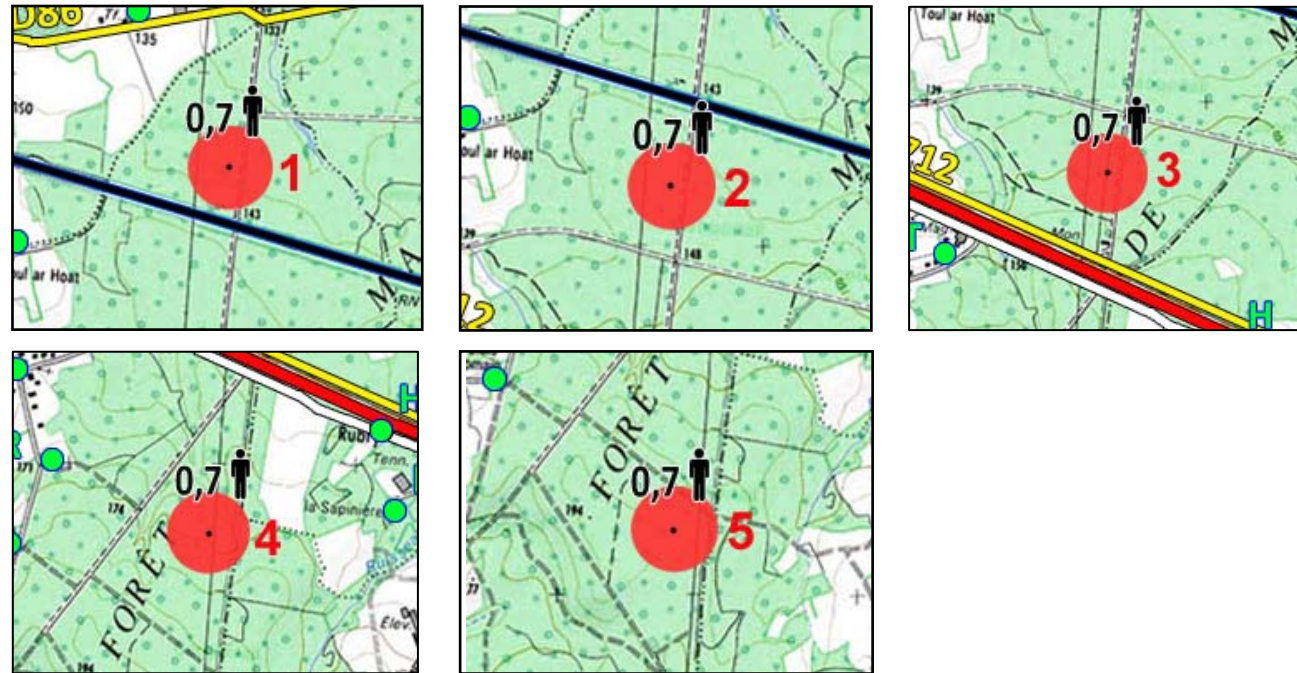
| Niveau de risque | Couleur | Acceptabilité |
|--------------------|---------|----------------|
| Risque très faible | | acceptable |
| Risque faible | | acceptable |
| Risque important | | non acceptable |

Enfin, d'après la matrice présentée ci-avant le risque associé à chaque événement étudié est acceptable. Nous pouvons alors conclure que l'acceptabilité du risque généré par le parc éolien de Ploumagoar est acceptable.



2.3. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

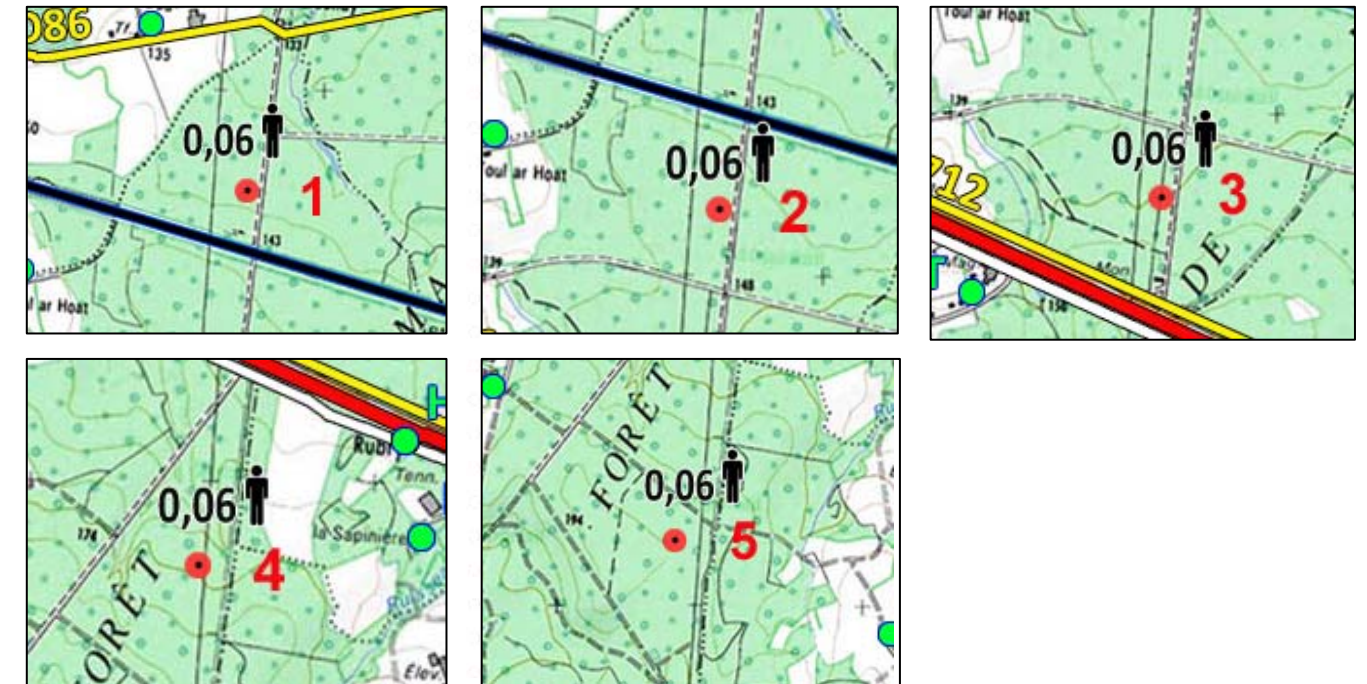
- Effondrement de l'éolienne :



- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- **La zone d'effet afférente à ce scénario est de 150 mètres (hauteur hors-tout) autour de chaque éolienne.**
- Cela concerne le même nombre d'équivalents personnes permanentes (EPP) pour chaque éolienne (car il s'agit d'une zone de terrains aménagés mais peu fréquentés) et des niveaux de gravité équivalents (niveau sérieux).
- En termes d'intensité, l'exposition est forte.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de D (**Rare** : «s'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.»).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de sérieuse.



- Chute d'éléments de l'éolienne :

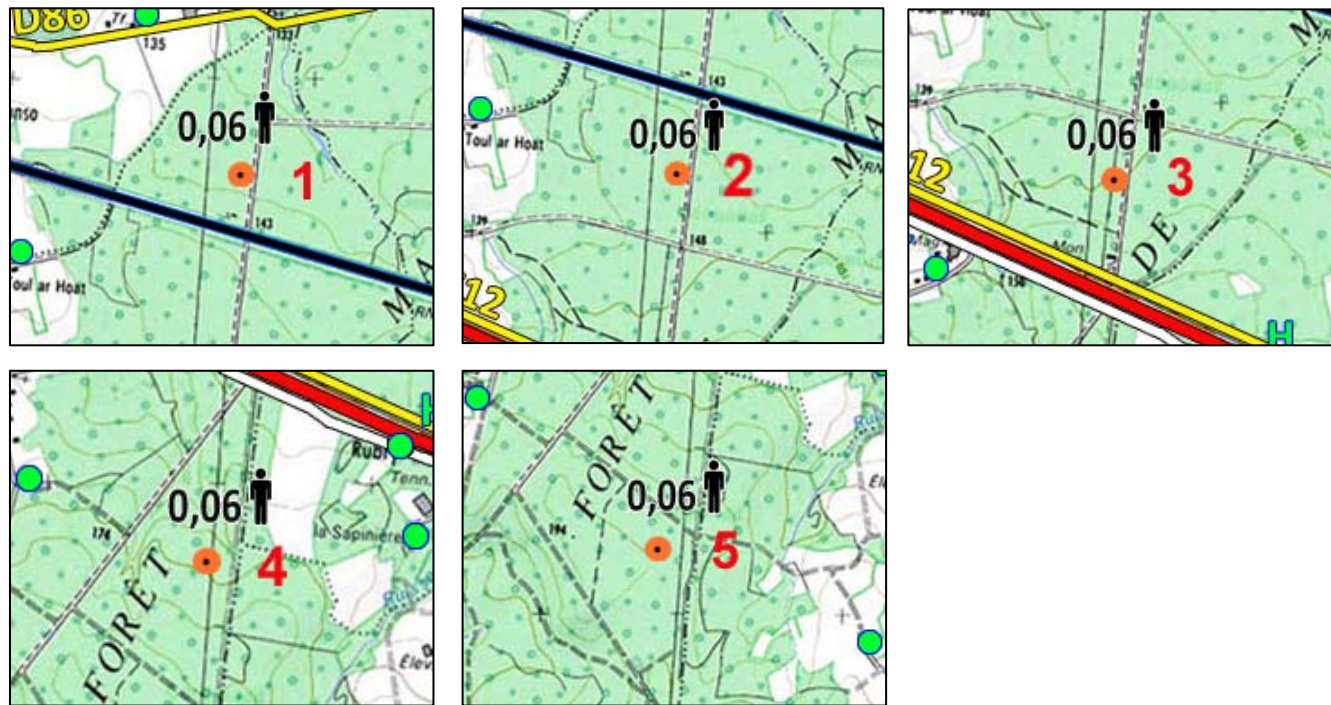


- Ce scénario concerne les cinq éoliennes de la même manière.
- Sa cinétique est rapide.
- **La zone d'effet afférente à ce scénario est de 45 mètres (taille de pales des éoliennes choisies dans le cadre du projet) et concerne de fait 0,06 équivalents personnes permanentes.**
- En termes d'intensité, l'exposition est forte.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de C (**Improbable** : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.»).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de sérieuse.





- Chute de glace :

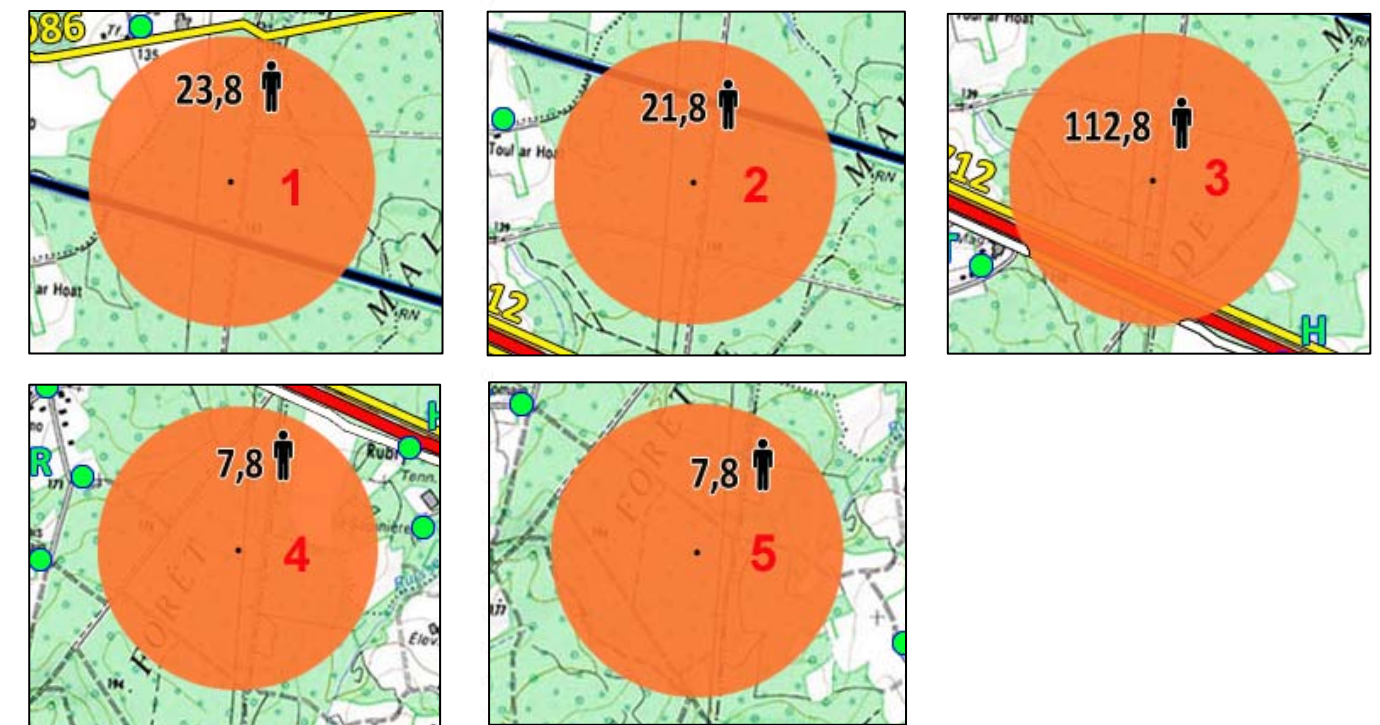


- Ce scénario concerne les cinq éoliennes de la même manière.
- Sa cinétique est rapide.
- **La zone d'effet afférente à ce scénario est de 45 mètres** (taille de pales des éoliennes choisies dans le cadre du projet) et concerne de fait 0,06 équivalents personnes permanentes.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de A (**sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C**).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.

Légende

- Eolienne
- Exposition faible
- Exposition modérée
- Exposition forte
- Route nationale RN12
- Route départementale
- Voie ferrée
- Zones d'habitation les plus proches
- XXX Equivalent personnes permanentes

- Projection de pale ou de fragments de pale :



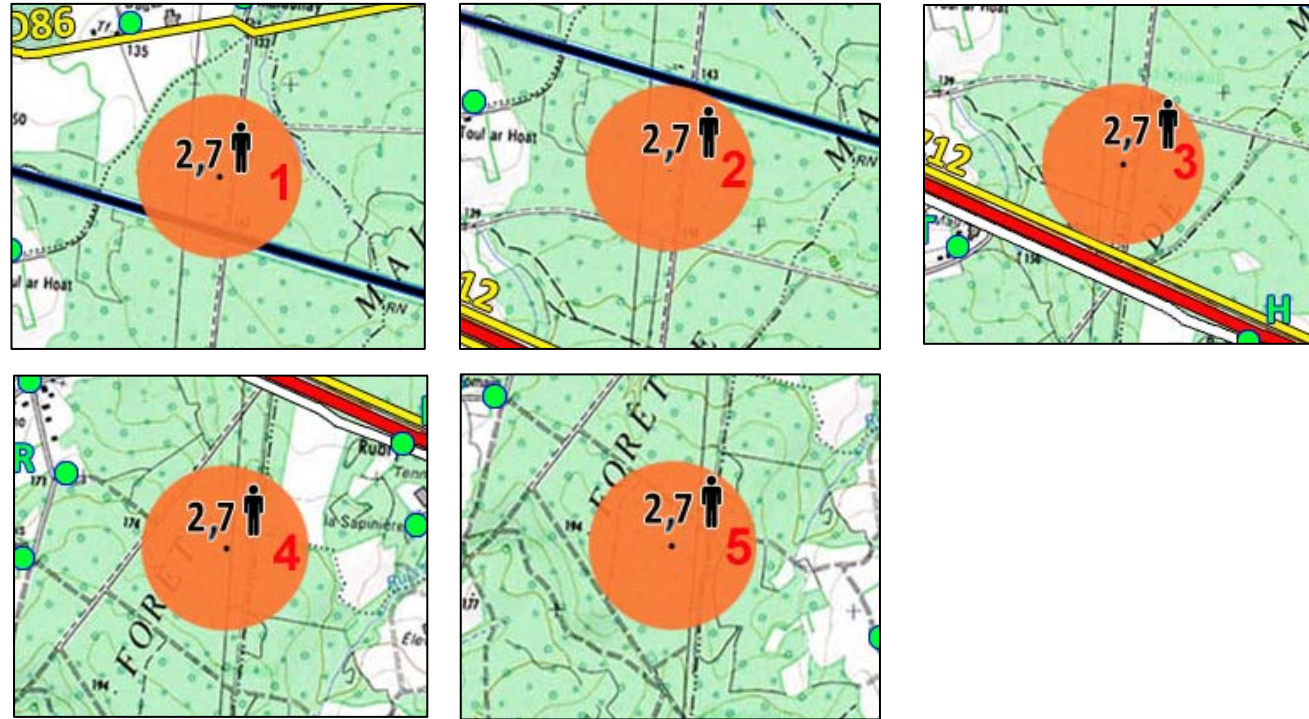
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- **La zone d'effet afférente à ce scénario est de 500 mètres** et concerne de fait des équivalentes personnes permanentes différentes.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de D.
- La gravité de ce scénario est qualifiée de sérieuse pour E4 et E5, importante pour E1 et E2, catastrophique pour E3.

Légende

- Eolienne
- Exposition faible
- Exposition modérée
- Exposition forte
- Route nationale RN12
- Route départementale
- Voie ferrée
- Zones d'habitation les plus proches
- XXX Equivalent personnes permanentes



- Projection de glace :



- Ce scénario a une cinétique rapide.
- Les cinq éoliennes sont concernées de la même manière puisque seules les personnes non abritées par leur véhicule sont comptabilisées pour le phénomène de projection de glace.
- **La zone d'effet afférente à ce scénario est de $1,5 \times (H+2R)$ soit 290 mètres environ autour de chaque éolienne.**
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de B (**Probable** : «S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations...»).
- **Ici, conformément à la trame type de l'étude de dangers, seules les personnes non-abritées sont prises en compte.**
- La gravité de ce scénario est qualifiée de sérieuse.

Légende

- Eolienne
- Exposition faible
- Exposition modérée
- Exposition forte
- Route nationale RN12
- Route départementale
- Voie ferrée
- Zones d'habitation les plus proches
- XXX Equivalent personnes permanentes

Description des principales mesures d'amélioration permettant la réduction des risques

Aussi, pour chacun des phénomènes dangereux identifiés, des mesures de sécurité appropriées seront mises en place :

- Concernant l'effondrement de l'éolienne seront mises en place :

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance en appliquant des procédures spécifiques.

La fonction de sécurité n°11 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements par l'instauration de procédures de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées et le suivi des données mesurées par les capteurs et sondes installées dans l'éolienne.

La fonction de sécurité n°12 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements en adaptant la classe de l'éolienne au site et au régime de vents ainsi que la mise à l'arrêt de la machine par détection de vent fort accompagné d'un freinage aérodynamique commandé par le système de contrôle.

- Concernant la chute d'élément de l'éolienne seront mises en place :

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance en appliquant des procédures spécifiques.

- Concernant la chute de glace sera mise en place :

La fonction de sécurité n°2 : Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace par un panneautage en pied de machines et un éloignement des zones habitées et fréquentées.

- Concernant la projection de pale ou de fragments de pale seront mises en place :

La fonction de sécurité n°4 : Prévenir la survitesse par détection de survitesse et système de freinage.

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°11 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements par l'instauration de procédures de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées et le suivi des données mesurées par les capteurs et sondes installées dans l'éolienne.

La fonction de sécurité n°12 : Prévenir la dégradation de l'état des équipements en adaptant la classe de l'éolienne au site et au régime de vents ainsi que la mise à l'arrêt de la machine par détection de vent fort accompagné d'un freinage aérodynamique commandé par le système de contrôle.

- Concernant la projection de glace sera mise en place :

La fonction de sécurité n°1 : Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace à l'aide d'un système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. La procédure de redémarrage peut se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site

3. CONCLUSION

Ainsi, au vu des caractéristiques de chaque évènement redouté en termes d'intensité, de probabilité et de gravité, au vu des mesures mises en place par IEL Exploitation, les accidents majeurs identifiés les plus significatifs dans le cadre du projet de Ploumagoar sont acceptables.