



6. IMPACTS SUR LE SOL, LE SOUS-SOL, ET L'EAU



6.	IMPACTS SUR LE SOL, LE SOUS-SOL, ET L'EAU.....	1
1.	DESCRIPTION DE LA SITUATION EXISTANTE	6-3
1.1.	Contexte géologique	6-3
1.2.	Contexte tectonique et sismicité	6-6
1.3.	Les mouvements de terrain et les inondations.....	6-8
1.4.	Les ressources en eau.....	6-12
1.5.	Définition des zones humides par le syndicat Mixte Environnemental du Goëlo et de l'Argoat (SMEGA).....	6-14
2.	IMPACTS DU PROJET	6-14
2.1.	Présentation du projet et des fondations	6-14
2.2.	Impact sur la ressource en eau	6-15
2.3.	Les phénomènes vibratoires	6-15
2.4.	Réduction de la quantité de déchets produite	6-15
2.5.	Impact sur les zones humides	6-16
3.	MESURES DE RÉDUCTION, PRÉVENTIVES ET D'ACCOMPAGNEMENT.....	6-26
4.	MESURES COMPENSATOIRES.....	6-28
4.1.	Propositions de lignes directrices pour la restauration/amélioration de la zone retenue.....	6-28
4.2.	Description de la mise en œuvre	6-29
4.3.	Détails du suivi.....	6-30
4.4.	Coûts de la mesure.....	6-31
4.5.	Planning.....	6-31
4.6.	Conclusion sur les mesures compensatoires	6-32
5.	CONCLUSION	6-32



Les enjeux du volet « sol, sous- sol, eau » en ce qui concerne un projet éolien, sont principalement :

- **les enjeux de sécurité, avec notamment :**

- La stabilité des fondations ;
- Le risque sismique ;
- Le risque de glissement de terrain ;

- **les enjeux pour la ressource en eau, avec notamment :**

- Les risques de pollution ;
- Les risques de perturbation des écoulements ;
- La prise en compte des zones humides recensées.

Références :

- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer - Site Internet des risques naturels et technologiques : prim.net
- Vogt J., Les tremblements de terre en France, BRMG, 1979
- Données du BRGM du secteur de Guingamp
- Données de la DREAL Bretagne

Organisme	Personnes contactées	Fonctions des personnes rencontrées	Types d'informations recueillies
SMEGA	Caroline GUEGAIN Aline LE FEON	Techniciennes zones humides	Zone humide
EGEO	Pierre VAGNER	Docteur en géologie	Caractérisation de la zone humide au niveau des éoliennes
VESTAS	Mathieu VIGNON	Coordinateur des études	Réflexion sur la surface de la plateforme des éoliennes

Tableau 1 : Les personnes consultées et les types d'informations recueillies

1. DESCRIPTION DE LA SITUATION EXISTANTE

1.1. Contexte géologique

Le département des Côtes d'Armor fait partie intégrante du Massif Armoricaïn, chaîne ancienne hercynienne érodée sous forme d'une pénéplaine ondulée d'altitude moyenne de 200 à 400 m et dont l'ossature est formée de roches granitiques, ou cristallophylliennes et de schistes anciens. L'ensemble des formations couvre une grande partie des temps géologiques, principalement le primaire.

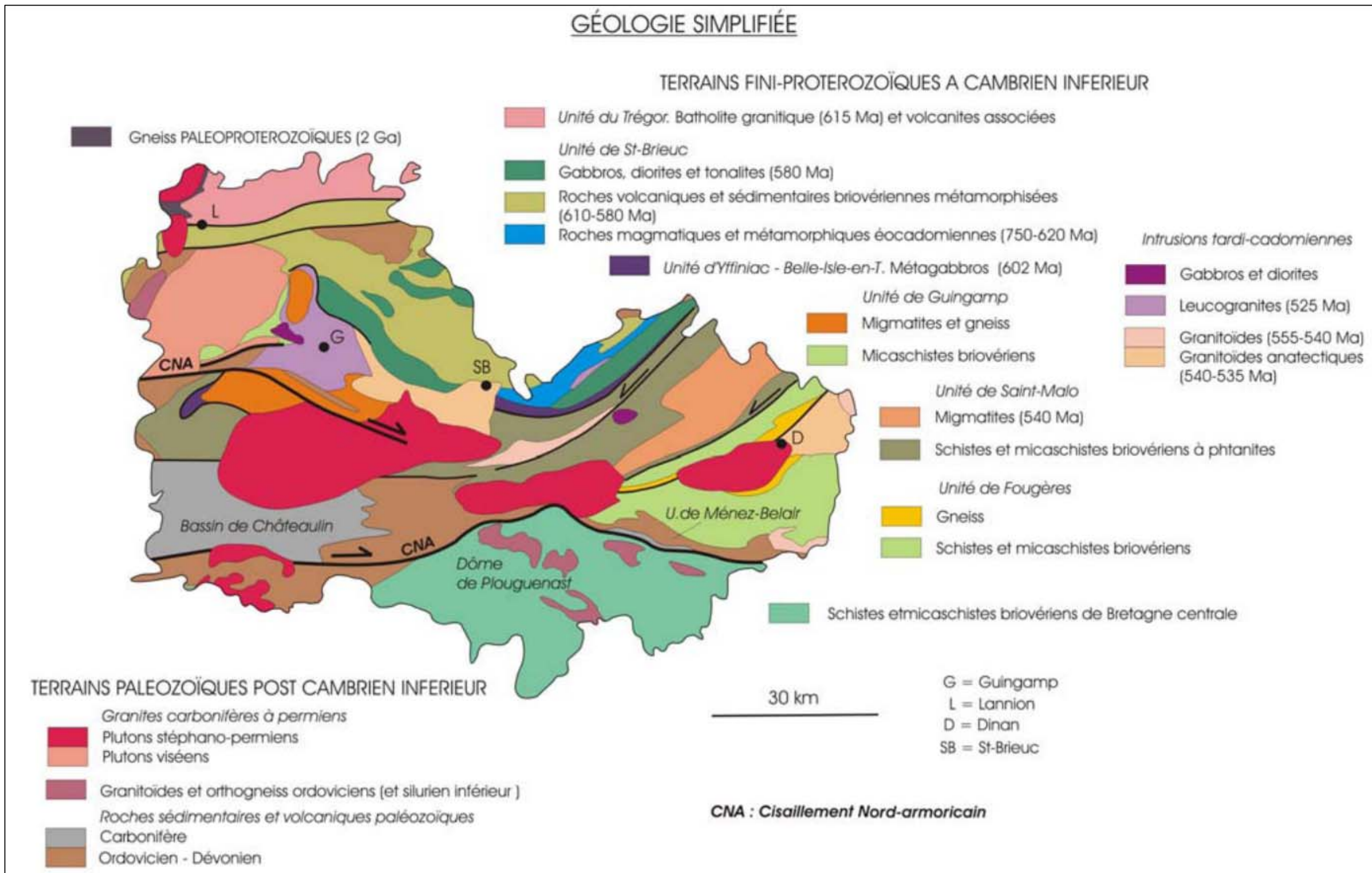
Les terrains primaires se présentent sous forme de bandes alignées et orientées d'est en ouest dans un substratum cristallin et métamorphique, et constituent avec leur bordure les deux principaux synclinaux qui traversent le département. Le primaire présente sommairement les faciès suivants : un conglomérat de base, poudingue pourpré, schistes verdâtres et rouges...(cambrien), des formations gréseuses et schistogréseuse (silurien), des bancs de quartzites avec intercalation de schiste et présence de lentilles calcaires (dévonien), une série schistogréseuse avec présence de lentilles calcaires et renfermant des plantes et fossiles marins (carbonifère).

Aucune formation géologique ne s'est constituée pendant la période du secondaire, ni une bonne partie du tertiaire. Depuis la fin du tertiaire, le massif armoricaïn est resté stable : pas de phase marine mais une phase continentale avec dépôts de limons et de lœss, surtout abondants dans le nord du département (Trégor, pourtour de la baie de Saint Briec).

Une intense activité volcanique (volcanisme intrusif et coulées) s'est manifestée tout au long du primaire, en témoignent les nombreuses roches volcaniques ou volcano-sédimentaires rencontrées. Le relief, lié à la nature du substratum géologique, est marqué de collines, dont les points culminants dépassent à peine 300 m, et de plateaux entaillés de vallées encaissées.

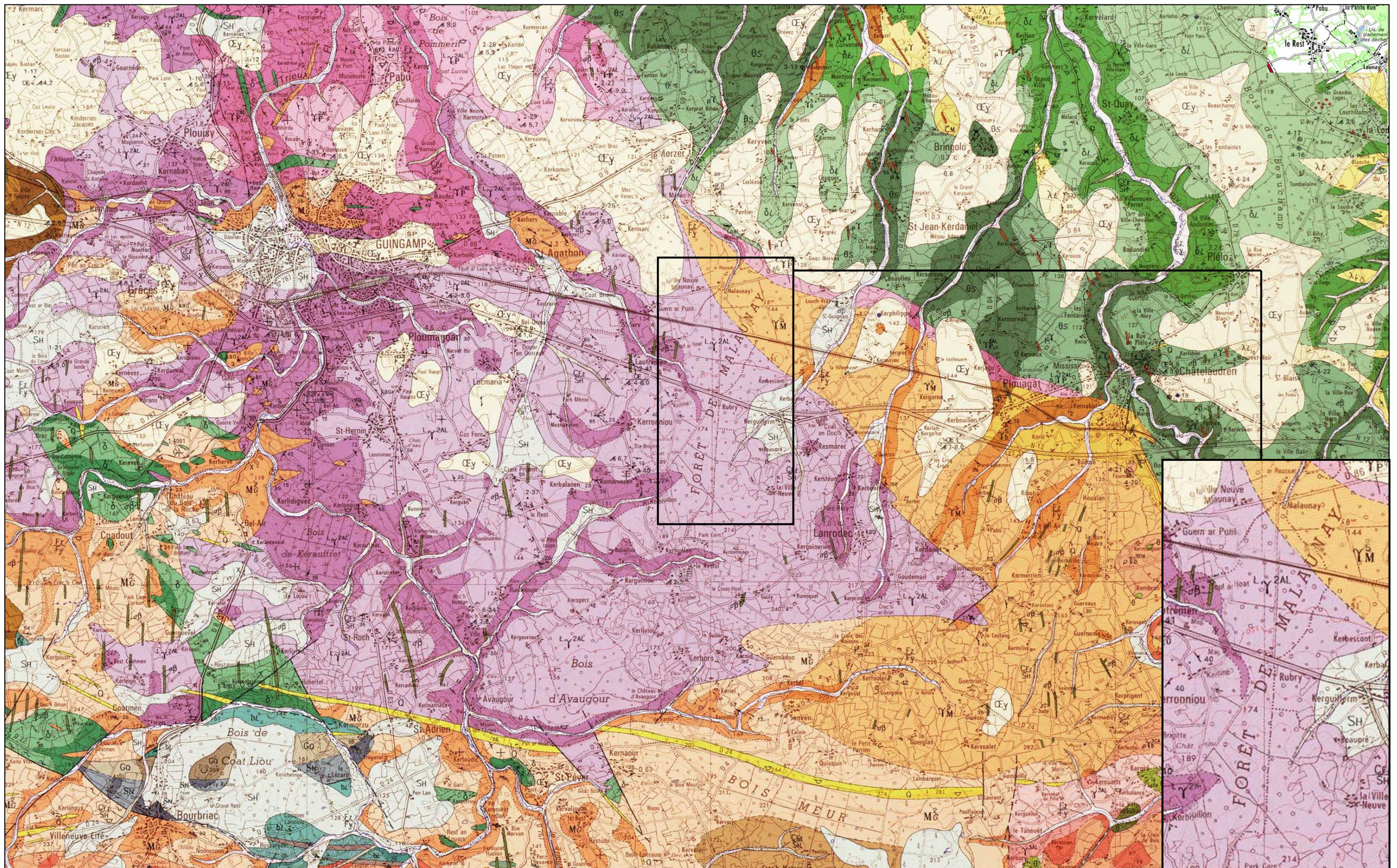
Le Massif armoricaïn s'étend sur 65 000 km², en Bretagne, Pays de la Loire, Normandie occidentale et Poitou. Son relief en Bretagne propose deux lignes de crêtes :

- la chaîne des Monts d'Arrée au nord, culminant à 385 m au Roc'h Ruz ;
- les Montagnes Noires au sud, culminant à 326 m.



Carte 1 : carte géologique simplifiée des Côtes d'Armor

Source : <http://www.argiles.fr/Files/AleaRG22>



1 km

Carte 2 : Carte géologique du secteur de Guingamp, situation de Ploumagoar

Source : BRGM

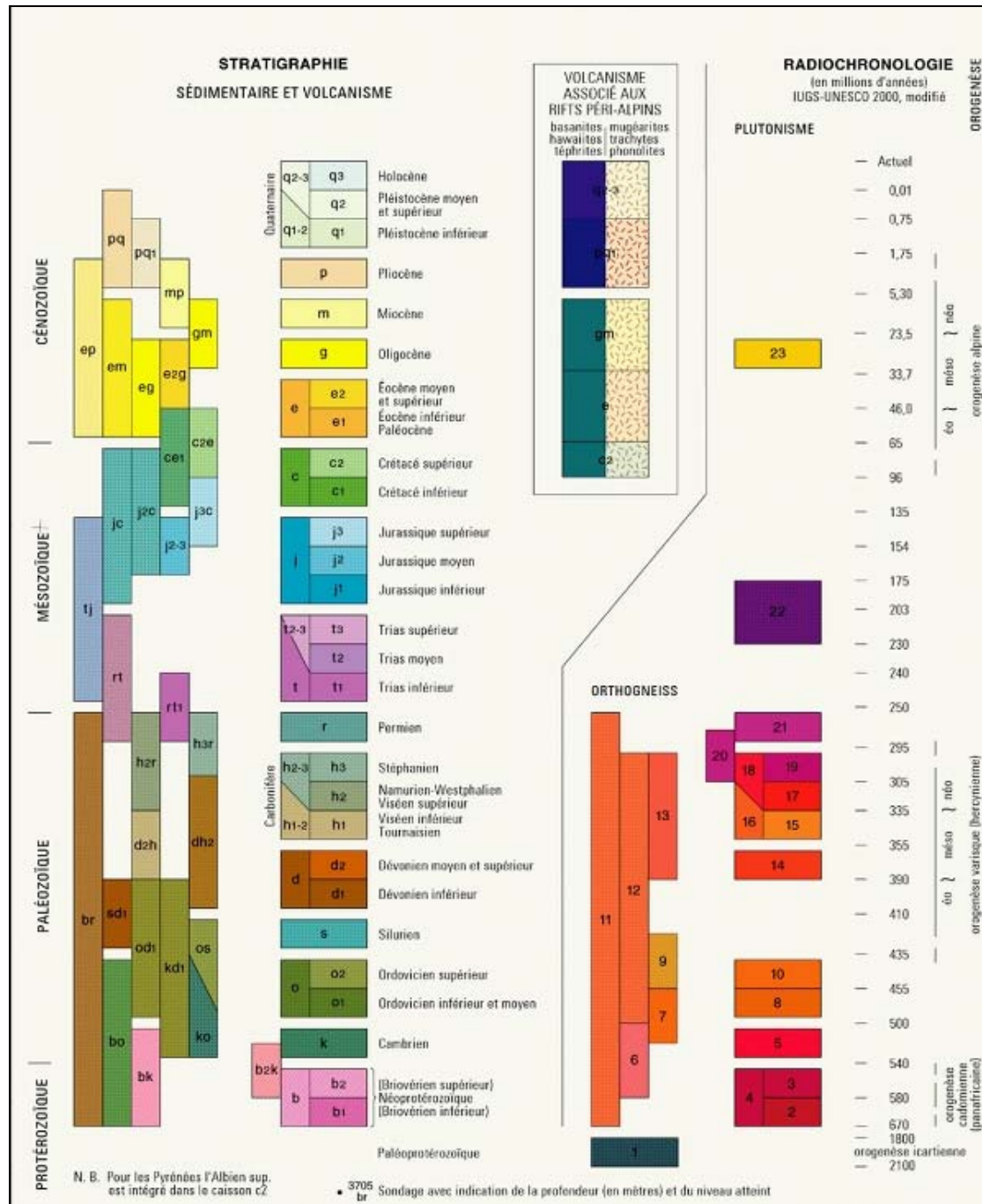


Figure 1 : Légende générale carte n°2

Source : BRGM

Le sol du site de Ploumagoar est composé de trois formations.

- Protérozoïque supérieur-Paléozoïque basal : Intrusions tardicadomiennes (Cambrien) : Leucogranites de Plouisy (523 +/- 4Ma)
- Protérozoïque supérieur-Paléozoïque basal : Intrusions tardicadomiennes (Cambrien) : Leucogranites de Plouisy (523 +/- 4Ma) : isaltérites
- Protérozoïque supérieur-Paléozoïque basal : Unités cadomiennes (Briovérien) : Unité de St-Brieuc : Formation plutonique de Squiffiec-Plouvara : Tonalites à biotite de Plouvara : isaltérites

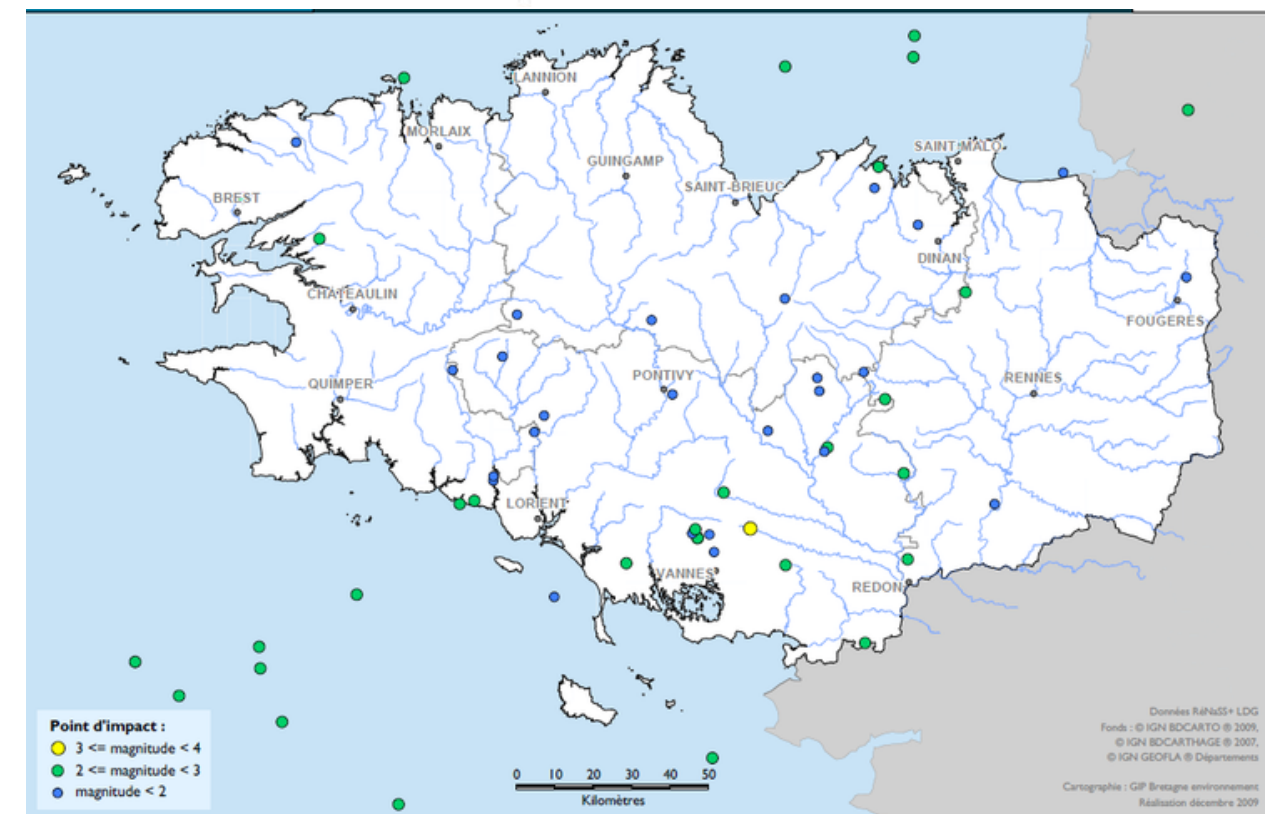
1.2. Contexte tectonique et sismicité

La zone est sismiquement stable. Aucun séisme historique n'a été recensé dans la région depuis les années 1970. 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.

Date	Heure	Choc	Localisation épiscopale	Région ou pays de l'épicentre	Intensité épiscopale
30 Septembre 2002	10 h 6 min 50 sec	R	VANNETAIS (HENNEBONT-BRANDERION)	BRETAGNE	
30 Septembre 2002	6 h 44 min 48 sec		VANNETAIS (HENNEBONT-BRANDERION)	BRETAGNE	5,5
1 Décembre 1987	12 h 8 min 10 sec		MONTAGNES NOIRES (LANGONNET)	BRETAGNE	4
21 Avril 1986	4 h 23 min 22 sec		MONTS D'ARREE (CORLAY)	BRETAGNE	4
4 Septembre 1981	4 h 41 min 59 sec		MANCHE (N. ABER VRAC'H)	BRETAGNE	5
13 Janvier 1979	15 h 38 min 2 sec		MONTS D'ARREE (BOURBRIAC)	BRETAGNE	4
30 Août 1975	14 h 7 min 50 sec		TREGOR (BEGARD)	BRETAGNE	5,5

Tableau 2 : les séismes ayant touché la Bretagne depuis les années 1970

Source : <http://www.sisfrance.net>



Carte 3 : les séismes récents ayant touché la Bretagne en 2009

Source : Bretagne Environnement (dernière mise à jour avril 2011)

L'échelle MSK s'appuie sur 3 types de critères pour définir les intensités : effets sur l'homme, les bâtiments et les terrains. Cette échelle comporte 12 degrés :

Degré	Intensité
I	Secousse non perceptible
II	Secousse à peine perceptible
III	Secousse faible ressentie seulement de façon partielle
IV	Secousse largement ressentie
V	Réveil des dormeurs
VI	Frayeur
VII	Dommages aux constructions
VIII	Destruction de bâtiments
IX	Dommages généralisés aux constructions
X	Destruction générale des bâtiments
XI	Catastrophes
II	Changement de paysage

Tableau 3 : degré de sismicité

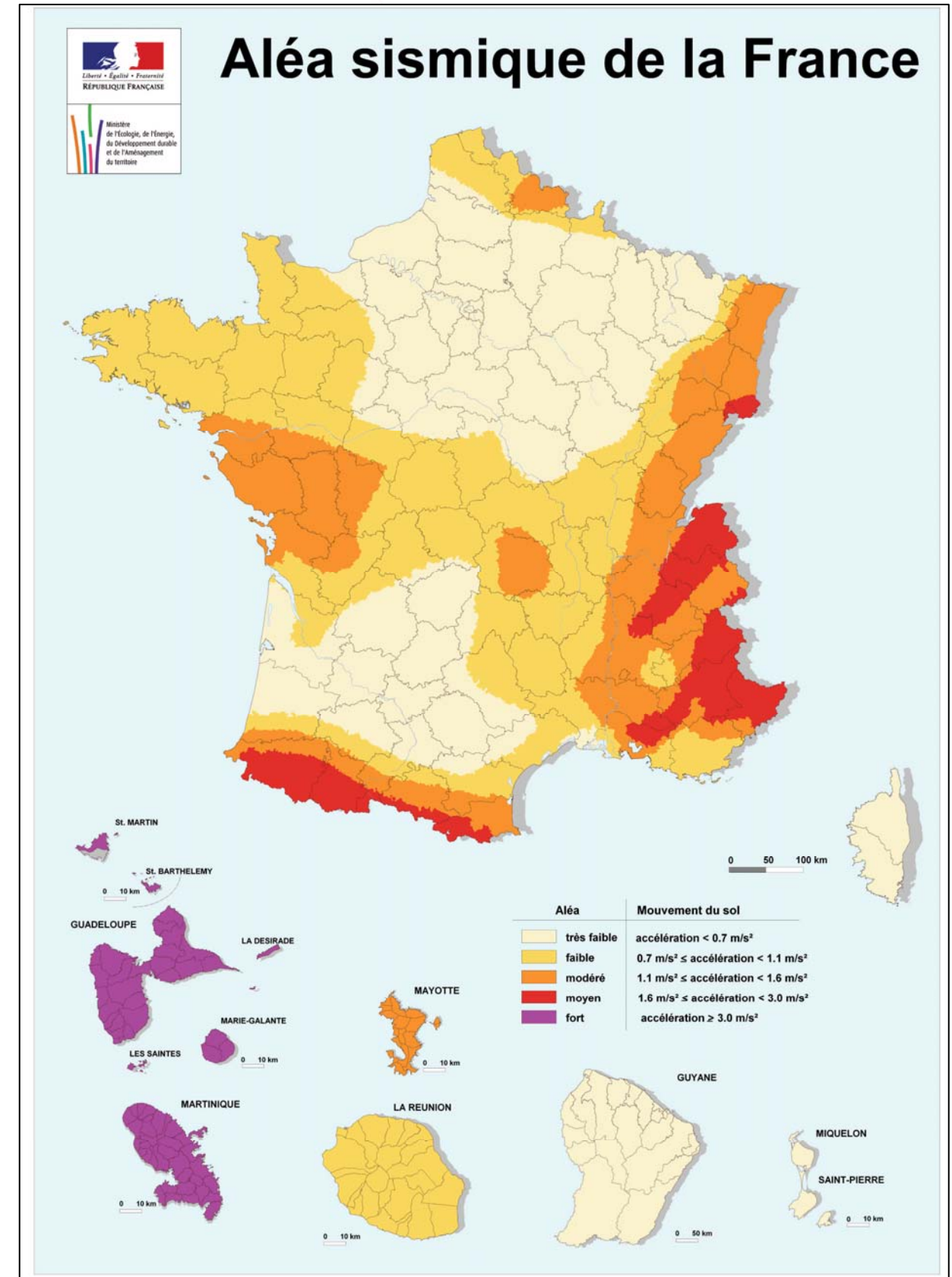
En près d'un siècle, la Bretagne a connu une soixantaine de séismes. Les magnitudes (énergie dissipée au foyer sous formes d'ondes sismiques) les plus fortes ont été comprises entre 5,5 et 6,0. Le dernier, dont l'épicentre est situé à Hennebont (56), date du 30 Septembre 2002 (Cf tableau ci-dessus). Son intensité sur l'échelle MSK a atteint le degré V-VI pour une magnitude de 5,4.

Afin d'appliquer les règles parasismiques de construction, un zonage physique de la France a été élaboré : 5 zones de 0 à III (III pour les Antilles). La Bretagne est classée en zone 0, c'est-à-dire une sismicité négligeable, mais non nulle. La commune de Ploumagoar, située dans le département des Côtes d'Armor, fait donc partie des communes à sismicité faible.

Dans ce cadre, un document d'attestation d'un contrôleur technique de la SOCOTEC est joint au dossier, disponible en annexes.

Les bâtiments sont classés en 4 catégories, la classe I correspondant des bâtiments à risque faible, la classe IV à fort risque. Les éoliennes sont de catégorie III (« bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres ») et doivent respecter les normes de l'Eurocode 8.

Le constructeur VESTAS, choisi pour ce projet, respectera la norme IEC 61400-1 pour l'établissement des fondations de ses éoliennes.



Carte 4 : zonage sismique de la France en vigueur en octobre 2010

Source : ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire



1.3. Les mouvements de terrain et les inondations

1.3.1. Mouvements de terrain

Voici la liste des mouvements de terrains du type « glissement, affaissement, éboulement » recensés dans le département des Côtes d'Armor sur la période 1983 – 2006.

Code INSEE	Communes	Type	Date
22349	TREDEZ-LOCQUEMEAU	Mouvement de terrain : Glissement de terrain	22/11/1984
22353	TREGASTEL		
22166	PENVENAN		
22187	PLERIN	Mouvement de terrain : Glissement de terrain - Coulées boueuses issues de glissements amont	26/02/1990
22343	TREBEURDEN		
22349	TREDEZ-LOCQUEMEAU		
22353	TREGASTEL		
22111	LAMMODEZ	Mouvement de terrain : Affaissement - Eboulement, chutes de pierres et de blocs - Glissement de terrain	01/01/1995
22204	PLOEZAL	Mouvement de terrain : Affaissement - Eboulement, chutes de pierres et de blocs - Glissement de terrain	17/01/1995
22278	SAINT-BRIEUC	Mouvement de terrain	02/10/2000
22187	PLERIN	Mouvement de terrain	02/01/2001
22210	PLOUBAZLANEC	Mouvement de terrain	25/03/2001
22282	SAINT-CAST-LE-GUILDO	Mouvement de terrain	04/05/2001

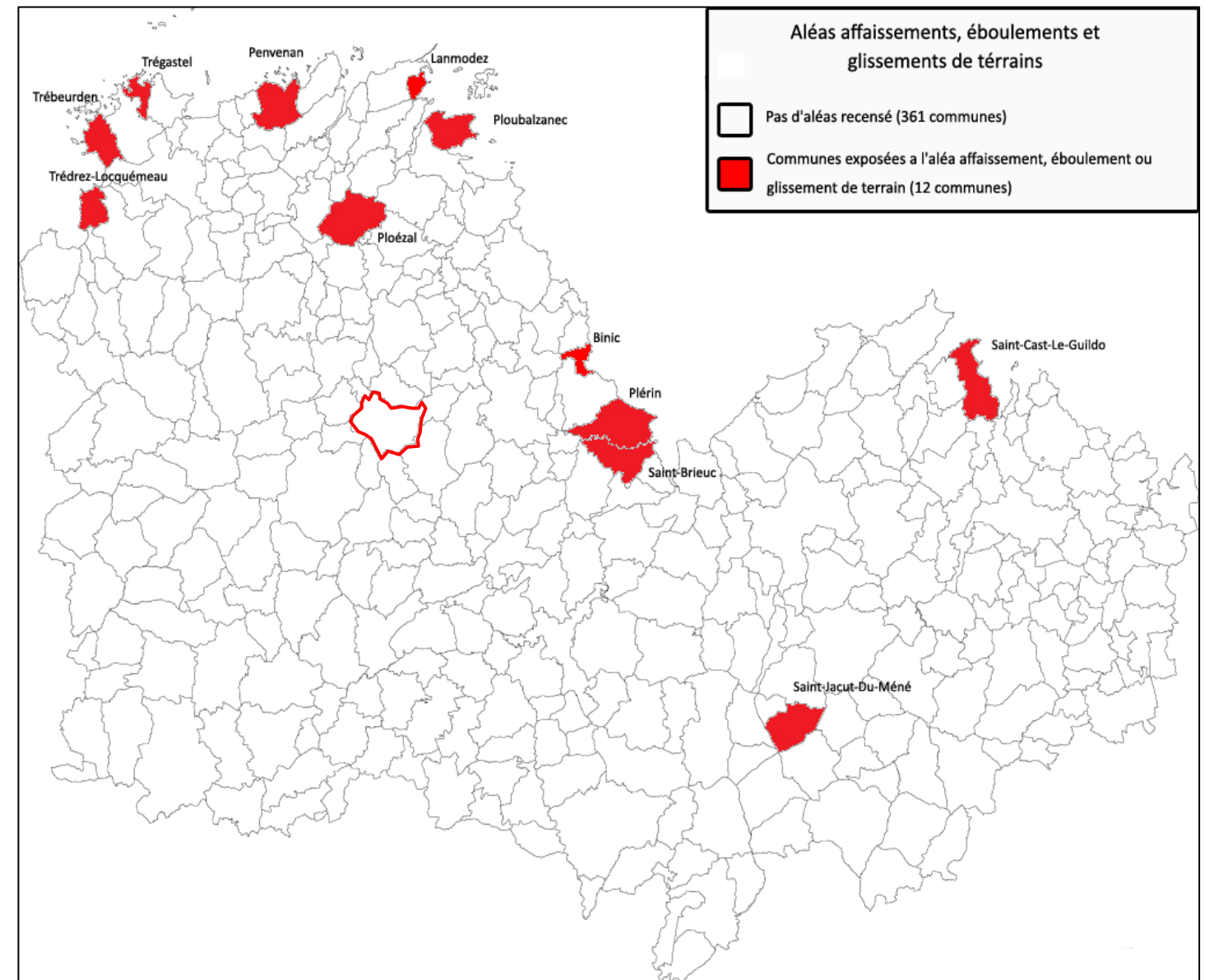
Tableau 4 : Mouvements de terrain en Côtes d'Armor

Source : DDRM Côtes d'Armor (dernière mise à jour en 2011)

D'après l'inventaire de la base de données nationale (<http://www.bdmvt.net>) et la liste des arrêtés de la base GASPARG (Gestion Assistée des Procédures Administratives des Risques naturels), 12 communes sont concernées par le risque de mouvement de terrain du type « glissement, affaissement, éboulement » dans le département des Côtes d'Armor. Aucun aléa ne s'est produit sur la commune de Ploumagoar depuis 1984.

La carte ci-contre résume les communes soumises à aléas affaissements, éboulements et glissements de terrains.

Nous constatons que la commune la plus proche du site éolien ayant subi un aléa est la commune de Plérin, située à environ 20 km de la forêt de Malaunay.



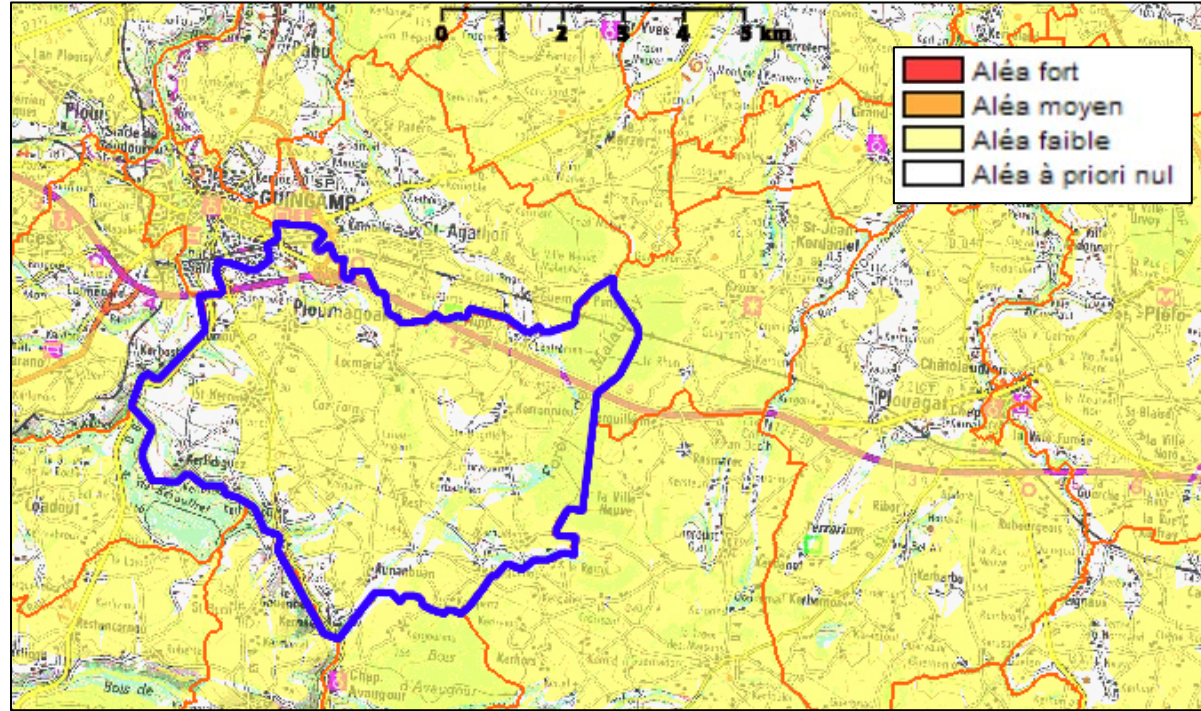
Carte 5 : Communes concernées par l'aléa mouvement de terrain « Affaissements, éboulements et glissements de terrain »

Source : DDRM 22



1.3.2. Retrait-gonflement des argiles

Nous avons localisé la commune de Ploumagoar, dont les limites communales sont représentées en bleu sur la carte relative au risque de retrait-gonflement des argiles. La commune est essentiellement classée en aléa faible ainsi que les éoliennes étudiées.



Carte 6 : Carte du retrait-gonflement des sols argileux sur la commune de Ploumagoar (source : BRGM)

D'après le BRGM et argiles.fr (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie), l'ancrage minimum des fondations préconisé est de 1,2m de profondeur en cas d'aléa de retrait gonflement des argiles fort et de 0,8m de profondeur en cas d'aléa faible à moyen. **Dans le cadre de ce projet, les fondations seront ancrées à une profondeur supérieure à 3m et respectent donc la profondeur d'ancrage préconisée.** De plus, les études de sol et le dimensionnement du massif seront réalisés par des professionnels indépendants et spécialisés. Ce dimensionnement sera ensuite validé par un bureau de contrôle. Nous prenons donc le maximum de garanties et le dimensionnement sera en conformité avec les caractéristiques du sol

1.3.3. Inondations

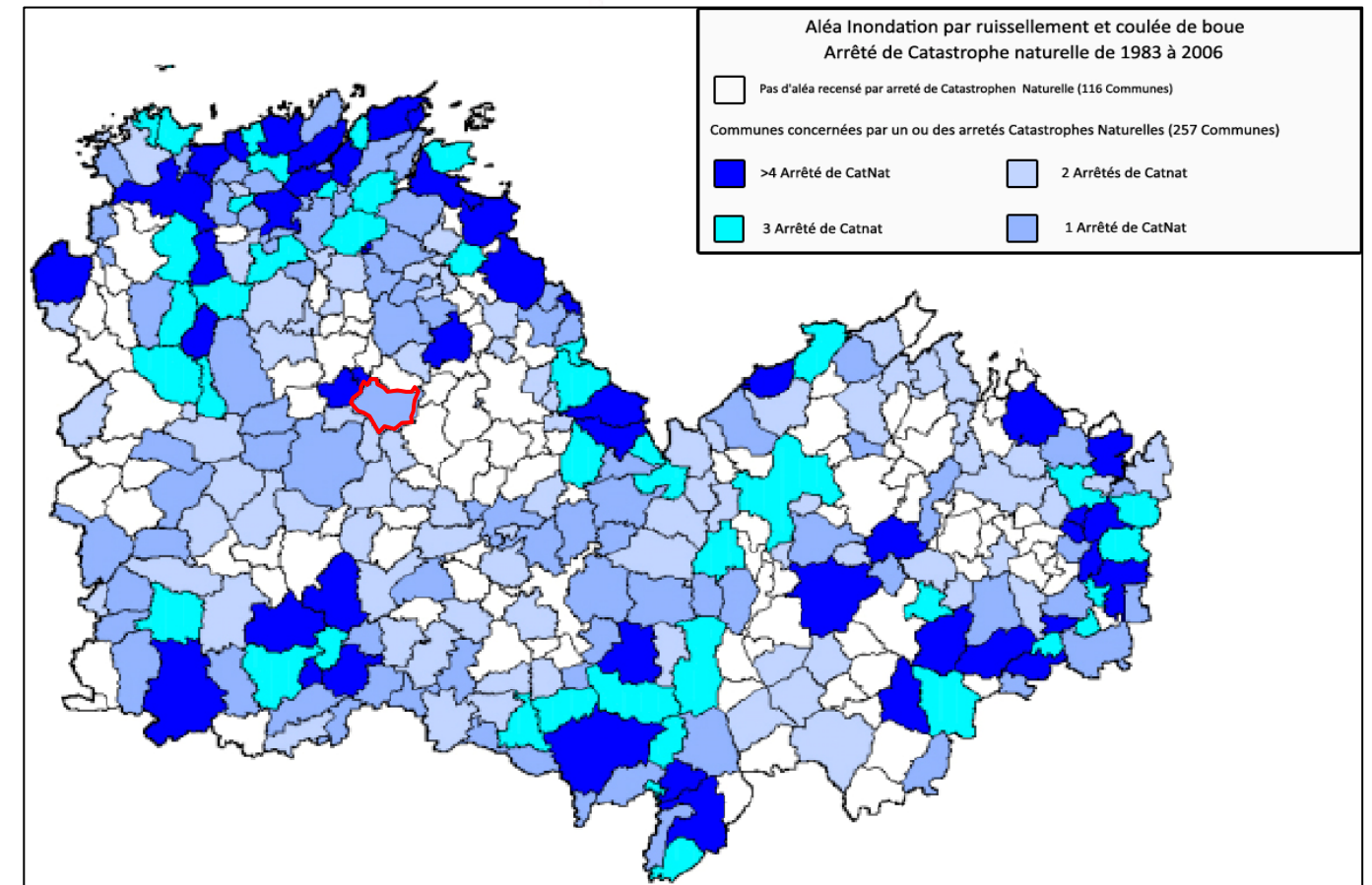
Voici ci-dessous le résumé des différents arrêtés de catastrophes naturelles de type inondations et tempête qui ont eu lieu sur la commune de Ploumagoar depuis 1987.

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 5 : Liste des catastrophes naturelles, commune de Ploumagoar

Source : prim.net

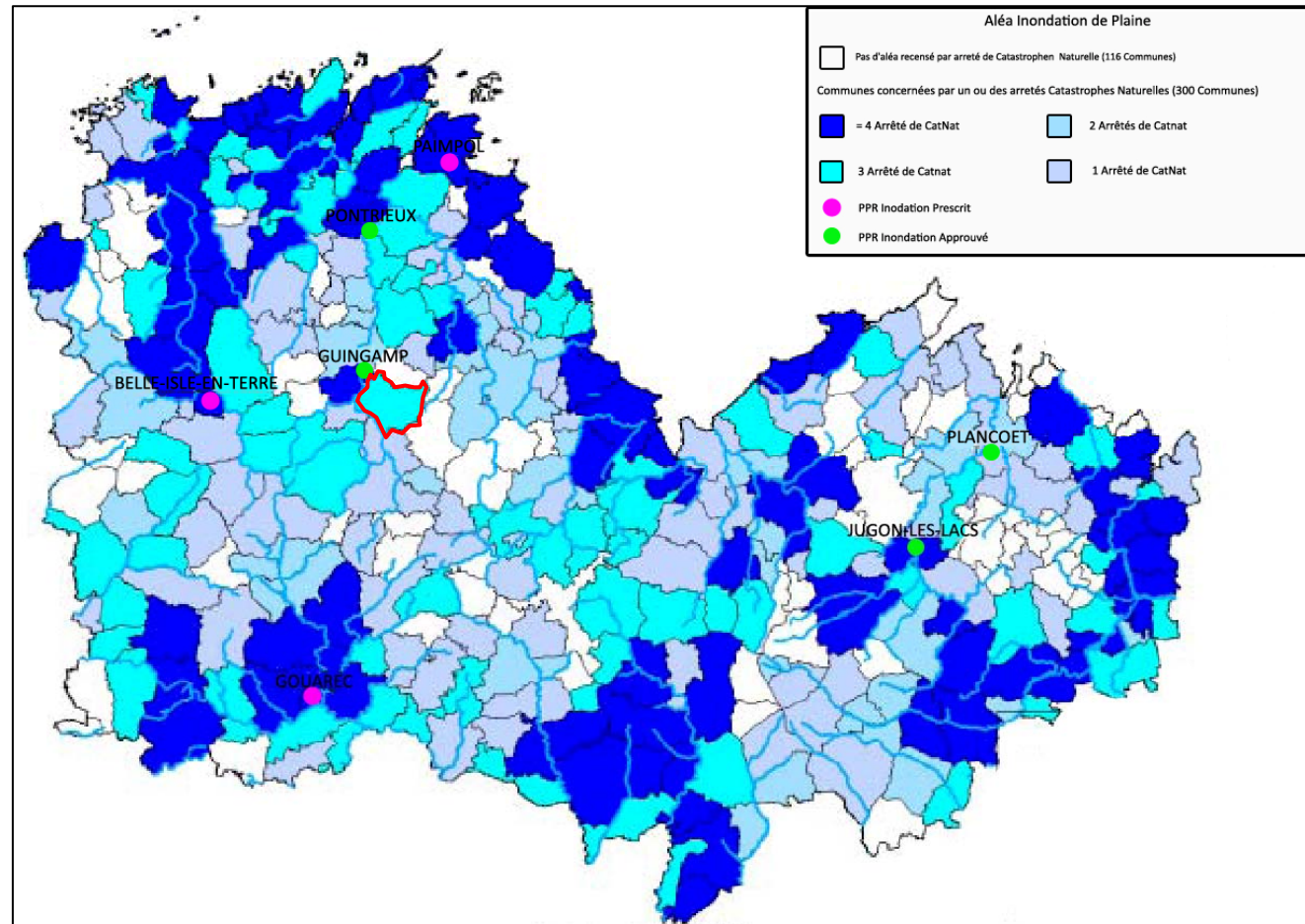
Parmi ces catastrophes naturelles, nous avons recensé deux types d'aléas inondations : les aléas inondations par ruissellement et les aléas inondations de plaines. Nous les retrouvons dans les deux cartes ci-après.



Carte 7 : Aléas Inondations par ruissellement

Source : le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM)

259 communes sont concernées par l'aléa inondation par ruissellement d'après la base de données GASPARE (Catastrophe Naturelle) du Ministère de l'Ecologie et du Développement du Territoire. (Cf. Carte ci-dessus).

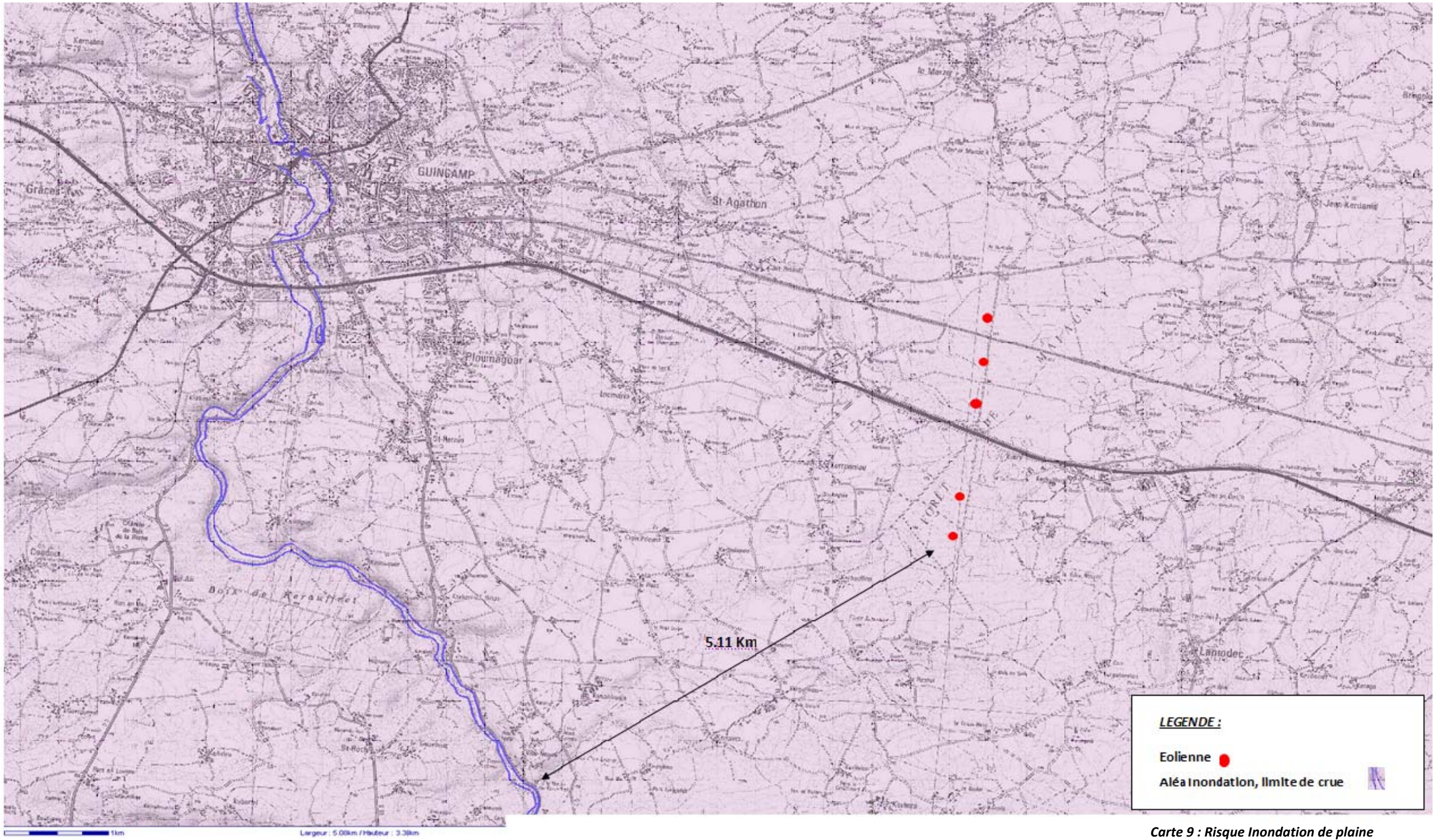


Carte 8 : Aléas inondations de plaines

Source : DDRM 22

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 (Catastrophe Naturelle). (Cf Carte ci-dessus).

Concernant l'aléa inondation par submersion marine, 31 communes sont concernées par cet aléa (d'après l'atlas des zones inondables des Côtes d'Armor et la base de données GASPARG Catastrophe Naturelle). Aucune de ces communes ne se situe à proximité de la commune de Ploumagoar (la commune la plus proche est Plérin située à 20km de la forêt de Malaunay).



LEGENDE :

- Eolienne ●
- Aléa Inondation, limite de crue —

Carte 9 : Risque Inondation de plaine
 Source : <http://cartorisque.prim.net>

Le risque inondation sur la commune de Ploumagoar est notamment dû au passage de la rivière du Trieux sur la commune. Cependant, cette rivière est située à une distance de 5.11 km de l'éolienne la plus proche (E5). De plus, la rivière du Trieux se trouve à une altitude d'environ 92m NGF alors que le site éolien a une topographie variant entre 150 et 195 mètres d'altitude NGF. Il est donc peu probable qu'un aléa inondation se produise à proximité du site éolien.

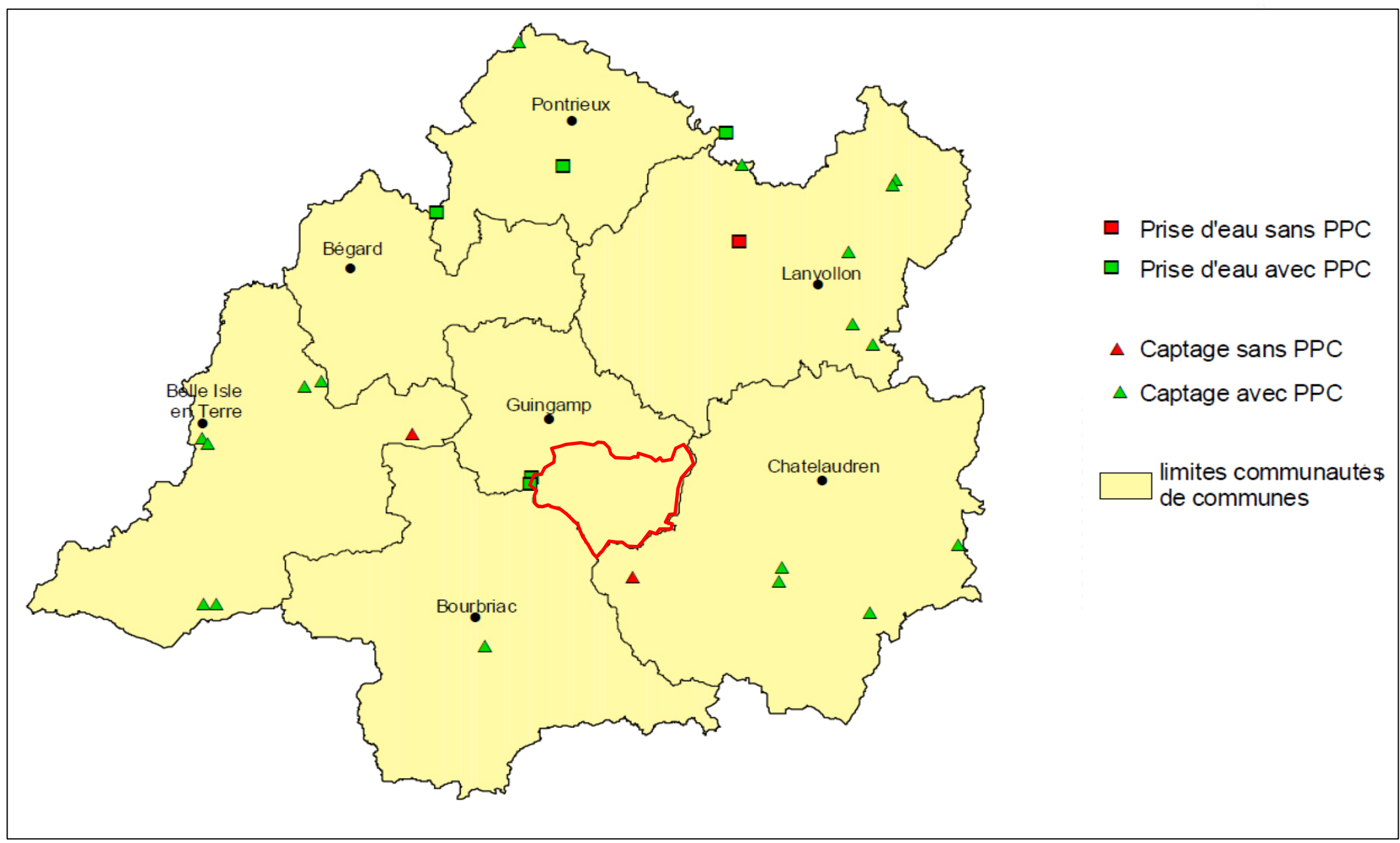


1.4. Les ressources en eau

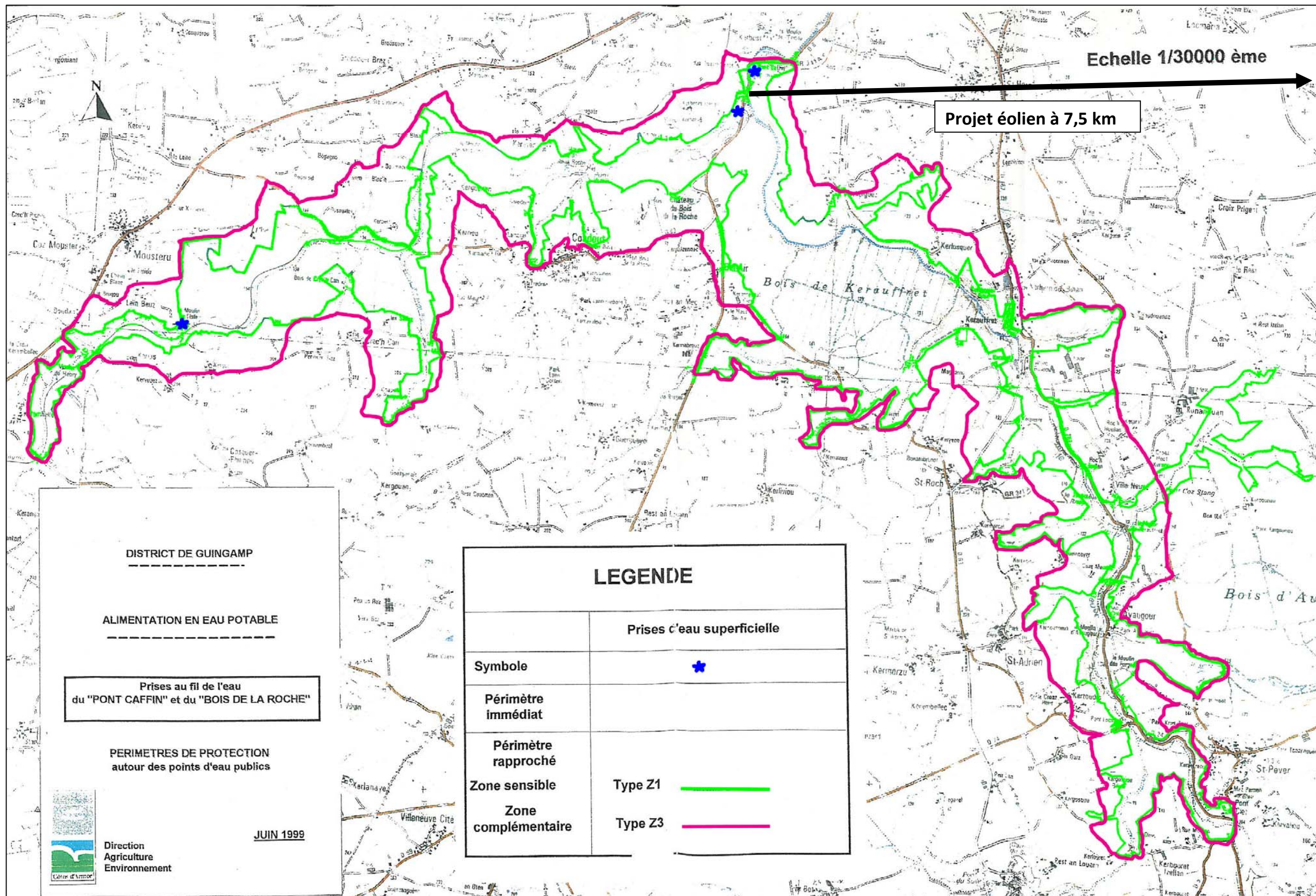
- Localisation de la zone par rapport à la ressource en eau :

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». (cf. Carte suivante).

Le projet éolien ne s'inscrit pas dans le périmètre de protection de ce captage d'eau (Cf carte page suivante).



Carte 10 : Localisation des prises d'eau
Source : <http://www.paysdeguingamp.com>



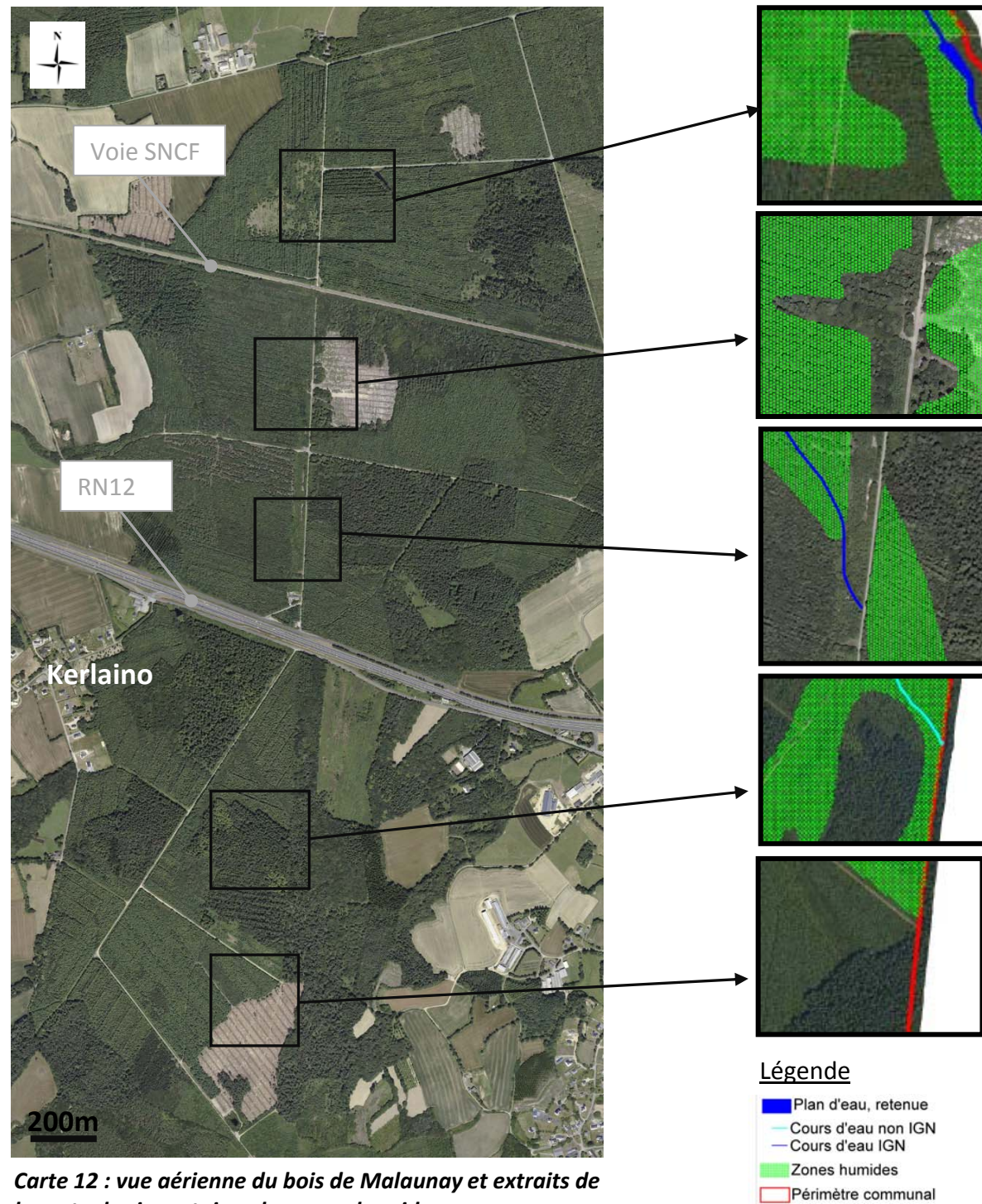
Carte 11 : Périmètre de protection du captage d'eau le plus proche au site éolien

Source : ARS22



1.5. Définition des zones humides par le syndicat Mixte Environnemental du Goëlo et de l'Argoat (SMEGA)

L'enjeu des zones humides a été pris en compte dès le début du projet avec notamment l'expertise du bureau d'études EGEO. Par ailleurs, dans le cadre de son révision du Plan Local d'Urbanisme, la commune de Ploumagoar a confié la mission d'inventaire de zones humides au Syndicat Mixte Environnemental du Goëlo et de l'Argoat (SMEGA). Nous avons régulièrement échangé avec le SMEGA durant ce travail (visite de terrain, entretiens). Au final et après l'application des mesures d'évitement, la carte d'inventaire réalisée par le SMEGA indique que seule une éolienne serait positionnée en zone humide (cf. page16). Vous trouverez ci-dessous une vue aérienne et les extraits de la carte d'inventaire de zones humides du SMEGA.



Carte 12 : vue aérienne du bois de Malaunay et extraits de la carte des inventaires des zones humides (source Smega)

2. IMPACTS DU PROJET

2.1. Présentation du projet et des fondations

Rappelons d'abord les dimensions du projet : les fondations d'une éolienne de l'ordre de 2 mégawatts occupent une surface en profondeur d'environ 300m². Soit une imperméabilisation totale de 1500m² sur l'ensemble du site éolien composé de 5 éoliennes.

Les fondations peuvent être de deux types, selon les résultats des essais géotechniques :

- Fondations superficielles
- Fondations sur pieux béton profond (16 à 20 m)

Impact géologique

Les tassements induits par les ouvrages pourront modifier certains paramètres caractéristiques du sol comme sa porosité et sa perméabilité, sur une surface latérale variable avec la profondeur (phénomène du bulbe de contraintes).

Etant donné la nature du sous sol, et vu l'emprise réduite que chaque ouvrage a sur le sol, ces impacts devraient être négligeables sur l'écoulement des eaux d'infiltration.

Les essais géotechniques

Nous procéderons pour la stabilité du projet à long terme et bien que ce dernier ne pose habituellement aucun problème, à une campagne de reconnaissances géotechniques poussées comprenant, au droit de chaque éolienne :

- 1 forage destructif avec enregistrement des paramètres (vitesse de rotation, pression du fluide, etc.)
- 1 essai de pénétration CPI si possible jusqu'au refus
- 1 essai pressio-métrique au moins sur les 30 premiers mètres

Le but de ces essais est de mettre en évidence une éventuelle zone déconsolidée sous les éoliennes et de prendre les mesures nécessaires afin d'éviter le développement d'un fontis jusqu'à la surface, ce qui provoquerait inévitablement un effondrement. Ils permettront également de définir le type de fondations (fondations superficielles = massif-poids ou fondations profondes, c'est-à-dire avec pieux).



En conclusion, sur le point de la géologie et de la sismicité, nous pouvons dire, quel que soit le type de fondations prévu, leur impact est de deux ordres :

- **Un impact à court terme** : lié à la réalisation des fondations (amenée du chantier, création des accès...). Cet impact est très limité dans le temps et dans l'espace.
- **Un impact potentiel à long terme sous l'effet des vibrations** : cet impact est très limité dans son extension spatiale et ne joue que sur la stabilité de l'ouvrage. Compte tenu de la géologie générale du sous-sol et des précautions prises, il n'est pas susceptible d'induire une faille.

S'agissant de la sismicité, des études récentes effectuées à l'occasion de la secousse du 17 octobre 1989 en Californie et l'important tremblement de terre en Chine (6,2 sur l'échelle de Richter) ainsi que lors du Tsunami au Japon en Mars 2011 montrent que les éoliennes n'ont pas été endommagées (source : Wind Power Association & Japan Wind Energy Association).

La vulnérabilité du sol français est loin d'être comparable à celles des exemples précédents. A cela s'ajoutent les progrès constants des concepteurs et des fabricants d'éoliennes en matière de sécurité.

Pour ces raisons, il n'y a aucun risque à prévoir pour le présent projet.

Le calcul des fondations

Comme dans toute construction, les fondations de l'éolienne constituent un élément essentiel de sa solidité future. Outre l'effort vertical exercé par la masse de l'éolienne, les fondations doivent en effet reprendre les efforts latéraux exercés par le vent et transmis par le mât jusqu'au pied de l'ouvrage.

Les ouvrages devront donc être dimensionnés en tenant compte de ces aspects. Dès lors, les impacts qu'auront les éoliennes sur le sol se réduiront aux tassements qu'il est raisonnable de rencontrer lors de toute construction fondée sur des terrains meubles.

Les fondations respectent vigoureusement les règles techniques définies par les normes CEI 1400-1 et 1400-2 et permettent d'offrir aux éoliennes des résistances aux éléments extrêmes de la nature.

A titre informatif :

- masse d'une éolienne V90_2 MW : 320 tonnes (sans fondation)
- caractéristiques de la fondation (fondation standard pour une éolienne V90_2MW) :
 - Diamètre du massif : 19,6 m
 - Quantité de béton de béton : 415 m³
 - Masse d'acier : 38 Tonnes

2.2. Impact sur la ressource en eau

Le projet n'est pas susceptible de provoquer une pollution des eaux captées pour la consommation durant sa phase d'exploitation. Les éoliennes ne sont pas positionnées sur des cours d'eau, même mineurs :

- Dans le cas où une pollution mineure serait créée, la base de la tour forme un réservoir étanche.
- Durant la phase travaux, des mesures de précautions seront mises en place (Cf. Chapitres « Impact sur l'environnement » et « Impacts liés au chantier »).

Il n'y a donc aucune interférence prévisible avec la ressource en eau.

2.3. Les phénomènes vibratoires

Les phénomènes vibratoires issus potentiellement d'un parc éolien sont plus marqués **en phase de chantier**. Lors de la phase de chantier, l'utilisation de certains engins est susceptible de générer des vibrations. C'est le cas des compacteurs utilisés lors de la création des pistes ou des remblais. Les vibrations émises par un compacteur vibrant sont relativement bien connues, contrairement à leur mode de propagation et la façon dont elles affectent leur environnement. Cette onde vibratoire complexe s'atténue par absorption avec la distance et le milieu environnant. Il n'existe pas, à ce jour, de réglementation spécifique applicable aux vibrations émises dans l'environnement d'un chantier. Les vibrations induites par les compacteurs peuvent être classées dans la catégorie des sources continues à durée limitée. Il existe pour les compacteurs une classification qui permet de choisir la machine à utiliser en fonction du type de terrain, des épaisseurs des couches à compacter et de l'état hydrique lors de leur mise en œuvre. Cette classification est décrite par la norme NF-P98 73620. (NF-P98-736 : Matériel de construction et d'entretien des routes – Compacteurs – Classification Septembre 1992).

En mai 2009 le Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (Sétra), service technique du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, a publié une note d'informations sur la prise en compte des nuisances vibratoires liées aux travaux lors des compactages des remblais et des couches de forme. Dans cette note le Sétra indique des périmètres de risque que le concepteur peut considérer en première approximation :

- Un risque important de gêne et de désordre sur les structures ou les réseaux enterrés pour le bâti situé entre 0 et 10 m des travaux ;
- Un risque de gêne et de désordre à considérer pour le bâti situé entre 10 et 50 m des travaux ;
- Un risque de désordre réduit pour le bâti situé entre 50 et 150 m.

Plus généralement, tout système mécanique est sensible à certaines fréquences, ce phénomène est appelé résonance. La fréquence de résonance de chaque composant d'une éolienne est prise en compte afin de construire une éolienne sûre.

En phase de fonctionnement, l'excitation dynamique de la tour interagit avec la fondation et le sol et peut entraîner des vibrations. La transmission des vibrations dans le sol jusqu'aux riverains dépend principalement de la nature du terrain et de la distance de l'installation : si le sol est mou, contenant des discontinuités, la propagation de l'onde vibratoire est atténuée à l'intérieur de la roche. Si la roche est plutôt rigide, la vibration est transmise plus facilement et plus fortement. **La conception de la fondation, après études géotechniques, et l'éloignement des éoliennes à plus de 600 mètres des premières habitations permettront de limiter la propagation des vibrations en cas de roches rigides.**

2.4. Réduction de la quantité de déchets produite

L'exploitation du parc éolien implique l'utilisation de graisse pour les circuits de lubrification. Cette quantité sera précisée dans l'Etude de dangers (qui constitue la partie 3 de la présente demande d'autorisation d'exploitation d'une ICPE).

- **Celle-ci sera collectée une fois usagée.**
- **En cas de nécessité, la base de la nacelle est prévue pour accueillir toute fuite accidentelle de liquide.**



2.5. Impact sur les zones humides

2.5.1. Emplacement des éoliennes et mesures d'évitements

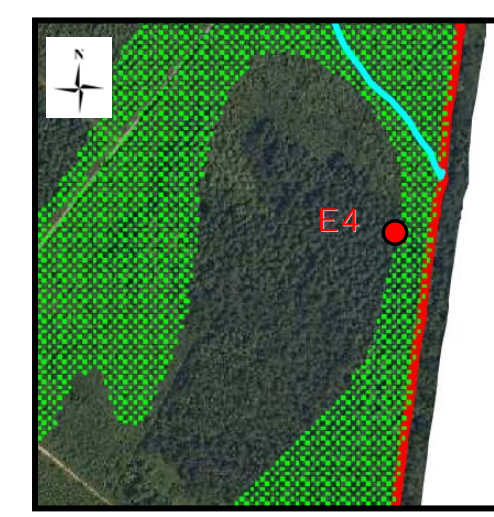
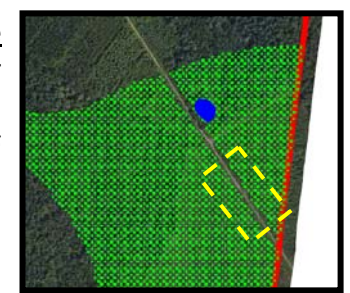
Vous trouverez ci-dessous une vue aérienne du massif boisé ainsi que les extraits de la carte du SMEGA avec la position initiale de chaque éolienne, avant la mise en place des mesures d'évitement.



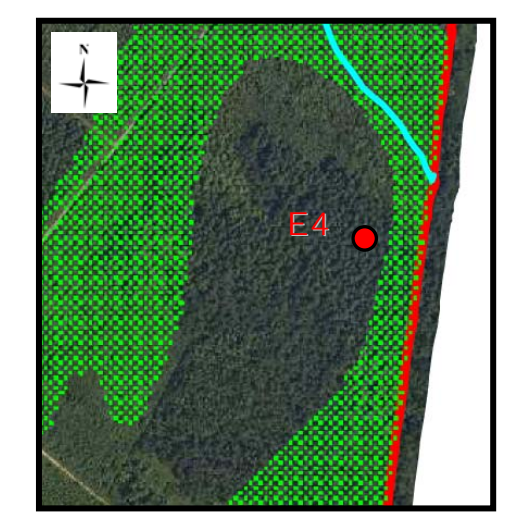
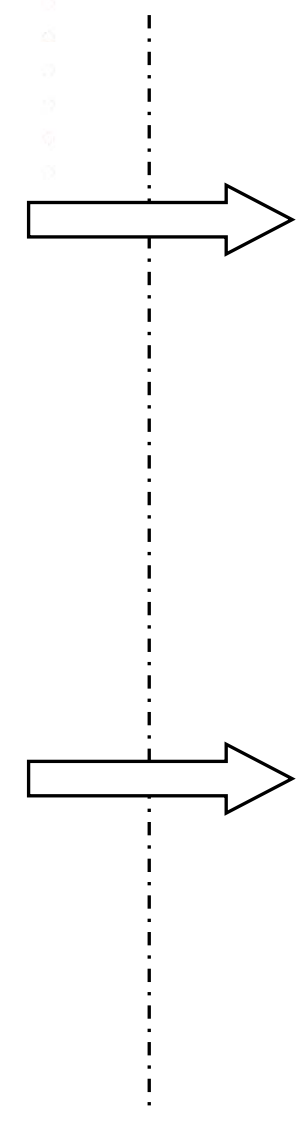
Carte 13 : vue aérienne du bois de Malaunay et extraits de la carte des inventaires des zones humides avec la position des éoliennes avant les mesures d'évitements
(source Smega)

Lors de l'élaboration du projet, dans le respect des différents enjeux (biodiversités, paysage...) et dans le cadre des mesures d'évitement, le projet a donc évolué de la manière suivante :

- **l'emplacement n°6 permettant potentiellement l'implantation d'une éolienne n'a pas été retenu** car il présentait des enjeux floristiques forts par la présence de landes atlantiques méso-hygrophiles à Bruyères et Ajonc de Le Gall (voir Chapitre 2 Milieux naturels, Paragraphe 2.1.2 L'étude des emplacements d'implantation potentiels). De plus, l'emplacement n°6 se serait superposé à la présence d'une zone humide.
- **nous avons déplacé les éoliennes E2 et E4 en dehors des zones humides** afin d'éviter tout impact. Pour ce faire, le bureau d'études EGEO a été contacté afin de caractériser les nouveaux emplacements prévus pour les éoliennes E2 et E4 : les conclusions ont démontré que ceux-ci ne se trouvent pas en zone humide. Vous trouverez ci-dessous les positions des éoliennes E2 et E4 sur la carte du Smega avant et après leur déplacement. Aux pages suivantes, vous trouvez les fiches bilan permettant la « caractérisation de sol(s) potentiellement constitutif(s) de zone humide » et les fiches de « description de(s) sondage(s) tarière » accompagnées des principales conclusions.



Carte 14 : Localisations des éoliennes E2 et E4 avant leur déplacement



Carte 15 : Localisations des éoliennes E2 et E4 après leur déplacement

Placette n° 2a

Caractérisation de sol(s) potentiellement constitutif(s) de zone humide		
Facteurs d'évolution de la zone humide		
Dégradation(s) manifeste(s) <input type="checkbox"/> Rejets de substances polluantes <input checked="" type="checkbox"/> Sur fréquentation, piétinement <input type="checkbox"/> Comblement, assèchement, drainage <input type="checkbox"/> Modification des berges, remblais et déblais fossés <input type="checkbox"/> Suppressions des haies, talus et bosquets <input type="checkbox"/> Fertilisation, amendement <input type="checkbox"/> Emploi de produits phytosanitaires <input checked="" type="checkbox"/> Accueil public, création de pistes <input type="checkbox"/> Erosion <input type="checkbox"/> Atterrissement, envasement, fermeture du milieu <input type="checkbox"/> Eutrophisation <input checked="" type="checkbox"/> Autres : remblais et déchets ménagers	Dans le site / bordure du site <input checked="" type="checkbox"/> Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site <input checked="" type="checkbox"/> Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site <input checked="" type="checkbox"/> Dans le site / bordure du site	Valeur(s) socio-économique(s) <input type="checkbox"/> Réservoir pour l'alimentation en eau potable <input checked="" type="checkbox"/> Production biologique (poisson, gibier, agricole et sylvicole) <input type="checkbox"/> Production de matière première (granulats : tourbe ; set...) <input type="checkbox"/> Intérêt pour la valorisation pédagogique <input type="checkbox"/> Intérêt pour l'éducation et les loisirs <input type="checkbox"/> Intérêt paysager et valeur culturelle <input type="checkbox"/> Valeur scientifique <input type="checkbox"/> Autres :
Activité(s) et usage(s) <input type="checkbox"/> Pas d'activité marquante <input type="checkbox"/> Agriculture <input checked="" type="checkbox"/> Sylviculture <input type="checkbox"/> Elevage / pastoralisme <input type="checkbox"/> Pêche <input checked="" type="checkbox"/> Chasse <input type="checkbox"/> Tourisme et loisirs (camping, zone de stationnement) <input type="checkbox"/> Urbanisation <input type="checkbox"/> Industrie <input checked="" type="checkbox"/> Infrastructures linéaires (routes, voies ferrés...) <input type="checkbox"/> Aéroport, aérodrome, hélicoptère <input type="checkbox"/> Extraction (carrière) <input type="checkbox"/> Activités hydroélectriques, barrage <input type="checkbox"/> Gestion conservatoire <input type="checkbox"/> Prélèvements d'eau <input type="checkbox"/> Autre :	Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site <input checked="" type="checkbox"/> Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site Dans le site / bordure du site	Fonction hydraulique et hydrologique <input type="checkbox"/> Fonction de régulation hydraulique <input type="checkbox"/> Expansion naturelle des crues <input type="checkbox"/> Ralentissement du ruissellement <input type="checkbox"/> Soutien naturel d'étiage <input type="checkbox"/> Fonction d'épuration <input type="checkbox"/> Fonction de protection du milieu physique <input type="checkbox"/> Rôle nature de protection contre l'érosion <input type="checkbox"/> Autres :

Caractérisation de sol(s) potentiellement constitutif(s) de zone humide	
Contexte général	
Date de l'étude de terrain : février 2013 Climat (hauteur de précipitation les 7 jours précédents l'étude) : environ 20mm Classement zone humide potentielle (agrotransfert) : <input type="checkbox"/> Inventorié <input checked="" type="checkbox"/> Non inventorié	
Critères d'identification et de délimitation	
État de conservation du milieu : <input type="checkbox"/> non dégradé <input type="checkbox"/> partiellement dégradé <input checked="" type="checkbox"/> fortement dégradé Usage des sols : zone en déblais / remblais (dont déchets ménagers) Pédologie : Hydromorphie des sols : Type : <input type="checkbox"/> Oxy <input type="checkbox"/> Red <input type="checkbox"/> Deg Type de sol : <input type="checkbox"/> IVd <input type="checkbox"/> Va <input type="checkbox"/> Vb <input type="checkbox"/> Vc <input type="checkbox"/> Vd <input type="checkbox"/> Vlc <input type="checkbox"/> Vid Eau libre (cm) : présente en surface dans les secteurs imperméabilisés (dalle de béton) Fonction hydrologique : <input checked="" type="checkbox"/> Non déterminée <input type="checkbox"/> Crue <input type="checkbox"/> Ruissellement <input type="checkbox"/> Etiage <input type="checkbox"/> Epuration	
Evaluation des fonctionnalités hydrologiques	
Morphologie : Position sur le bassin versant : <input checked="" type="checkbox"/> Amont <input type="checkbox"/> Médian <input type="checkbox"/> Aval Pente globale : <input type="checkbox"/> Plane <input checked="" type="checkbox"/> 0-5% <input type="checkbox"/> 5-10% <input type="checkbox"/> >10% Présence de dépressions : <input checked="" type="checkbox"/> oui / non Présence de talus : <input type="checkbox"/> Amont <input type="checkbox"/> Médian <input type="checkbox"/> Aval <input checked="" type="checkbox"/> En bordure Structure et nature du sol : Perméabilité naturelle du sol : <input checked="" type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort Temps de saturation : <input type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Saisonnière <input checked="" type="checkbox"/> Temporaire Origine majoritaire des flux hydriques : <input type="checkbox"/> Ruissellement surface <input checked="" type="checkbox"/> Nappe perchée <input type="checkbox"/> Nappe phréatique Submersion : <input type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Saisonnière <input type="checkbox"/> Temporaire <input checked="" type="checkbox"/> Exceptionnelle Connexion au réseau hydrographique superficiel : <input type="checkbox"/> Eau salée <input type="checkbox"/> Eau saumâtre <input type="checkbox"/> Eau douce	

Fiche de description de(s) sondage(s) tarière										
<p>Photographie de la placette</p>	<p>Localisation des observations</p>									
Il apparaît que ce secteur a subi de profond remaniement, en différentes phases. Les surfaces (estimées à partir de relevés GPS - précision environ 5m) sont les suivantes : - trou d'eau : 1 030m ² ; - zone en déblais/remblais (certains dénivelés dépassant localement les 2.5m) : 2 710m ² ; - zone bétonnée à macrodéchets divers : 380m ² ;	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Caractères d'hydromorphie</th> </tr> <tr> <th>Profondeur d'apparition</th> <th>Morphologie</th> <th>Classe de sol GEPPA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ces zones ne correspondent pas à des zones humides effectives et efficaces, telles que définies sur critères pédologiques, par la réglementation en vigueur</p>	Caractères d'hydromorphie			Profondeur d'apparition	Morphologie	Classe de sol GEPPA	/	/	/
Caractères d'hydromorphie										
Profondeur d'apparition	Morphologie	Classe de sol GEPPA								
/	/	/								

Conclusion : L'étude pédologique, effectuée en mars 2013 dans le secteur de la placette n°2a, fait ressortir les éléments suivants :

Les sondages réalisés sur l'ensemble des zones (zone en déblais/remblais, zone bétonnée...) de la placette n°2a, conformément au protocole spécifique de l'arrêté ministériel du 24/06/2008, modifié par l'arrêté du 01/10/2009 ainsi que la circulaire du 18/01/2010, ne permettent pas de classer les sols de ces terrains comme constitutifs de zones humides.

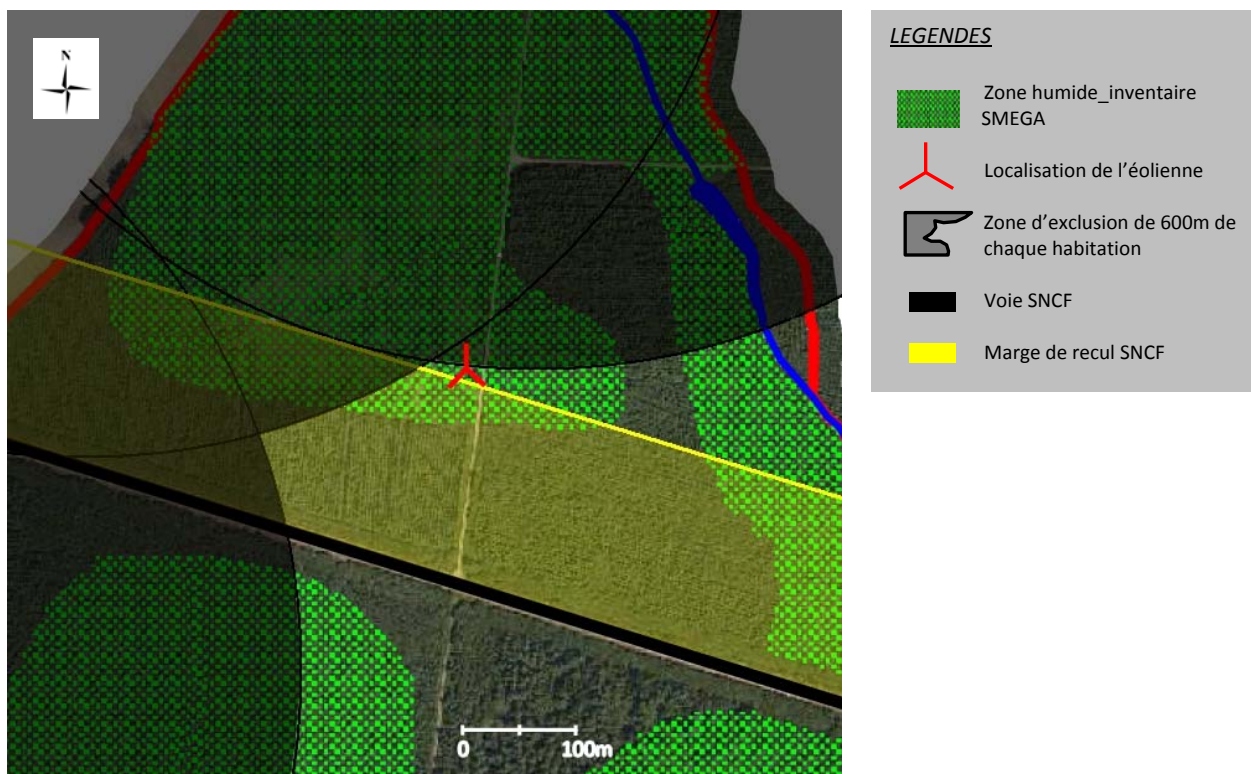


Les études pédogéologiques réalisées par EGEO sur chaque emplacement envisagé pour l'implantation d'éolienne et les résultats du Smega ont conclu que seule l'éolienne E1 serait en zone humide.

Nonobstant l'éolienne E1 n'a pu être déplacée pour plusieurs raisons : la compilation des différents enjeux (floristiques, marges de recul par rapport aux maisons et à la voie ferrée, l'alignement des éoliennes) ne laisse pas de marges de manœuvre pour éviter le zonage des zones humides.

2.5.2. Emplacement de l'éolienne E1

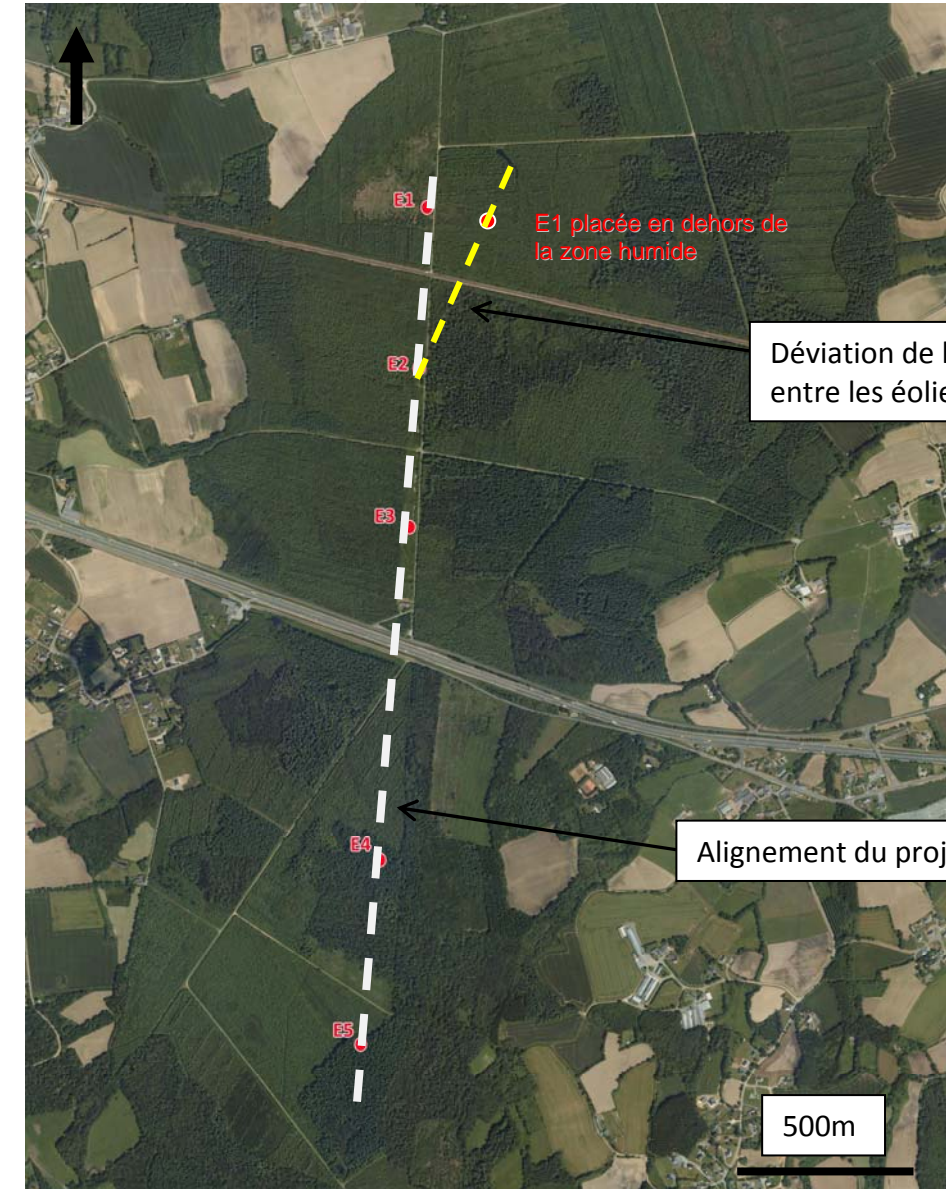
L'éolienne E1 a été positionnée sur la carte ci-dessous illustrant une partie des enjeux tels que la marge de recul de la voie ferrée et les zones d'exclusion de 600m de chaque habitation.



Carte 16 : Localisation de l'éolienne E1

Le seul espace où il n'y a pas de zones humides inventoriées est actuellement boisé ; à cet endroit, des coupes rases ne sont pas prévues alors que l'emplacement actuel de l'éolienne E1 est situé sur une parcelle peu boisée. Par ailleurs, le déplacement de l'éolienne E1 à l'est ne permettrait plus de respecter l'alignement des éoliennes. Ci-contre, vous trouverez ci-contre une illustration de l'effet d'alignement des éoliennes du projet.

Le déplacement de E1 générerait plus d'impacts négatifs sur le paysage et l'emprise sur l'espace forestier et de la flore.



Concernant l'éolienne E1, il n'existe pas d'alternative avérée aux risques de créer des impacts plus forts. L'impact de la zone humide par l'éolienne E1 doit être alors compensé ; nous avons alors consulté deux experts afin qu'ils établissent la mesure compensatoire : monsieur Vagner représentant le bureau d'études EGEO spécialiste en gestion des eaux pluviales et environnement et monsieur Coic consultant en Environnement ont donc été missionnés afin de caractériser la zone humide au niveau de l'emplacement n°1 et d'en déterminer précisément les potentialités (hydrogéologique et biodiversité).

2.5.3. Surface et caractérisations de la zone humide impactée

a) Surface de la zone humide impactée :

L'objectif est de déterminer quelle surface de zone humide est impactée par la mise en place de l'éolienne E1. Deux impacts ont été définis : l'impact permanent en phase d'exploitation du projet éolien et l'impact temporaire supplémentaire en phase chantier.

En phase d'exploitation, l'emprise de l'ouvrage représente une surface totale de 840m² soit :

- Les zones en bleu, implantées au niveau du terrain naturel, ont une surface de 525m²
- La zone en gris, élément enterré, représente une surface de 315m²



Carte 17 : Emprise de l'ouvrage en phase d'exploitation

En phase chantier, l'emprise représentée en vert sur la carte 18 correspond à une surface totale de 1460m² et prend en compte :

- Le fléchage de la grue principale
- Le plan coupé permettant la dépose de la nacelle
- La circulation des engins autour d'une partie de la plateforme
- Le trou taluté pour la réalisation de la fondation



Carte 18 : Emprise de l'ouvrage en phase chantier

Afin d'établir la surface maximum impactée, il s'agit d'additionner les deux impacts définis précédemment à savoir : $S_{max} = 840 + 1460 = 2300m^2$

b) Caractérisation de la zone humide impactée en termes de fonctionnalités hydrogéologiques :

Contexte pédo-géologique du secteur : Sur l'ensemble des placettes concernées par l'étude, le soubassement géologique est constitué par le « Leucogranite de Plouisy ». Il s'agit d'une roche grenue, de couleur claire et présentant toujours une texture planaire correspondant à la foliation. L'altération superficielle de cette formation est constituée d'une arène sableuse à grains fins à moyens, emballés dans une matrice ocre-jaune, en partie solifluée dans les axes de talwegs. Localement un horizon fluviocaternaire constituée particules fines (limons et argiles), forme un nappage massif et colmatant pouvant atteindre un mètre d'épaisseur. La perméabilité de cet horizon est très faible, ne permettant pas l'infiltration de l'impluvium vers des strates plus profondes. Il en résulte des écoulements de subsurface à la transition sol/sous-sol et la mise en place de nappes perchées dans les différentes dépressions topographiques. Les sols développés sur ce type d'occupation de terrain (exploitation forestière) sont en général de faible épaisseur (de l'ordre de 10cm pour l'horizon végétal) et présentent communément des traces d'hydromorphies prononcées (allant jusqu'à des faciès de pseudogley), localement pourvus d'une semelle délavée (gley). A la page suivante, vous trouvez les fiches bilan permettant la « caractérisation de sol(s) potentiellement constitutif(s) de zone humide » et les fiches de « description de(s) sondage(s) tarière » accompagnées des principales conclusions.



Tableau de synthèse de la placette n°1 :

FONCTIONNALITES	ETAT ACTUEL	Oui	Non
HYDROLOGIQUE (eaux de surface)	ruisseau drainant		X
	ruisseau infiltrant		X
	rétention d'eau		X
	expansion de crue, inondation		X
	soutien d'étiage		X
	rétention d'éléments physiques	Faible	
	rétention d'éléments chimiques	Faible	
HYDROGEOLOGIQUE (eaux souterraines)	zone de mélange entre les eaux superficielles et les remontées d'eaux souterraines	X	
	zone humide perchée (sans connexion avec nappe), mais infiltrante		X
	zone humide perchée (sans connexion avec nappe phréatique), non infiltrante		X
	en liaison hydraulique avec une nappe phréatique	Faible	
	zone humide drainante : alimentation de la ZH par la nappe	Faible	
	zone humide infiltrante : alimentation de la nappe par la ZH	Faible	
	effet tampon entre nappe phréatique et ruisseau (ralentissement, changement de la chimie par oxydo-réduction)		X
PHYSICO-CHIMIQUE (potentielle)	dénitrification		
	filtre les MES	Faible	
	épuration : utilisation, fixation, dégradation des nutriments	Faible	
	protection du ruisseau		X

c) Caractérisation de la zone humide impactée en termes de biodiversité :

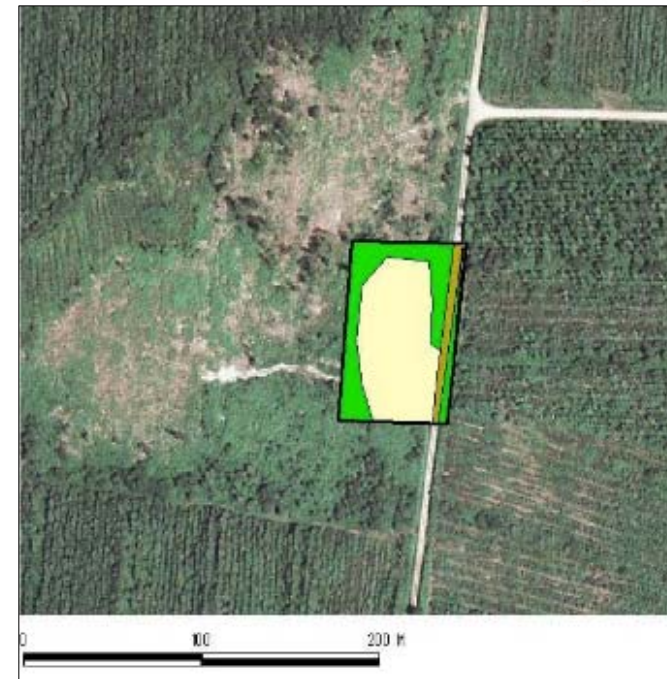
La zone humide a été caractérisée également par ses habitats naturels lors de l'étude floristique¹ effectuée dans le cadre du projet éolien.

La parcelle concernée par le projet comporte des habitats naturels relativement communs : la description des habitats naturels est rappelée sur la carte 19.

L'ensemble du secteur a été qualifié d'**enjeu faible** (carte20, en vert) au niveau des habitats naturels ("zone avec des habitats naturels qui sont communs ou fortement plantés de résineux") lors de son évaluation en 2011².

¹ et menées par différents bureaux d'études naturalistes spécialisés (cf. le volet "Milieux naturels" de l'étude d'impact réalisée par IEL)

² cf. le volet "Milieux naturels" de l'étude d'impact réalisée par IEL



Carte 19 : Carte des habitats naturels et sa légende ci-dessous

- Codes Corine 41.12 x 83.31 Chênaie-hêtraie acidiphile à houx (et parfois à if) peu caractéristique, avec présence de résineux
- Code Corine 41.B1 Bois de bouleaux
- Codes Corine 8 x 38.2 Chemin avec bermes enherbées



Carte 20 : Carte des enjeux et sa légende ci-contre

Flore : Il n'a été relevé aucune espèce (ni aucun taxon) ayant un statut de protection, de réglementation, ou figurant sur la Liste Rouge du Massif Armoricain.

Faune : Aucune espèce ni aucun taxon vulnérables, notamment liés aux milieux aquatiques, n'ont été répertoriés dans le secteur concerné de l'éolienne n°1.

La placette n°1 est une zone humide effective mais aujourd'hui située sur des terrains dégradés et donc peu efficace au regard des fonctionnalités spécifiques des zones humides.

Pour être équivalente d'un point de vue hydropédogéologiques, la zone humide de compensation doit atteindre au moins les fonctions suivantes :

- rétention d'éléments physiques et physiques ;
- liaison hydraulique avec une nappe phréatique ;
- filtration des MES et épuration des nutriments.

La biodiversité du secteur de l'emplacement de l'éolienne n°1 reste relativement modeste dans le contexte biogéographique départemental et régional.

2.5.4. Préconisations et caractéristiques de la zone humide prévue en compensation

Les prescriptions 8B2 du SDAGE Loire-Bretagne précise que :

« Les mesures compensatoires proposées doivent prévoir, dans le même bassin versant, la recréation ou la restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité. A défaut, la compensation porte sur une surface égale à 200% de la surface supprimée. »

Les caractéristiques précédemment définies de la zone humide impactée permettent de définir les objectifs de compensation suivants :

- Localisation : de préférence près du projet, au sein du même bassin versant (et à moins de 25km de la zone détruite)

- Type de zone humide ciblée à restaurer :

- zone humide dégradée (de préférence une ancienne zone humide remblayée ou asséchée)
- à objectifs de fonctionnalité hydraulique d'intérêt d'un niveau faible au minimum
- et à objectifs de biodiversité au moins commune, sans exigence de potentialité d'habitats d'intérêt patrimonial ou de présence d'espèces d'intérêt patrimonial.

A noter que dans notre cas, la compensation sera réalisée à hauteur de 100% de la surface impactée totale soit 2300m², étant donné que la mesure compensatoire se trouve dans le même bassin versant, à une distance d'environ de 500m par rapport à la zone humide impactée.

La zone humide choisie (zone verte) est située près de l'emplacement de l'éolienne n°2 (rond rouge) à l'est du chemin.



Carte 21 : Vue aérienne localisant la zone choisie

a) Caractérisation de la zone humide impactée en termes de fonctionnalités hydrogéologiques :

L'étude pédogéologique, effectuée en décembre 2011 et complétée en mars 2013 dans le secteur de la placette n°2b, fait ressortir que le secteur a été profondément remanié, certainement en plusieurs phases. Les sols originels ne sont localement plus en place. Les sondages réalisés au pourtour montrent qu'il s'agit d'une zone humide effective réglementairement mais fortement dégradée et en partie artificielle comme le montre les sondages « de calage » effectués dans les terrains originels voisins. Ce secteur présente alors une zone humide peu efficace au regard des fonctionnalités spécifiques des zones humides (voir tableau ci-dessous).

FONCTIONNALITES	ETAT ACTUEL	Oui	Non
HYDROLOGIQUE (eaux de surface)	ruisseau drainant		X
	ruisseau infiltrant		X
	réretention d'eau		X
	expansion de crue, inondation		X
	soutien d'étiage		X
	réretention d'éléments physiques		X
	réretention d'éléments chimiques		X

HYDROGEOLOGIE (eaux souterraines)	zone de mélange entre les eaux superficielles et les remontées d'eaux souterraines	Faible	
	zone humide perchée (sans connexion avec nappe), mais infiltrante		X
	zone humide perchée (sans connexion avec nappe phréatique), non infiltrante		X
	en liaison hydraulique avec une nappe phréatique	Faible	
	zone humide drainante : alimentation de la ZH par la nappe	Faible	
	zone humide infiltrante : alimentation de la nappe par la ZH		X
	effet tampon entre nappe phréatique et ruisseau (ralentissement, changement de la chimie par oxydo-réduction)		X

PHYSICO-CHIMIQUES (potentiel)	dénitrification		
	filtre les MES	Faible	
	épuration : utilisation, fixation, dégradation des nutriments	Faible	
	protection du ruisseau		X

A la page suivante, vous trouvez les fiches bilan permettant la « caractérisation de sol(s) potentiellement constitutif(s) de zone humide » et les fiches de « description de(s) sondage(s) tarière ».

b) Caractérisation de la zone humide impactée en termes de biodiversité :

Au niveau habitats naturels, la zone apparaît dégradée. On distingue une placette contenant une prairie méso-hygrophile (Codes Corine 37.2 x 38.2) perturbée par le passage d'engins, une zone de terrain vague (couloir pour passage d'engins et pour un enclos cynégétique), et une plantation de résineux avec bois de bouleaux (Codes Corine 83.31 x 41.B1) qui s'étend sur au moins une centaine de mètres au nord et au sud de la partie est de l'emplacement potentiel, et sur au moins 25 mètres de large (surface de 5000m² représentant plus du double de la surface impactée).

Des indices de végétation de lande para-tourbeuse (éricacées, molinie...) existent sur cette zone, et dans son voisinage, ce qui permet de supposer que des travaux de génie écologique (par suppression des ligneux puis décapages localisés du sol) pourraient probablement entraîner la mise en place d'une végétation basse caractéristique de ce genre de milieu de lande (et donc d'obtenir un habitat d'intérêt communautaire), voire l'apparition de taxons sensibles (ex : grassettes). **Le gain serait alors positif en termes de biodiversité.**

c) Descriptif illustrée de la zone prévue en compensation :



La zone, localisée au niveau d'une placette notamment équipée d'un parc à cochon, recèle plusieurs ensembles qui sont répertoriés et caractérisés dans le tableau ci-dessous. La vue aérienne de gauche indique, en pointillé noir le cadre des relevés topographiques qui ont permis de détailler cet espace tant sur le plan de sa composition que la détermination des surfaces, et en pointillé jaune la surface de 2300m² envisagée pour la mise en œuvre de la compensation. La vue aérienne de droite (carte 22) illustre l'emprise et l'agencement des ensembles. Enfin, aux pages suivantes, vous trouverez des photographies de ces ensembles.



Carte 22 : Vue aérienne illustrant la délimitation des ensembles

N° de l'ensemble et/ou des sous-ensembles	Identification	Caractérisations	Dimensions et/ou Surface (m ²)	N° de ou des photographies
A	Herbe	prairie méso-hygrophile (Codes Corine 37.2 x 38.2)	230 m ²	1
B	Bosquet avec conifères	plantation de résineux (Code Corine 83.31)	435 m ²	2
C	Bosquet avec arbres caduques	bois de bouleaux (Code Corine 41.B1)	300 m ²	3
D	Espace de terre	terrain vague (Code Corine 87.1)	500m ²	4
E	Espace végétalisé	plantation de résineux avec prairie méso-hygrophile (Codes Corine 83.31 x 38.2)	3600m ²	5
F	Massif au sud de l'enclos à cochon	bois de bouleaux (Code Corine 41.B1) avec évolution vers la chênaie hêtraie acidiphile à houx (Code Corine 41.12)	1800 m ²	6
F1	Mare	mare (Code Corine 22.1)	270m ²	7
F2	Remblai avec arbres et arbustes	plantation de résineux avec bois de bouleaux (Codes Corine 83.31 x 41.B1)	200m ²	8
G	Amoncellement de souches disposées en ligne	Andains : pas de Code Corine	273m ²	9
H	Souche seule	souche : pas de Code Corine	1m ²	10
I	Enclos à cochon	Enclos à cochon : pas de Code Corine	58 m ²	11
J	Mirador d'observation	Mirador d'observation : pas de Code Corine	1,83 m ²	12
K	Talus	Talus terre nu avec ronces (Code Corine 31.8)	26 m ²	13
L	Chemin d'accès existant	chemin : pas de Code Corine	256m ²	14





3. MESURES DE RÉDUCTION, PRÉVENTIVES ET D'ACCOMPAGNEMENT

- **Les mesures de réduction** sont rappelées ci-dessous :
 - La suppression d'une 6^{ième} éolienne située au sud du projet (voir Chapitre 2 Milieux naturels, Paragraphe 2.1.2 L'étude des emplacements d'implantation potentiels).
 - Le déplacement des éoliennes E2 et E4, étant donné que cela était possible sans modifier les enjeux inhérents à un projet éolien.
- **Les mesures préventives concernent surtout le risque de pollution des eaux, risque mineur dans ce secteur.**
 - a) En fond de fouille de fondation, on veillera à la bonne réalisation du béton de propreté.
 - b) La réalisation des assises et de la couche de roulement des chemins et aires de service s'effectuera avec des matériaux tels que sables, grave ou craie, à l'exclusion de tout matériau susceptible de contenir des métaux lourds.
 - c) Lors des travaux, on veillera à toute pollution accidentelle par les huiles des engins de chantier. Dans le cas d'une souillure, les sols seront rabotés et extraits. La présence d'un gardien permettra de dissuader des éventuelles personnes malveillantes.
 - d) Lors des travaux la mise en place de merlons autour des plateformes de levage permettra de contenir toutes pollutions éventuelles pouvant impacter les eaux ou les zones humides.

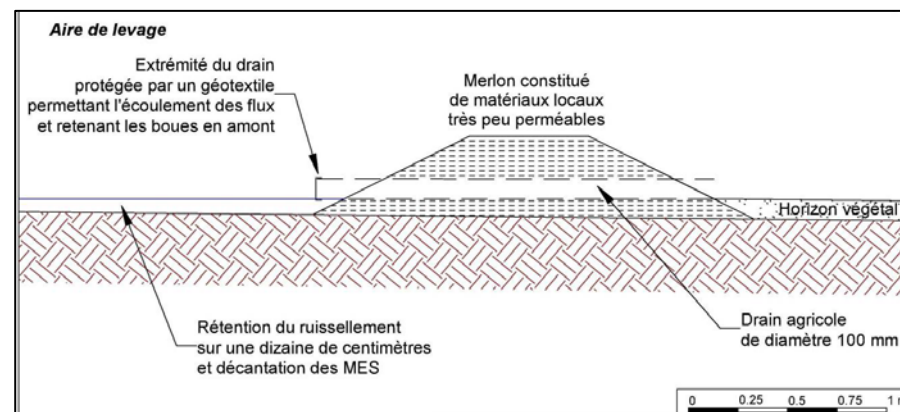


Schéma 1: Merlons

- **Les mesures d'accompagnement** : La restauration de la mare n°1 (étude effectuée par M. COIC et M. MICHAT) peut être considérée comme une mesure d'accompagnement. Cette étude a permis de définir les enjeux potentiels autour des mares et fossés ; la restauration de la mare permettra de favoriser les potentialités écologiques de mares. Cette mesure est détaillée dans le chapitre 2 du présent dossier.

4. MESURES COMPENSATOIRES

Il est rappelé que la mise en place de la mesure compensatoire doit permettre de compenser à hauteur de 100% l'impact sur la zone humide engendré par l'implantation de la machine et ce de manière au moins équivalente (en termes de fonctionnalités liées à l'eau et de qualité de la biodiversité) à l'état initial de l'emplacement de l'éolienne E1.

4.1. Propositions de lignes directrices pour la restauration/amélioration de la zone retenue.

L'option d'amélioration consiste à amender les fonctions d'une zone humide existante et dégradée. A la différence de la restauration, l'objectif est de bonifier, voir d'optimiser, les fonctions détériorées, mais encore présentes. Une amélioration des conditions d'engorgement du site peut être effectuée en réalisant les travaux suivants :

- **arrêt de tout travaux forestiers** qui perturbent de façon trop importantes les activités de pédogenèses et hydro-biologiques ; l'arrêt des activités de sylviculture sera opéré sur la zone retenue pour la mise en place des mesures compensatoires et en assurer la pérennité.
- **suppression des zones de remblais allochtones** (macro-déchets : béton, mirador, parc à cochon etc...). Les matériaux inertes simples pourront être :
 - Réutilisés sur le chantier ;
 - Dirigés vers un centre de recyclage de production de granulats ;
 - Réutilisés hors chantier et faire l'objet d'un accord de remblaiement de carrière (nécessité d'établir un bordereau de suivi et de tenir un registre normalisé) ;
 - Évacués vers un remblaiement quelconque ou un dépôt après avoir fait l'objet d'un arrêté municipal de la commune concernée et d'une autorisation préalable au titre du droit des sols ;
 - Dirigés vers un centre de recyclage de production de granulats possédant des dispositifs de séparation et de tri ;
 - Évacués vers une décharge de classe III à contraintes d'aménagement faibles ou vers une déchetterie agréée.

Un travail localisé et très léger de subsurface pourra s'avérer nécessaire pour retrouver une topographie naturelle (sans ornière et remblais) suivant l'état des sols. Les souches pourront être laissées sur place. Le site alternant les phases d'oxydo-réduction est propice à une décomposition rapide des souches, à condition de détruire, chaque année, les rejets des espèces de moindre importance écologique par des moyens uniquement mécaniques. Ces souches peuvent de plus constituer des gîtes intéressants pour certaines faunes. Elles participent d'autre part au maintien des sols, problématique sur l'ensemble du secteur.

- **La mare** : comblement de la mare³ avec un apport de terre végétal local (provenant si possible de terrains voisins de zone humide). De bonne porosité efficace, sa présence permettrait la création d'îlot végétal disposant d'engorgement une partie plus importante de l'année que les terrains alentours et favoriserait la biodiversité en juxtaposant des sols de comportements hydriques différents. Ce comblement s'effectuera de façon progressive en prenant en compte le contexte général des travaux de façon à limiter l'impact sur la faune et la flore environnante. Le matériau introduit dans la mare devra être tassé correctement. Et pour prendre en compte le phénomène de foisonnement, un excédent de matériau doit être prévu. Si la mare est encore en eau, le travail est à réaliser après le pompage des excès d'eau, au moyen d'une pompe hydraulique, de façon à l'assécher temporairement durant la phase de travaux.

³ pour les services instructeurs de la DDTM22, la présence de la mare correspond à une dégradation au titre de la rubrique 3.3.1.0. de la loi sur l'eau au titre d'une mise en eau permanente et à ce titre, la mare peut être supprimée.



Dans les parties envahies par la végétation, celle-ci est au préalable supprimée :

- par coupe des éventuels arbres et arbustes (saules notamment) ;
- par fauchage des éventuels plantes herbacées. En fonction des espèces, l'exportation des végétaux peut être à prévoir.

Ces travaux devront dans la mesure du possible être effectués en période d'étiage hydrogéologique (de juillet à septembre) et basés au maximum sur des moyens humains. Le recours à des engins de terrassement devra être limité dans la mesure du possible. Concernant les surfaces qui se verront améliorées du point de vue des fonctionnalités hydrogéologiques, il convient de prendre en compte l'ensemble de la surface, soit environ 2300m². De manière plus globale, l'enjeu est de permettre la continuité hydrogéologique avec les terrains situés à l'Est et de servir de zone tampon avec les zones d'humides de plus grandes importances situées en aval.

Ci-dessous, le tableau de synthèse précise les améliorations hydrologiques apportées à la zone retenue :

FONCTIONNALITES		État initial Emplacement n°1		État initial placette n°2b		Améliorations placette n°2b	
		Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
HYDROLOGIQUE (eaux de surface)	ruisseau drainant		X		X		X
	ruisseau infiltrant		X		X		X
	réretention d'eau		X		X	Faible	
	expansion de crue, inondation		X		X		X
	soutien d'étiage		X		X		X
	réretention d'éléments physiques	Faible			X	Faible	
	réretention d'éléments chimiques	Faible			X		X

HYDROGEOLOGIQUE (eaux souterraines)		État initial Emplacement n°1		État initial placette n°2b		Améliorations placette n°2b	
		Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
	zone de mélange entre les eaux superficielles et les remontées d'eaux souterraines	X		Faible		Faible	
	zone humide perchée (sans connexion avec nappe), mais infiltrante		X		X		X
	zone humide perchée (sans connexion avec nappe phréatique), non infiltrante		X		X		X
	en liaison hydraulique avec une nappe phréatique	Faible		Faible		Faible	
	zone humide drainante : alimentation de la ZH par la nappe	Faible		Faible		Faible	
	zone humide infiltrante : alimentation de la nappe par la ZH	Faible			X		X
	effet tampon entre nappe phréatique et ruisseau (ralentissement, changement de la chimie par oxydo-réduction)		X		X		X

PHYSICO-CHIMIQUE (potentielle)		État initial Emplacement n°1		État initial placette n°2b		Améliorations placette n°2b			
		Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non		
			dénitrification						
			filtre les MES	Faible		Faible		Faible	
	épuration : utilisation, fixation, dégradation des nutriments	Faible		Faible		Faible			
	protection du ruisseau		X		X		X		

En rouge figurent les gains attendus en termes de fonctionnalités hydro-géologiques, propres aux zones humides.

Le tableau de synthèse ci-dessous présente les améliorations attendues en termes de biodiversité :

	État initial de la zone humide devant être détruite (secteur emplacement n°1)	État initial de la zone retenue à la compensation (placette n°2b)	Objectif de la zone retenue à la compensation après restauration (placette n°2b)
Habitats	- Habitats homogènes - Tous les habitats caractéristiques de zones humides - Habitats naturels	- Hétérogénéité de la plupart des habitats - Aucun habitat caractéristique de zones humides, si ce n'est en mosaïques - Habitats artificialisés (résineux, remblais, parc cynégétique, mirador...)	- Habitats homogènes - Tous les habitats caractéristiques de zones humides - Habitats naturels
Espèces	- Espèces communes - La plupart des espèces caractéristiques de zones humides	- Espèces communes - Peu d'espèces caractéristiques de zones humides	- Présence d'espèces rares (héliophiles des milieux humides acides oligotrophes, petite faune (invertébrés) associée) - La plupart des espèces caractéristiques de zones humides (lande paratourbeuse)

En rouge figurent les gains attendus en termes d'habitats et d'espèces propres aux zones humides.

4.2. Description de la mise en œuvre

Pour les mises en œuvre des mesures de restauration retenues, nous nous appuyons sur les recommandations techniques du Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère paru en mai 2012. La majeure partie des travaux portera sur la suppression d'une partie de la végétation, l'élimination des déchets inertes, l'arasement des remblais et le comblement de la mare.

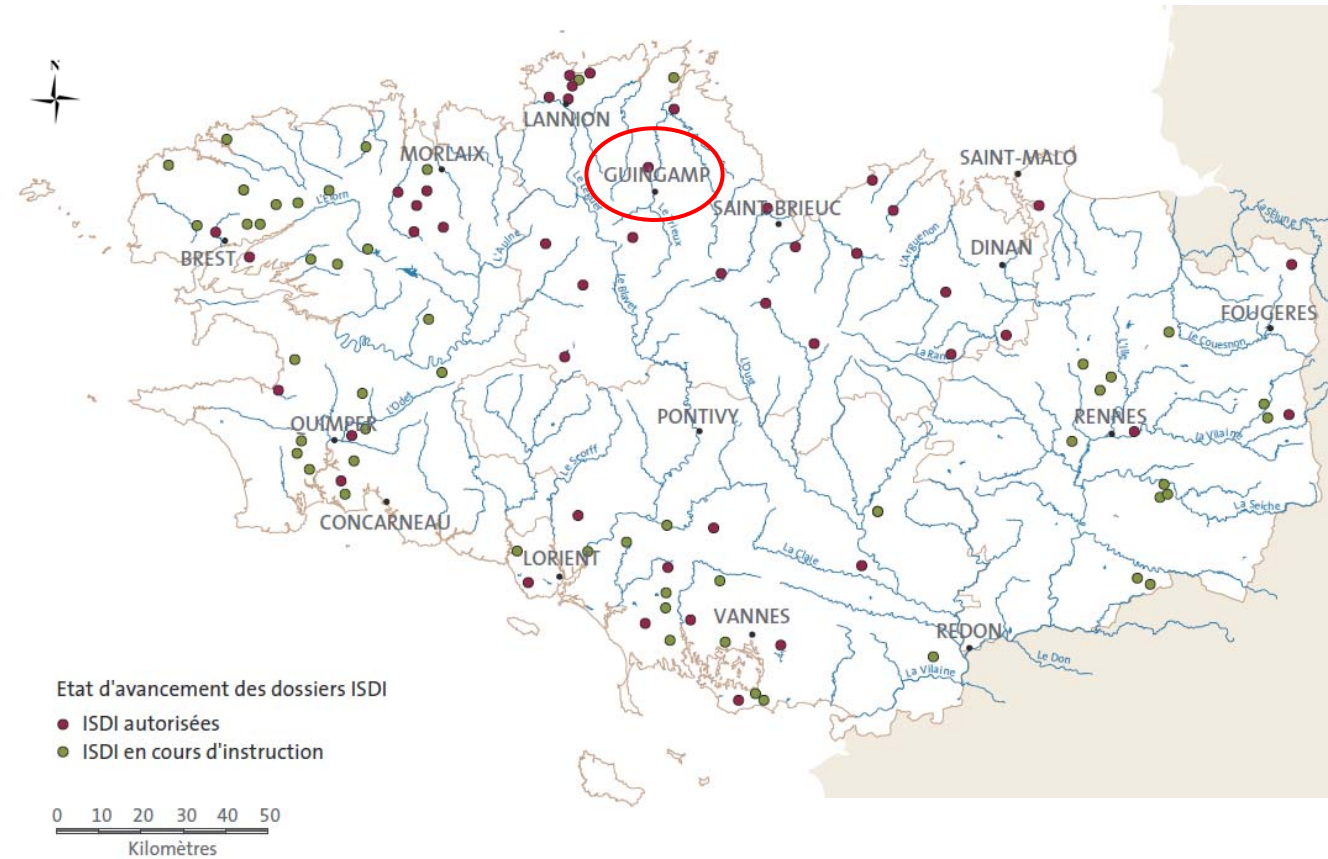
Le guide du Finistère invite à suivre trois « itinéraires techniques » correspondant à trois approches différentes vis à vis des travaux à savoir :

- Itinéraire 1 : correspondant aux travaux manuels
- Itinéraire 2 : correspondant aux travaux au tractopelle
- Itinéraire 3 : correspondant aux travaux à la pelleuse



Suppression de la végétation : l'itinéraire 1 sera à privilégier avec l'utilisation d'outils manuels (ex : tronçonneuse) ; les végétaux ainsi que les arbres débités seront évacués du site.

Élimination des déchets inertes : l'itinéraire 1 sera à privilégier permettant entre autres le démontage du mirador, l'évacuation des déchets légers (barre de fer, plaques de tôle...), la démolition du parc à cochon et sa clôture. Le recours à l'itinéraire 2 est probable dans le cadre de la suppression de la dalle béton du parc à cochon. La totalité des déchets sera évacuée en direction des centres de recyclage et/ou de décharge de type ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes).



Carte 23 : Carte localisant les centres ISDI des Côtes d'Armor

Source : www.observatoire-eau-bretagne.fr

Arasement des remblais : la portance du terrain observée semblant adaptée et afin de limiter les effets de compaction, l'itinéraire 2 sera à privilégier avec l'utilisation d'outils de type pelle mécanique : le recours à un tractopelle, voire une mini-pelle permettra de supprimer et d'évacuer les remblais. Si la qualité des terres excavées est confirmée et au besoin, une zone prévue à cet effet pourra être envisagée afin de stocker ces terres pour une utilisation ultérieure.



Tractopelle (5 à 10 tonnes)



mini-pelle (1,5 à 5 tonnes)

Comblement de la mare : les itinéraires 1 et 2 seront à privilégier. Les terres issues de l'arasement des remblais pourront être réutilisées dans le cas où elles présentent toutes les qualités requises (ex : bonne porosité). Si la mare est encore en eau, une étape consistera au pompage des excès d'eau.

4.3. Détails du suivi

La compensation est nécessairement une mesure à long terme. Pour rester en bonne santé, la zone humide a besoin d'une surveillance régulière mais d'interventions ponctuelles. Ce sont des milieux vivants et fragiles, il convient donc de respecter certaines règles de base :

- Disposer de garanties foncières concernant l'affectation des terrains :

L'utilisation de la zone à des fins de sylviculture sera donc stoppée. Dans le dossier Annexes, vous trouverez le courrier confirmant cet engagement.

- Disposer de suivis par un organisme indépendant. Ces suivis permettront :

- d'évaluer l'efficacité à court et moyen terme des mesures compensatoires ;
- d'intervenir de manière préventive plutôt que curative (préférer des interventions douces et répétées à une intervention « lourde »).

La méthodologie générale de suivi est la suivante :

Suivi hydrogéologique :

De façon à déterminer l'état d'engorgement des sols de la zone humide restaurée, il conviendra de mettre en place des piézomètres (typiquement un dans chaque angle de la placette restaurée, plus un au milieu) et de suivre durant l'année les variations des niveaux d'eaux observés. Deux périodes seront particulièrement charnières pour les relevés, il s'agira du mois d'avril, correspondant à la période de hautes eaux hydrogéologiques et du mois de septembre, correspondant à la période d'étiage hydrogéologique.

Les relevés devront être réalisés, dans la mesure du possible, en dehors des périodes d'antécédents climatiques notables (pluviométrie inférieure à 10mm les trois jours précédents les relevés).

Suivi écologique :

Le suivi des espèces et des habitats naturels consiste à suivre leur évolution et leur progression en réalisant une prospection de la flore, de la faune et des habitats naturels avec une mise en évidence plus particulière des espèces liées aux zones humides, des espèces d'intérêt patrimonial ou d'éventuelles espèces envahissantes ou invasives. Les données récoltées seront cartographiées afin de mieux visualiser les changements.

Une méthodologie spécifique devra être proposée par l'organisme qui sera retenu pour réaliser ces suivis.

4.4. Coûts de la mesure

Les tableaux synthétiques ci-dessous présentent les ordres de grandeur des moyens financiers qui seront engagés par IEL Exploitation 35 pour la mise en œuvre et les suivis des mesures compensatoires réalisées sur la zone retenue.

TYPE D'OPÉRATION	COÛT
Suppression des végétaux et évacuation en décharge agréée	850 €
Arasement des remblais de terre et évacuation en décharge agréée des déchets verts (<i>type souche</i>) suite à la suppression des végétaux	1500 €
Élimination des remblais alloctones (<i>en dehors des remblais de terre</i>) et évacuation en ISDI	450 €
Pompage et comblement de la mare	1500 €
Fourniture et mise en place des piézomètres (<i>dans le cadre du suivi hydrogéologique</i>)	380 €
Adjonction de terre végétale et profilage du terrain	650 €
Installation et nettoyage du chantier	800 €
TOTAL	6130 €

Tableau 6 : tableau synthétique du coût de la restauration

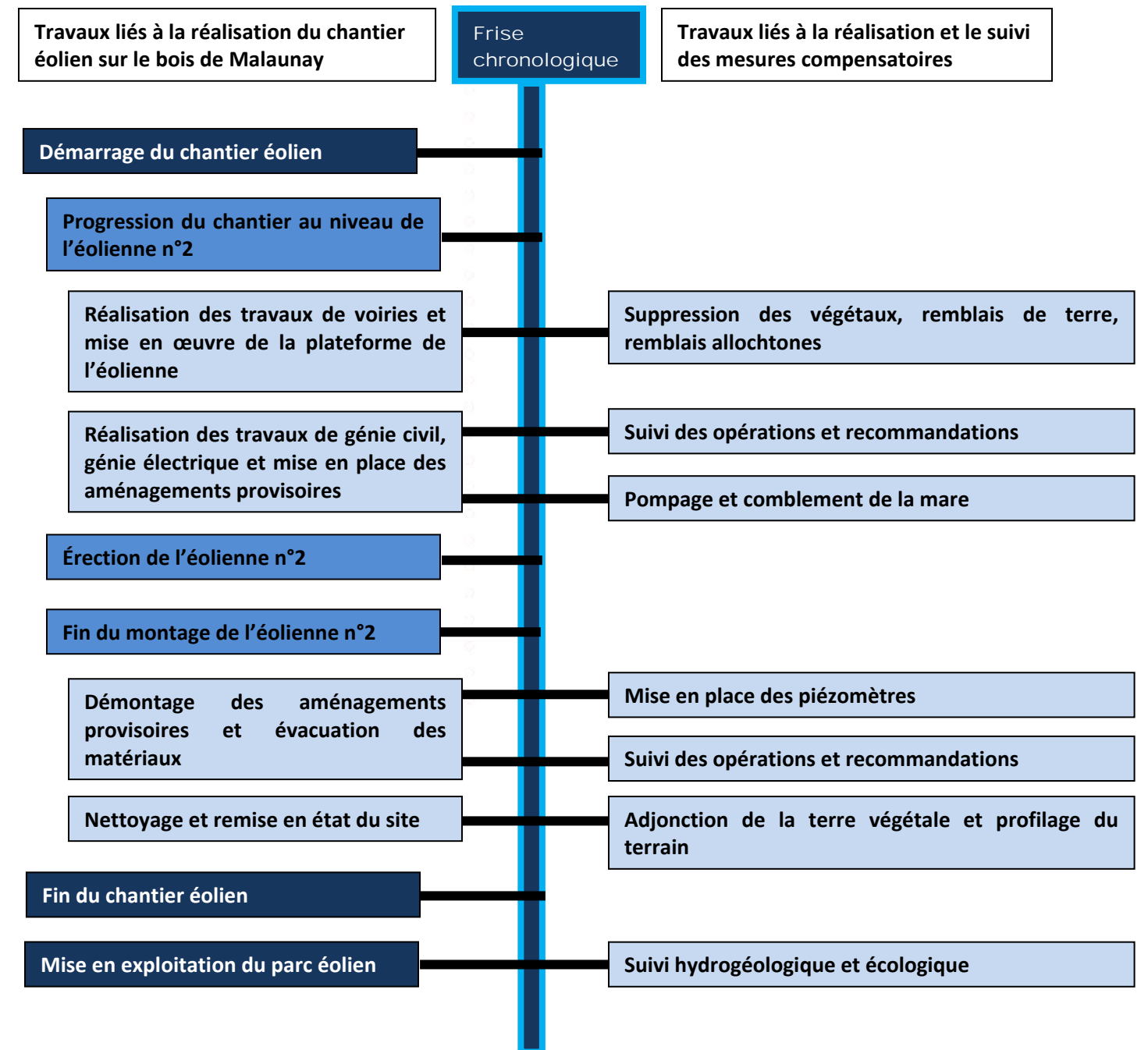
TYPE DE SUIVI	DESCRIPTION DES OPÉRATIONS	COÛT
Hydrogéologique	<i>Phase Exploitation</i> Réalisation des relevés, création d'une base de données et rédaction des rapports	1600 € / an sur 5 ans
Écologique	<i>Phase Chantier</i> Suivi des opérations et transmission des recommandations + rédaction d'un rapport	1500 €
	<i>Phase Exploitation</i> Suivi de l'évolution Faune-flore-Habitats naturels + cartographies + rédaction des rapports avec préconisations	2000 € / an sur 5 ans
TOTAL la 1^{ère} année		5100 €
TOTAL les autres années		3600 €

Tableau 7 : tableau synthétique du coût du suivi

En phase de suivi et dans le cadre des travaux des éventuelles mesures correctrices (*exemple : arrachage d'espèces ligneuses envahissantes [pins, saules, bouleaux...] nouvellement apparues*), une somme équivalente de 10 à 20 % du coût de la restauration (soit entre 600 et 1200 euros) sera provisionnée.

Le coût global des mesures compensatoires est estimé à plus de 11.000 euros la 1^{ère} année. Les années suivantes, seul le coût du suivi associé aux éventuelles mesures correctrices sera effectif.

4.5. Planning





4.6. Conclusion sur les mesures compensatoires

La restauration de la zone humide de la placette n°2b d'une surface de 2300m², sera d'une qualité supérieure à celle détruite. Par ailleurs, de part sa restauration, la zone de la placette n°2b qui est actuellement fortement perturbée par l'exploitation sylvicole (sols, habitats), permettra d'obtenir, par rapport à son état initial, une zone humide présentant un gain en termes de fonctionnalités hydrogéologiques et d'habitat naturel.

5. CONCLUSION

Le site choisi pour l'implantation de 5 éoliennes encourt un risque de sismicité faible. En ce qui concerne le sol, le projet s'attachera à n'exercer qu'une emprise minimale sur celui-ci, et à limiter au maximum les risques de pollution (particulièrement lors de la phase chantier). L'impact de la zone humide par l'éolienne E1 sera compensé par l'amélioration d'une zone humide dégradée.