

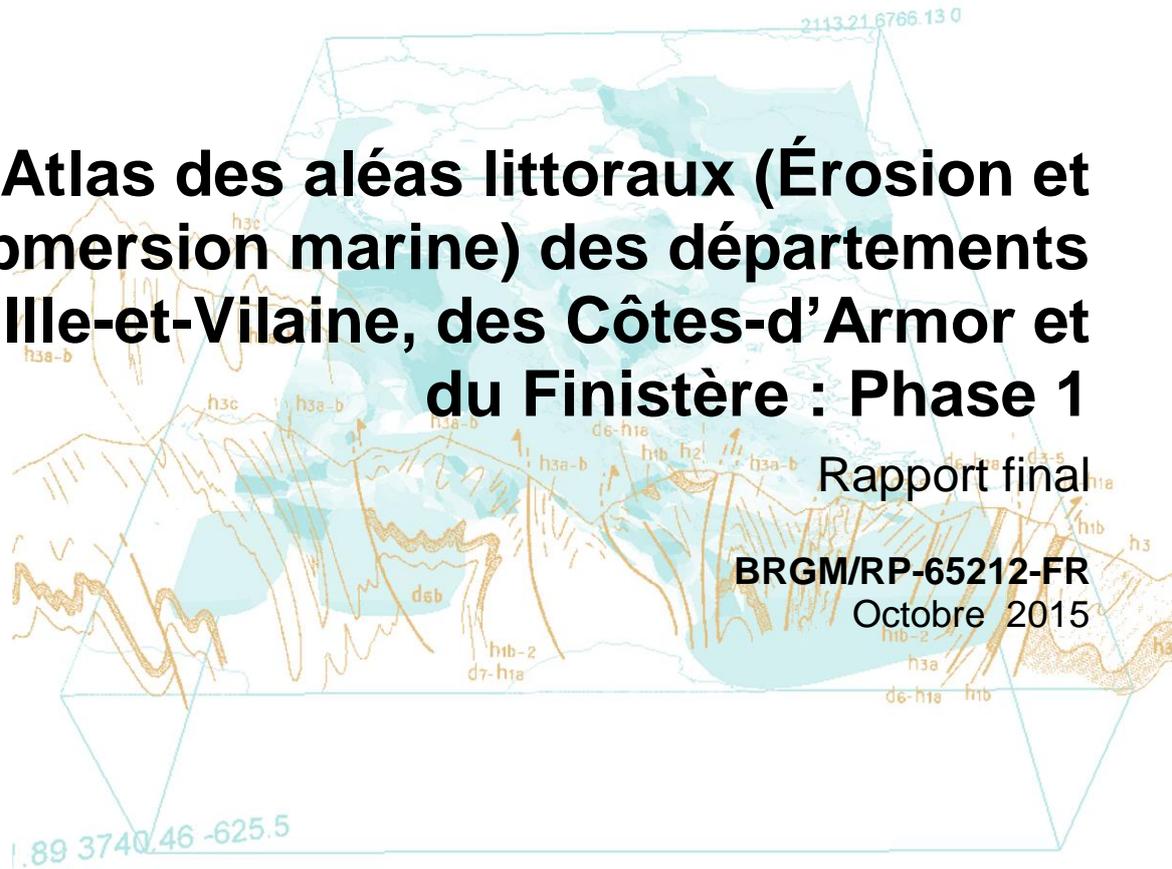


Atlas des aléas littoraux (Érosion et Submersion marine) des départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère : Phase 1

Rapport final

BRGM/RP-65212-FR

Octobre 2015



Atlas des aléas littoraux (Érosion et Submersion marine) des départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère : Phase 1

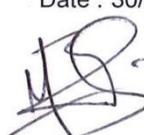
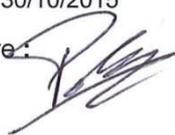
Rapport final

BRGM/RP-65212-FR
Octobre 2015

Étude réalisée dans le cadre des opérations (projets) de Service public (Recherche) du BRGM 11-LIT-A34

J.-M. SCHROËTTER et E. BLAISE

Avec la collaboration de V. DEBERT, B. LE GALL, G. GILBERT, H. TISSOT, F. MEUNIER, J. AUDO, F. PILLIOS, M. PREMALLION, B. GOUYGOU ET S. SUANEZ

<p>Vérificateur :</p> <p>Nom : Yann BALOUIN / Eric PALVADEAU</p> <p>Date : 30/10/2014 – 30/10/2015</p> <p>Signature:  </p>

<p>Approbateur :</p> <p>Nom : Eric GOMEZ</p> <p>Date : 30/10/2015</p> <p></p>

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Avertissement

Pour des commodités de lecture, ce rapport a été organisé en **dix chapitres**.

- **Un chapitre** de présentation du contenu, rappel contractuel etc.,
- et **neuf chapitres** correspondant au découpage réalisé des côtes d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère, appelé « **Compartiment** », tel que : **Baie du Mont-Saint-Michel, Côte d'Émeraude, Baie de Saint-Brieuc, Côtes du Trégor-Goélo, Côtes du Nord-Finistère, Iroise, Baie d'Audierne et côtes du Sud-Finistère**.

Pour chaque chapitre, les différentes méthodologies ont été rappelées afin qu'une personne intéressée que par un seul « Compartiment » par exemple : Côte d'Émeraude, n'est à lire que le chapitre 1 et le chapitre 4 : **Compartiment 3 : Côte d'Émeraude**.

Le 5ème rapport est accompagné de données numériques constituant un Système d'Information Géographique (SIG) du littoral des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère, d'environ 2 070 km de linéaire de côtes.

La caractérisation du trait de côte a été réalisée pour une validité cartographique au 1/15 000.

Mots-clés : Littoral, aléa, submersion, érosion, géomorphologie, tempêtes, Bretagne, Finistère, Côtes-d'Armor et Ille-et-Vilaine

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

SCHROËTTER J.-M. et BLAISE E., avec la collaboration de V. DEBERT, B. LE GALL, G. GILBERT, H. TISSOT, F. MEUNIER, J. AUDO, F. PILLIOS, M. PREMALLION, B. GOUYGOU, E. PLAVADEAU ET S. SUANEZ (2015) – Atlas des aléas littoraux (Erosion et submersion marine) des départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère : Phase 1, Rapport final, BRGM/RP-65212-FR, 119 p., 78 ill., 2 ann., 1 CD.

© BRGM, 2015, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Cet atlas des aléas littoraux des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère, est composé pour chaque compartiment de deux parties distinctes :

1. une partie synthèse bibliographique
2. et une partie acquisition de données.

La **Partie « synthèse bibliographique »** contient :

- une présentation du milieu humain et naturel (géographie, géomorphologie et géologie),
- des paramètres hydrodynamiques (Agitations de la mer),
- et des aléas érosion et submersion marine déclinés en éléments : ponctuels (points), linéaires de côtes en érosion et surfaciques (surface submergée),

tirés de la littérature sur le trait de côte des trois départements.

La **Partie « acquisition »** contient :

- le relevé et compilation de l'ensemble des mouvements de terrain littoraux,
- le relevé et compilation de l'ensemble des cavités littorales,
- des observations de dégâts ou de réparations sur des ouvrages littoraux,
- une caractérisation géomorphologique du trait de côte,
- l'analyse cinématique sur 60 ans environ des côtes d'accumulation,

qui ont permis la définition d'une prédisposition à l'érosion des côtes à falaises et l'analyse de la cinématique des côtes d'accumulation (plages de sables ou de galets), permettant de déterminer leur tendance à l'érosion ou à l'accrétion.

Cette partie intègre également le **recensement des tempêtes ou évènements dommageables à la côte** pour les trois départements en faisant la synthèse de données déjà existantes.

L'analyse porte sur **2 070 km de côtes**. Ainsi, pour faciliter la lecture, les données sont regroupées en neuf compartiments distincts nommés : Baie du Mont-Saint-Michel, la Côte d'Émeraude, la Baie de Saint-Brieuc, la côte du Trégor-Goélo, les côtes du Nord-Finistère, l'Iroise, la Baie d'Audierne et les côtes du Sud-Finistère.

L'ensemble des données issues des parties synthèse bibliographique et acquisition de terrain a été **géoréférencé**, et un **Système d'Information Géographique (SIG)** a été créé pour une meilleure utilisation future. L'échelle de validité est celle du **1/15 000**.

Chapitre 6 - COMPARTIMENT 5

Baies de Lannion et de Morlaix

Sommaire

Chapitre 6 - COMPARTIMENT 5.....	5
Baies de Lannion et de Morlaix.....	5
1. Baies de Morlaix et Lannion : Présentation.....	13
1.1. Géographie « humaine ».....	14
1.2. Ports principaux.....	18
1.3. Arrêtés de catastrophes naturelles et Plan de Prévention des Risques Naturels Littoraux (PPRNL).....	20
1.3.1. Les arrêtés de catastrophes naturelles.....	20
1.3.2. Les plans de prévention des risques naturels littoraux.....	21
1.4. Géomorphologie et géologie littorale.....	23
2. Paramètres / Agents hydrodynamiques.....	29
2.1. LA MARÉE.....	29
2.2. ETAT DE MER (VAGUES, HOULES ET NIVEAUX EXTREMES).....	30
2.2.1. La Houle (et les vagues).....	30
2.2.2. Niveaux extrêmes : surcotes et décotes.....	32
2.3. LES VENTS.....	36
3. Méthodologie et aléas littoraux.....	39
3.1. RISQUE NATUREL : QUELQUES RAPPELS.....	39
3.1.1. Les aléas.....	39
3.1.2. Les enjeux.....	39
3.1.3. Les risques.....	39
3.1.4. La vulnérabilité.....	39
3.2. L'ÉROSION LITTORALE ET LA SUBMERSION MARINE DANS LES BAIES DE MORLAIX-LANNION.....	40
3.2.1. Avant-propos.....	40
3.2.2. Les points en érosion, submersion etc. sur le compartiment C5.....	41
3.2.3. Les linéaires en érosion ou en accrétion du compartiment C5.....	46
3.2.4. Les Surfaces submergées sur le compartiment C5.....	52
4. Acquisitions de terrain (Géomorphologie, Prédiposition à l'érosion et Cinématique du trait de côte).....	53
4.1. « GÉOMORPHOLOGIE » DU TRAIT DE CÔTE.....	53
4.1.1. Éléments de méthodologie.....	53
4.1.2. La « géomorphologie » du trait de côte des trois départements.....	58

4.2. PRÉDISPOSITION A L'ÉROSION DES CÔTES A FALAISES	62
4.2.1. Le levé de terrain ayant trait à l'érosion	62
4.2.2. Synthèse des éléments relevés lors de la phase terrain	65
4.2.3. Les critères d'évaluation de la prédisposition des côtes rocheuses à l'érosion	74
4.2.4. La prédisposition à l'érosion des falaises littorales	77
4.3. LES COTES D'ACCUMULATION.....	80
4.3.1. INTRODUCTION.....	80
4.3.2. METHODOLOGIE.....	81
4.3.3. CINEMATIQUE DU TRAIT DE COTE DU COMPARTIMENT C5	84
5. Évènements tempétueux dommageables	89
5.1. INTRODUCTION.....	89
5.2. MÉTHODOLOGIE	89
5.2.1. La Base de Donnée de l'UBO (Université Bretagne Occidentale).....	89
5.2.2. Les évènements recensés lors de PPRL	89
5.2.3. Création d'un format pour une base de données commune.....	90
5.2.4. Établissement de fiches récapitulatives	91
5.3. ANALYSE DES RÉSULTATS	92
5.4. REPARTITION DES EVENEMENTS UR LE COMPARTIMENT C3	95
6. Synthèse & Conclusions	99
7. Bibliographie & webographie	101

Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation du compartiment C5 : Baies de Morlaix et Lannion.....	13
Illustration 2 : En haut : Plage de galets de Plougasnou ; Dessous : Panorama depuis la pointe de Primel vers l'Ouest (Carantec) ; Dessous à gauche : La baie de Saint-Michel-en-grèves (regard vers l'Ouest) ; à droite : idem mais regard vers l'Est.....	14
Illustration 3 : Communes du compartiment C5 (en rouge plein : Trait de côte SHOM-IGN HistoLittV2.0, en noir : le bâti (BD Bati IGN)	15
Illustration 4 : Classe de population pour les communes du compartiment C5 (Source INSEE, 2009).....	16
Illustration 5 : Indice de vieillissement pour les communes du compartiment C5 (Source INSEE : 2009).....	17
Illustration 6 : Rapport résidences secondaires/logement principaux pour les communes du compartiment C5 (Source INSEE, 2010)	18
Illustration 7 : Carte de localisation des ports du compartiment C4 : Trégor-Goëlo (Source RefMar2013 du SHOM)	19
Illustration 8 : Références Altimétriques Maritimes pour les sites de la zone de marée des abords de Roscoff et du compartiment C5 : Baies de Morlaix et de Lannion (Source RefMar2013 du SHOM)	19

Illustration 9 : Arrêtés de catastrophes naturelles « littoraux » pour les communes du Compartiment C5 : Baies de Morlaix et Lannion (Source GASPAR ; prim.net)	21
Illustration 10 : Extrait des Secteurs 1 et 2 du compartiment C6 – C5, bénéficiant d'un PPRL-SM, et des sites particuliers (Source PPRL-SM).	22
Illustration 11 : Exemple de hiérarchisation des niveaux d'aléa définie pour le PPRL-SM Cléder-Saint-Pol-de-Léon (Source : http://www.finistere.gouv.fr/)	22
Illustration 12 : Extrait de la carte géologique au million de la France (eds BRGM, 2003)	24
Illustration 13 : Géomorphologie et bathymétrie du compartiment C5 : Baies de Morlaix et Lannion	27
Illustration 14 : Amplitude du marnage en Bretagne (d'après les données du SHOM).....	29
Illustration 15 : Rose des courants de vive-eaux (surface) (LCHF, 1987)	30
Illustration 16 : Plan de vagues pour une houle de nord-ouest de 8 s et 1 m - Logiciel Tomawac, projet ANEMOC (Augris et Simplet, 2011)	31
Illustration 17 : Plan de vagues pour une houle de nord-ouest de 11s et 3 m - Logiciel Tomawac, projet ANEMOC (Augris et Simplet, 2011)	32
Illustration 18 : Résultats des statistiques pour le port de Roscoff par rapport à l'IGN 69, en haut – hauteur d'eau, en bas – surcote/decote (© CETMEF/SHOM 2012).....	33
Illustration 19 : Carte des niveaux extrêmes de pleine mer sur une période de retour de 10, 50 et 100 ans (SHOM et CETMEF, 2012).....	35
Illustration 20 : Illustration de la surcote de pleine mer et de la décote de basse mer (CETMET/SHOM, 2012)	36
Illustration 22 : Rose des vents moyens – à gauche : en février sur la décennie 1993-2003 ;	37
Illustration 23 : Schéma synthétique des définitions d'aléas, enjeux et risques (COCORISCO)	39
Illustration 24 : Champs attributaires associés aux données d'aléa littoraux saisies : A gauche : les ponctuels, au milieu : les linéaires et à droite : les surfaciques.....	41
Illustration 26 : Glissements lents sur le sentier du littoral sur la commune de Carantes au Nord du lieu-dit Ty Nod, et arbres inclinés vers l'aval (LRPC 2004)	42
Illustration 27 : Glissement de terrain sur Locquirec (LRPC 2006).....	43
Illustration 28 : Extrait de l'étude du Laboratoire de géomorphologie marine de Dinard, géomorphologie du trait de côte et relevés ponctuels	44
Illustration 31 : Carte de localisation des cordons dunaires en baie de Lannion (Suanez et Stephan, 2006).....	48
Illustration 32 : Évolution du front de dune entre le mois de février 1998 et le mois de septembre 2004 (Suanez et Stéphane, 2005).	49
Illustration 33 : Evolution du front de dune de Saint-Michel-en-Grèves entre le mois de février 1998 et le mois de septembre 2004 (Suanez et Stéphane, 2005)	50
Illustration 34 : Synthèse bibliographique des aléas littoraux linéaires du compartiment C5.....	51
Illustration 36 : Localisation des zones inondées le 10 mars 2008 à Tredrez-Locquémeau (Côtes-d'armor) (d'après Cariolet, 2010)	52
Illustration 37 : Sources composants le trait de côte HistolittV2.0 pour la Bretagne.....	54
Illustration 38 : Schéma de principe de caractérisation du trait de côte.....	54
Illustration 39 : Patchwork des cartes géologiques au 1/50 000 pour les trois départements concernés (en rouge : harmonisation de l'Ille-et-Vilaine ; en rose : des Côtes-d'Armor et en bleu : du Finistère ; en surcharge : harmonisation des trois départements)	55
Illustration 40 : Minute de terrain au niveau de Camaret-sur-Mer (29)	56

Illustration 41 : Module de Young et coefficient de Poisson pour quelques familles de roches (Mestat, 1993).....	57
Illustration 42 : Ordre de résistance des minéraux à l'altération (Goldich, 1938).....	58
Illustration 44 : Synthèse du linéaire côtier étudié pour les départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère.	58
Illustration 45 : Tableau des formations géologiques littorales simplifiées des côtes rocheuses des départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère (Sont présents les linéaires altérés, sains et érodés).....	59
Illustration 46 : linéaire en kilomètre des différents linéaires de cotes rocheuses.....	60
Illustration 47 : Tableau des formations géologiques littorales simplifiées des côtes meubles des départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère (Sont présents les linéaires altérés, sains et érodés).....	62
Illustration 48 : GPS © Trimble Juno3B.....	63
Illustration 49 : Dictionnaire d'attributs réalisé pour cette étude.....	64
Illustration 50 : Schéma de principe d'un glissement de terrain (Landevennec, 29).....	65
Illustration 51 : Schéma de principe d'un glissement banc sur banc (A : Binic, 22 ; B : Cap à la Chèvre, 29).....	66
Illustration 52 : Schéma de principe d'un glissement de dièdres (A : Kerfany, 29 ; B : Plouha, 22).....	66
Illustration 53 : Schéma de principe d'un éboulement/Chute de blocs (A : Pointe du Van, 29 ; B : Planguenoual, 22).....	67
Illustration 54 : Ravinement important des formations superficielles composées de sols sombres épais (1 m) sur un manteau latéritique (Cap à la Chèvre, 29).....	67
Illustration 55 : Sous-cavage (A : secteur Saint-Coulomb, 35 ; B : Plouha, 22).....	68
Illustration 56 : Effondrement sur la bordure nord de l'anse de Dinan (Camaret, 29).....	68
Illustration 57 : A : Glissement de terrain en tête de falaise sur la base des altérites meubles (Cap à la Chèvre, Crozon 29) ; B : Glissement le long de failles orientées vers le vide et formation de cavité dans la zone d'action des vagues (Morgat, Crozon 29) ; C : Erosion différentielle et formation de boutonnières d'érosion (Pointe de Pen Hir, Camaret 29) ; D : Bloc glissé de plusieurs milliers de m ³ , entre Camaret et la pointe des Espagnols (29), suivant un plan N150 satellite de la faille Kerforne.	70
Illustration 58 : Recensement des mouvements de terrain, des cavités et impacts ou réparation sur ouvrages littoraux.....	72
Illustration 59 : Recensement des mouvements de terrain, des cavités et impacts ou réparation sur ouvrages littoraux.....	73
Illustration 60 : Tableau d'attribution des notes du degré d'altération pour les formations géologiques littorales.....	75
Illustration 61 : Tableau d'attribution des notes du degré d'érosion pour les formations géologiques littorales.....	75
Illustration 62 : Tableau d'attribution des notes en fonction de la densité de mouvements de terrain (nombre de mouvements de terrain par kilomètre linéaire pour chaque formation géologique littorale).....	76
Illustration 63 : Tableau d'attribution des notes en fonction de la densité cavités (nombre de cavités par kilomètre linéaire pour chaque formation géologique littorale).....	77
Illustration 64 : Note finale de prédisposition à l'érosion des formations géologiques littorales des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère.....	78
Illustration 65 : Note finale de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises du compartiment C5.....	79
Illustration 66 : En haut : Physionomie des plages selon l'exposition : A. plage de fond de baie – B. plage ouverte – C. plage d'estuaire – D. plage de poche ; En bas : Physionomie	

des plages selon la morphologie : A. plage adossée – B. cordon dunaire – C. forme fuyante.	81
Illustration 67 : Limite de trait de côte retenue : A et B. limite de la végétation dunaire – C. sommet ou pied de falaise – D. pied de l'aménagement de protection.....	82
Illustration 68 : Campagnes photographiques disponibles	83
Illustration 69 : Principe du Digital Shoreline Analysis System	84
Illustration 70 : Synthèse du linéaire côtier de la zone d'étude.....	84
Illustration 71 : Evolution et caractérisation des côtes meubles du compartiment C5	86
Illustration 72 : Synthèse de la géomorphologie des côtes meubles du trait de côte du compartiment C5.....	87
Illustration 73 : Synthèse de la géomorphologie des côtes meubles du trait de côte du compartiment C5.....	88
Illustration 74 : Champs créés pour chaque évènement tempétueux dommageable : A gauche : leur thématique, à droite : le nom de chaque champ.	91
Illustration 75 : En haut : Nombres de tempêtes par décennie ; à droite : Nombre de tempêtes par saison enfin en bas : Nombre de tempêtes par mois de d'année par compartiments .	93
Illustration 76 : En haut : Nombre de tempêtes par département, en Bas : Nombre de tempête.....	94
Illustration 77 : En haut : Type d'aléa avant et après 1950 :En Bas : Type d'aléa par tempêtes	95
Illustration 78 : Carte synthétique des évènements dommageables pour le compartiment C5	97

Liste des annexes

8. Annexe 1 : Tableau des évènements dommageables	103
9. Annexe 2 : Graphiques d'évolution des plages	105

1. Baies de Morlaix et Lannion : présentation

Le compartiment C5, correspond aux baies de Morlaix et de Lannion, qui constituent deux entités en retrait de quelques kilomètres par rapport au trait de côte nord breton. Il s'étend exactement depuis la pointe de Toul-ar-Staon sur l'Île-Grande, sur la commune de Pleumeur-Bodou, à l'Est jusqu'à la pointe de Bloscou sur la commune de Roscoff. Ce compartiment est lui aussi bordé au nord par la Manche et est à cheval sur les départements des Côtes-d'Armor à l'Est et du Finistère à l'Ouest (Illustration 1).

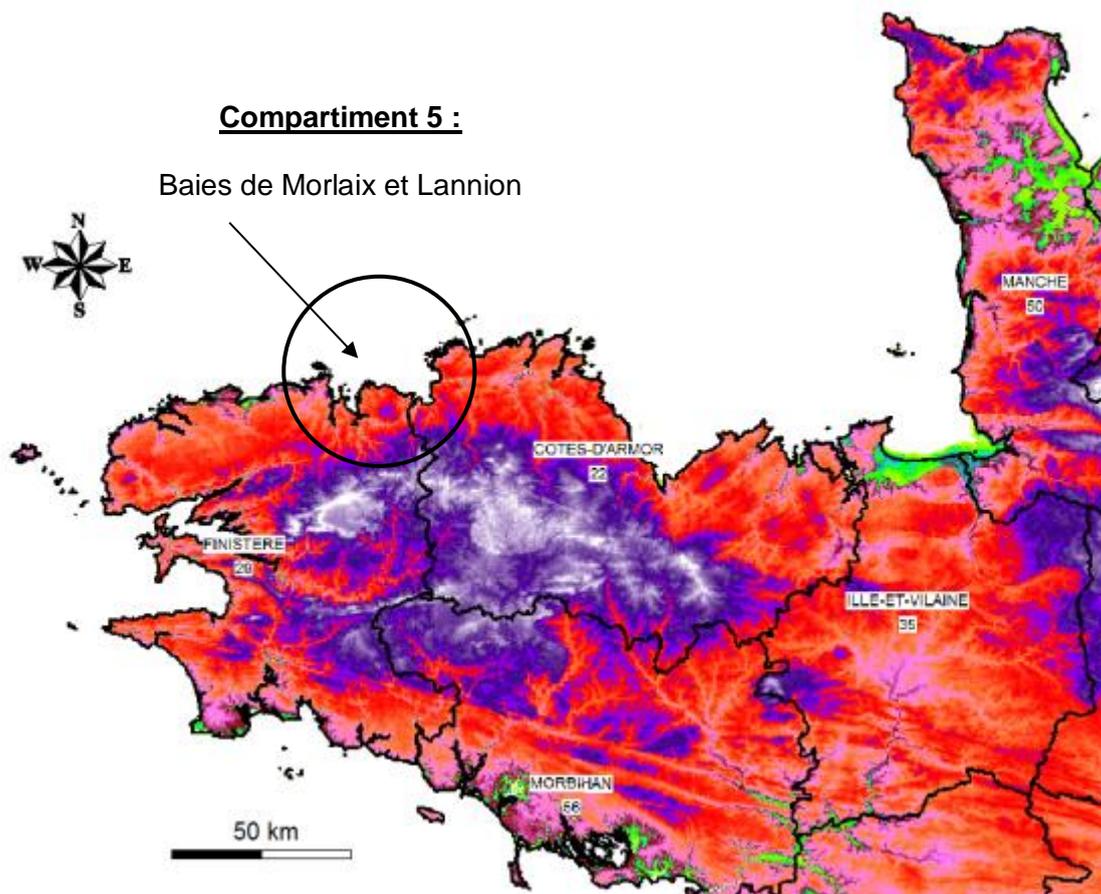


Illustration 1 : Localisation du compartiment C5 : Baies de Morlaix et Lannion.

La prolongation en mer de la frontière administrative entre les deux départements, passe par le cœur de la baie (Augris et Simplet, 2011).

La baie de Lannion sur sa partie Est, correspond à l'embouchure de l'un des plus importants fleuves côtiers nord bretons, le Léguer, alors que la baie de Morlaix correspond à l'embouchure du Dourduff, de la rivière de Morlaix, et de la Penzé, respectivement d'Est en Ouest. Outre les deux cités de Lannion et Morlaix assez éloignées du littoral, la ville de Roscoff est la cité maritime de référence de ce secteur. Ancien port de corsaires, la ville est connue pour les *Johnnies* et leurs oignons rosés, son important port de ferries (Irish Ferries (en) et Brittany Ferries) et sa station historique biologique.



Illustration 2 : En haut : Plage de galets de Plougasnou ; Dessous : Panorama depuis la pointe de Primel vers l'Ouest (Carantec) ; Dessous à gauche : La baie de Saint-Michel-en-grèves (regard vers l'Ouest) ; à droite : idem mais regard vers l'Est.

1.1. Géographie « humaine »

Depuis la pointe de Toul-ar-Staon sur l'Île-Grande, sur la commune de Pleumeur-Bodou, à l'Est jusqu'à la pointe de Blosson sur la commune de Roscoff, le compartiment C5 : Baies de Morlaix-Lannion s'étend sur environ **167** km de côte (Calcul réalisé à partir du trait HistoLittV2.0 IGN-SHOM), exposée à l'océan (Illustration 3).

Ce compartiment, comprend 22 communes, qui totalisent une population de **87 233** habitants (donnée de l'INSEE, 2009). Les communes de Roscoff et Pleumeur-Bodou appartiennent respectivement aussi aux compartiments C6 et C4.

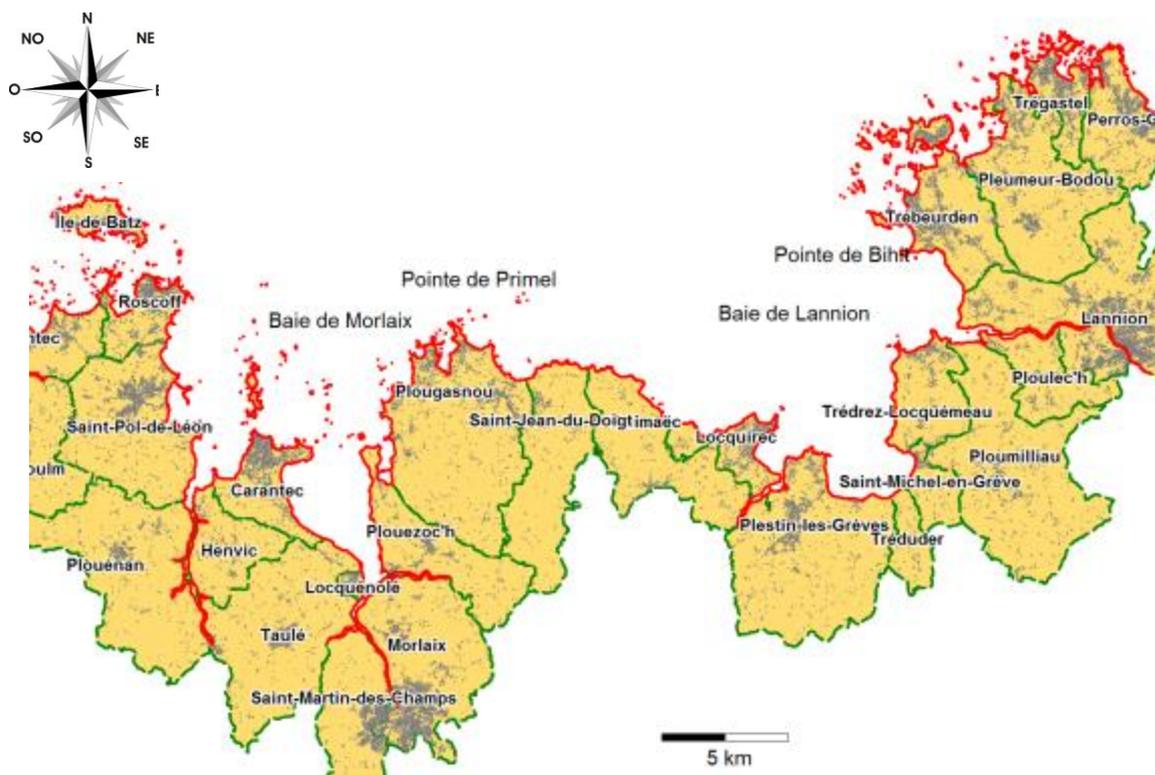


Illustration 3 : Communes du compartiment C5 (en rouge plein : Trait de côte SHOM-IGN HistoLittV2.0, en noir : le bâti (BD Bati IGN)).

L'habitat est situé en bord de mer pour les communes (Illustration 3), dont la géomorphologie côtière est basse, et c'est notamment le cas pour Roscoff, Carantec, Plougasnou, Locquirec ou Trébeurden, alors que les autres communes, le schéma d'urbanisation est celui d'un bourg historique en retrait du littoral avec l'aménagement des parties basses de ces communes en quartiers à vocation économique tels que la pêche, l'aquiculture ou le tourisme.

Les deux communes les plus habitées du compartiment, et qui lui donnent leurs noms : Morlaix (15990) et Lannion (18 368), sont relativement éloignées du littoral. Les communes directement confrontées aux agents marins et les plus habitées sont d'Ouest en Est (Illustration 4) :

- Roscoff (3550)
- Saint-Pol-de-Léon (7121)
- Plougasnou (3393)
- Plestin-les-Grèves (3145)
- Et Trébeurden (3451)

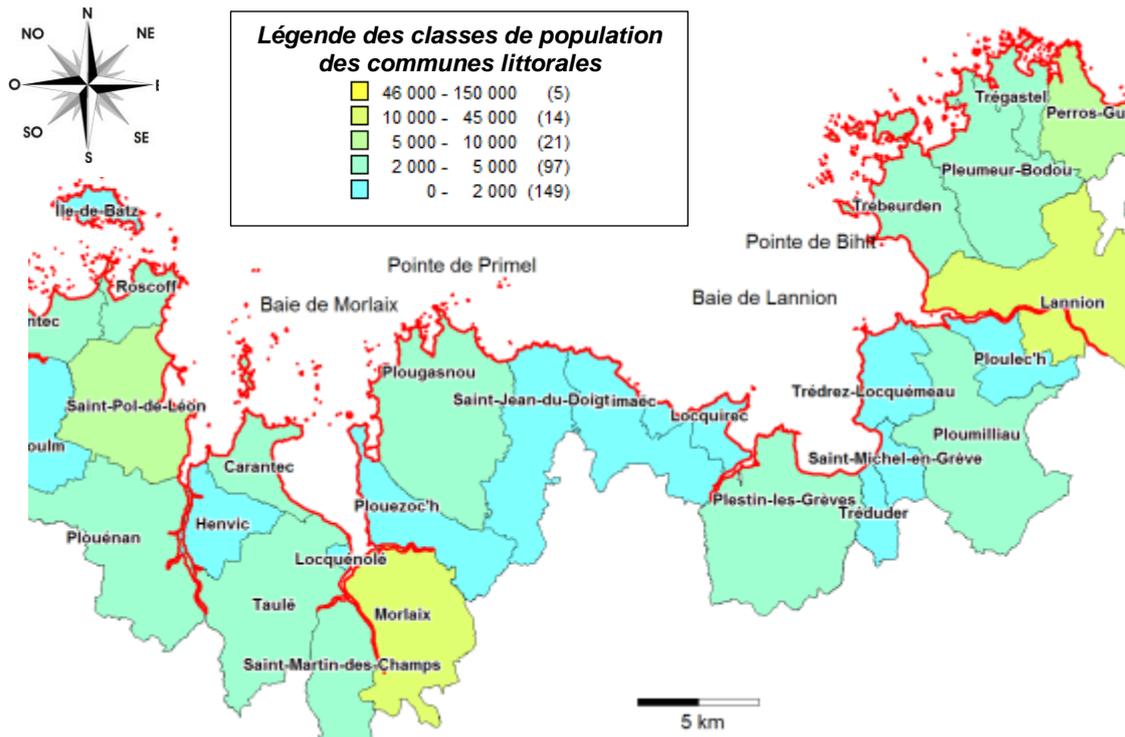


Illustration 4 : Classe de population pour les communes du compartiment C5 (Source INSEE, 2009).

Seulement quatre communes sont dans la tranche comprise entre 2000 et 5000 habitants comme d'Ouest en Est : Plouenan, Carantec, Taulé et Ploumiliau

L'ensemble des communes restantes sont comprises dans la tranche moins de 2000 habitants comme d'Ouest en Est : Henvic, Locquénolé, Plouézoc'h, Saint-Jean-du-Doigt, Guimaëc, Locquirec, Tréduder, Saint-Michel-en-Grèves, Trédrez-Locquêmeau et Ploulec'h

La répartition des âges de la population, illustrée par l'indice de vieillissement : rapport entre la population des plus de 65 ans et plus et celle des moins de 20 ans, pour l'ensemble du compartiment C5 montre :

- que la commune de Plougasnou avec un indice de vieillissement compris entre 200 et 400, a une population relativement jeune (la plus jeune du compartiment),
- que l'ensemble des communes du compartiment (13/22), ont des indices de vieillissement, compris entre 100 et 200, montrant des populations dans lesquelles les moins de 20 ans sont légèrement supérieurs aux 65 ans. Il s'agit, d'Ouest en Est, des communes de : Roscoff, Saint-Pol-de-Léon, Carantec, Taulé, Saint-Martin-des-Champs, Plouézoc'h, Saint-Jean-du-Doigt, Locquirec, Plestin-les-Grèves, Saint-Michel-en-Grèves, Trédrez-Locquêmeau et Trébeurden (Illustration 5) ;

Enfin les communes de Henvic, Locquénolé, Morlaix, Tréduder, Ploumiliau, Ploulec'h et Lannion ont un indice de vieillissement compris entre 0 et 100, soulignant une population vieillissante (Illustration 5).

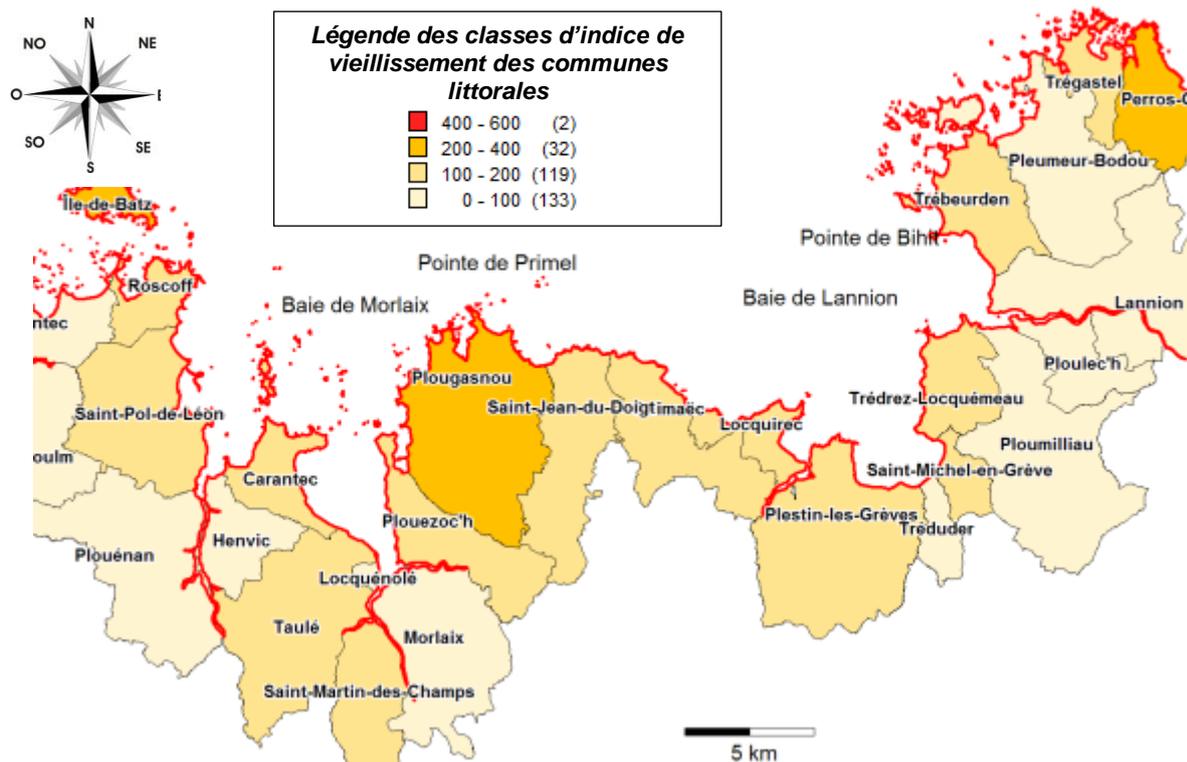


Illustration 5 : Indice de vieillissement pour les communes du compartiment C5 (Source INSEE : 2009).

La répartition de la population à l'échelle du compartiment peut fortement varier d'une saison à l'autre, notamment sur le littoral, avec une recrudescence de sa fréquentation à la belle saison mais aussi pendant les périodes de vacances coupant les cycles scolaires annuels.

Ainsi, le rapport entre le nombre des résidences secondaires et les résidences principales peut être un indicateur de l'amplitude de ces variations saisonnières.

L'ensemble des communes du compartiment ont un rapport entre résidences secondaires sur résidences principales, assez élevés avec un rapport compris entre 25 et 50 %. Ceci souligne une côte où les résidences secondaires sont importantes (10/22). La palme revient à la commune de Locquirec avec un rapport supérieur à 50 % (1/22).

Les communes de Plouezoc'h, Guimarec Ploumilliau et Ploulec'h ont des rapports compris entre 10 et 25 % (4/22).

Enfin Saint-Pol-de-Léon, Plouénan, Henvic, Taulé, Saint-Martin-des-Champs, Morlaix, et Lannion (7/22) ont les plus faibles taux de résidences secondaires (rapport inférieur à 10 % ; Illustration 6).

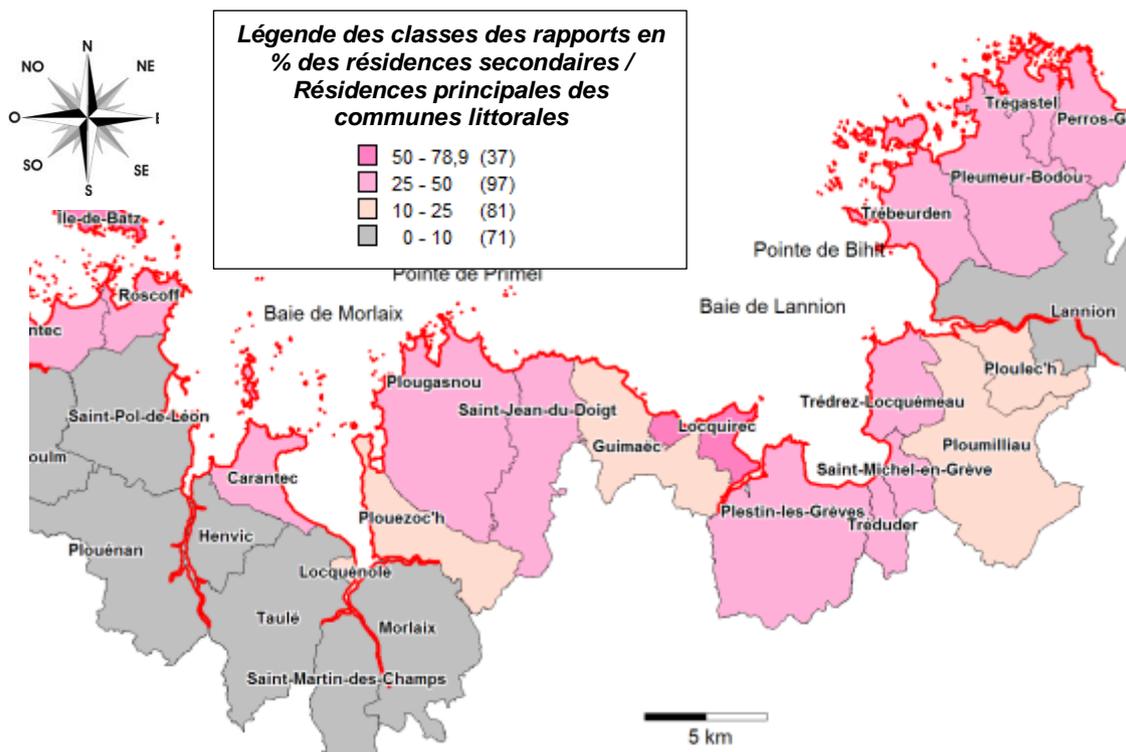


Illustration 6 : Rapport résidences secondaires/logement principaux pour les communes du compartiment C5 (Source INSEE, 2010).

Les communes du compartiment appartiennent à des communautés des communes dont :

- la Communauté d'agglomération du Pays de Morlaix (de 28 communes, 680 km², 64 807 habitants) et qui concerne les communes littorales de Carantec, Guimaec, Henvic, Locquénolé, Locquirec, Morlaix, Plouezoc'h, Plougasnou, Saint-Jean-du-Doigt, Saint-Martin-des-Champs, et Taulé ;
- la Communauté de communes du Pays Léonard (de 8 communes, 112 km², 19 909 habitants) et qui concerne les communes littorales de Plouénan, Roscoff et Saint-Pol-de-Léon ;
- et la Communauté de communes Lannion-Trégor Agglomération (de 20 communes, 313 km², 56 543 habitants) et qui concerne les communes littorales de Plestin-les-Grèves, Tréduder, Saint-Michel-en-Grèves, Trédez-Locquémeau, Ploumilliau, Ploulec'h, Lannion et Trébeurden.

Concernant la cohérence territoriale, le Syndicat Mixte du Léon, qui regroupe 33 communes, gère le Schéma de cohérence territoriale (SCoT) et les Programmes locaux de l'habitat (PLH) pour la partie finistérienne du compartiment alors que Syndicat Mixte de cohérence territoriale du Trégor, qui regroupe 44 communes, gère le Schéma de cohérence territoriale (SCoT) et les Programmes locaux de l'habitat (PLH) pour la partie costarmoricaïne du compartiment.

1.2. Ports principaux

Le port de Roscoff est le port de référence principal possédant un observatoire permanent de mesure de la marée et des données marégraphiques le plus ancien (Illustration 7).

Il est accompagné pour ce compartiment par 7 sites ou ports de référence secondaires, qui sont d'Est en Ouest : Trébeurden, Locquemeau, Locquirec, l'Anse de Primel, Château du Taureau, Morlaix et l'Île-de-Batz (Illustration 7).

Dans ces ports secondaires comme dans celui de référence, il est possible de connaître la côte altimétrique en IGN69 (référence altimétrique nationale) du zéro hydrographique (niveau des plus basses mers) ZH/Ref (Illustration 8)..

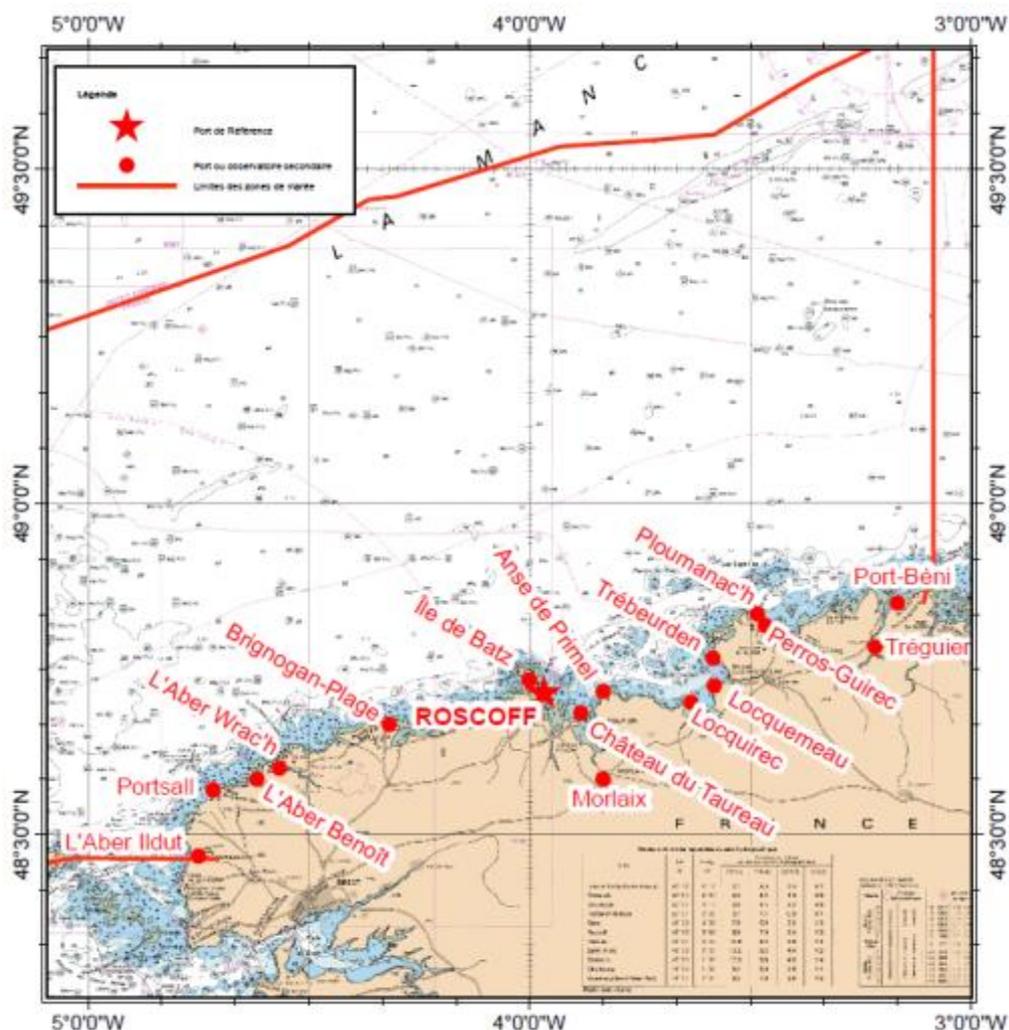


Illustration 7 : Carte de localisation des ports du compartiment C4 : Trégor-Goëlo (Source RefMar2013 du SHOM).

Nom	Type	Lat	Long	Et.	Constante	PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA
Roscoff	R	48 43 N	03 58 W	4,91		09.80	08.90	07.10	05.30	03.40	01.30	00.18
Trébeurden			N.R.K3-295			IGN	2010	44.296	39.253	-5.043		IGN69
Locquemeau			N.R.K3N3-11			IGN	1985	121.20	116.27	-4.923		IGN69
Locquirec			N.R.K3-268			IGN	2010	14.762	9.782	-4.980		IGN69
Anse de Primel			N.R.K3-229			IGN	1987	12.070	7.092	-4.978		IGN69
Château du Taureau												
Morlaix (Porte aval de l'écluse)												
Île de Batz												

Illustration 8 : Références Altimétriques Maritimes pour les sites de la zone de marée des abords de Roscoff et du compartiment C5 : Baies de Morlaix et de Lannion (Source RefMar2013 du SHOM).

1.3. Arrêtés de catastrophes naturelles et Plan de Prévention des Risques Naturels Littoraux (PPRNL)

1.3.1. Les arrêtés de catastrophes naturelles

L'analyse de la base de données des arrêtés de catastrophes naturelles GASPARE, téléchargée durant l'été 2012, montre qu'il existe 29 arrêtés de catastrophes naturelles ayant pour description de façon univoque un aléa littoral, c'est-à-dire un arrêté intitulé : Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues ou Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues.

Seule la commune de Trédez-Locquémeau a quatre arrêtés de catastrophes naturelles intitulés : « Inondation, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues », « Inondation, chocs mécaniques liés à l'action des vagues et glissement de terrain », « Inondations et Chocs mécaniques liés à l'action des vagues » et pour les dates respectivement des 22 novembre 1984, 26 février 1990, 25 décembre 1999 et 10 mars 2008.

Les communes de Trébeurden et Lannion ont trois arrêtés de catastrophes naturelles intitulés : « Inondations et Chocs mécaniques liés à l'action des vagues » et « Inondation, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues », pour les dates des 26 février 1990, 25 décembre 1999, 10 mars 2008.

Les communes de Pleumeur-Bodou, Roscoff, Carantec et Morlaix ont deux arrêtés de catastrophes naturelles intitulés : « Inondations et Chocs mécaniques liés à l'action des vagues » et « Inondation, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues », pour les dates des 26 février 1990, 25 décembre 1999, 10 mars 2008 et 28 février 2010.

Le reste des communes n'ont qu'un seul arrêté ont deux arrêtés de catastrophes naturelles intitulés : « Inondations et Chocs mécaniques liés à l'action des vagues » et « Inondation, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues », pour les dates des 26 février 1990, 25 décembre 1999, 10 mars 2008 et 28 février 2010. Il s'agit de : Ploulec'h, Ploumilliau, Saint-Michel-en-Grèves, Tréduder, Locquirec, Plouézoch, Plougasnou, Saint-Jean-du-Doigt, Saint-Martin-des-Champs, Saont-Pol-de-Léon et Taulé.

L'ensemble des arrêtés sont résumés et synthétisés dans le tableau ci-dessous (Illustration 9), tirés de la base données GASPARE du MEDDE (www.prim.net).

LIB_COMMUNE	LIB_RISQUE_JO	DAT_DEB	DAT_FIN	DAT_PUB_ARRETE	DAT_PUB_JO
Lannion	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
Lannion	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Lannion	Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	02/01/1998	02/01/1998	10/08/1998	22/08/1998
Pleumeur-Bodou	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
Pleumeur-Bodou	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Ploulec'h	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
Ploumilliau	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
Saint-Michel-en-Grève	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
Trébeurden	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Trébeurden	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	26/02/1990	28/02/1990	14/05/1990	24/05/1990
Trébeurden	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
Trédrez-Locquémeau	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
Trédrez-Locquémeau	Inondations, chocs mécaniques liés à l'action des vagues et glissement de terrain	22/11/1984	24/11/1984	14/03/1985	29/03/1985
Trédrez-Locquémeau	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Trédrez-Locquémeau	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	26/02/1990	28/02/1990	24/07/1990	15/08/1990
Tréduder	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
Carantec	Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	19/02/1996	20/02/1996	17/07/1996	04/09/1996
Carantec	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	09/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Locquirec	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Morlaix	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	28/02/2010	28/02/2010	10/05/2010	13/05/2010
Morlaix	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	09/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Plouézoch	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Plougastnou	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Roscoff	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Roscoff	Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	19/02/1996	20/02/1996	17/07/1996	04/09/1996
Saint-Jean-du-Doigt	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Saint-Martin-des-Champs	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Saint-Pol-de-Léon	Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	19/02/1996	20/02/1996	17/07/1996	04/09/1996
Taulé	Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	19/02/1996	20/02/1996	17/07/1996	04/09/1996

Illustration 9 : Arrêtés de catastrophes naturelles « littoraux » pour les communes du Compartiment C5 : Baies de Morlaix et Lannion (Source GASPARD ; prim.net).

Un autre arrêté de catastrophe naturelle intitulé : « Tempête », existe pour le compartiment C5 et dont l'ensemble des communes sont concernées, pour l'évènement du 15 octobre 1987. Ce jour-là, le niveau de pleine-mer théorique était de 6.53 m (à Roscoff) pour un coefficient de 25. La tempête de 1987, fut l'une des plus importantes tempêtes que la péninsule bretonne ait essuyée.

1.3.2. Les plans de prévention des risques naturels littoraux

Seule la commune de Saint-Pol-de-Léon, est concernée par des Plans de Prévention des Risques Naturels Littoraux (PPRNL), compte tenu dans un PPRL-SM (Submersion Marine) qui englobe les communes depuis Plouguerneau à Saint-Pol-de-Léon, et dont la partie la plus importante étant sur le compartiment C6 (Illustration 11).

Ces PPRL de ce secteur ont été approuvés en 2007.

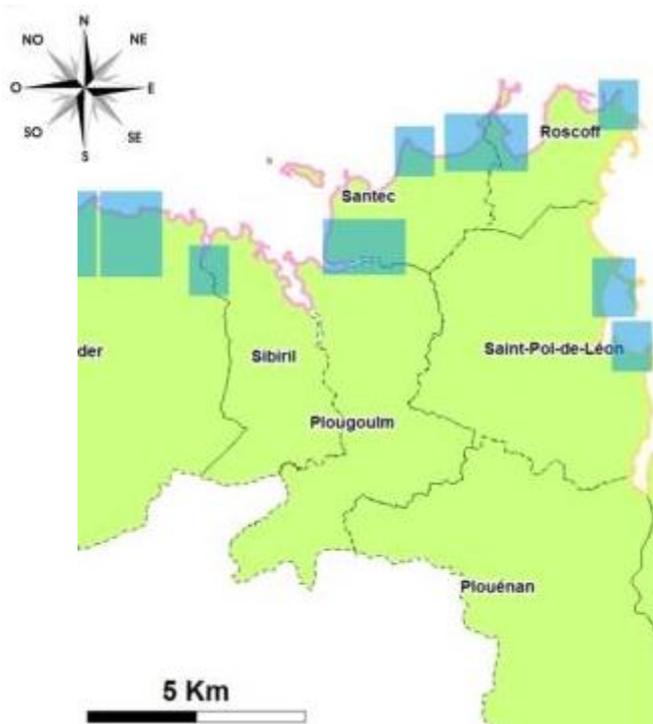


Illustration 10 : Extrait des Secteurs 1 et 2 du compartiment C6 – C5, bénéficiant d'un PPRL-SM, et des sites particuliers (Source PPRL-SM).

Lors de l'établissement de ces PPRL-SM des secteurs 1 et 2, la hauteur d'eau absolue, a été définie comme égale à la hauteur d'eau marine, d'une marée astronomique couplée avec une surcôte atmosphérique, d'occurrence centennale, suivant les indications de l'étude EPSHOM 1994 pour le littoral Manche-Atlantique (« détermination des hauteurs d'eau extrêmes pour la délimitation du Domaine Public Maritime »).

Pour le secteur 1 : Le niveau marin centennal ainsi défini (marée astronomique + surcote atmosphérique) s'établit pour le secteur d'étude, en référence au port de Roscoff, à **+ 5,30 m IGN 69**.

L'aléa est par ailleurs majoré localement à l'intérieur du polder inondé par la vitesse du courant au franchissement de la brèche, à proximité de celle-ci (Illustration 10).

Niveau (m IGN 69) Terrain Naturel	Niveau d'aléa sans vitesse	Niveau d'aléa avec vitesse
> 5,30	Présumé nul	Présumé nul
4,30 < < 5,30	faible	moyen
3,30 < < 4,30	moyen	fort
< 3,30	fort	fort

Illustration 11 : Exemple de hiérarchisation des niveaux d'aléa définie pour le PPRL-SM Cléder-Saint-Pol-de-Léon (Source : <http://www.finistere.gouv.fr/>).

Sur les 2 secteurs, à l'intérieur de chaque site (Illustration 11), un zonage en trois parties a été défini, correspondant :

- Zone rouge = zones susceptibles d'être submergées par un aléa centenal. Il s'agit des sites connaissant les aléas les plus forts ;
- Zone bleue = secteurs naturels ou urbanisés, en tout ou partie, connaissant des aléas moyens ou faibles ; Zone verte = zone de précaution. Espaces non directement affectés

par le risque de Submersion marine, mais où de nouveaux aménagements pourraient aggraver le risque actuel ou en provoquer de nouveaux.

1.4. Géomorphologie et géologie littorale

Ce compartiment C5 est à la jonction d'histoires géologiques bien différentes à l'Ouest et à l'Est. Alors qu'à l'Est du compartiment : en Baie de Lannion, l'histoire géologique est similaire à celle du compartiment C4, la partie Ouest : Baie de Morlaix est totalement différente. Ce compartiment est autant la rencontre entre l'histoire du Léon et de Trégor, que de leur géologie.

La partie Est, la Baie de Lannion, appartient l'Unité du Trégor, peu déformée et composée d'un complexe volcano-plutonique comprenant le batholite du Trégor (granites) (~ 615 Ma) et des roches volcaniques associées. Cette unité comprend également les témoins d'un socle plus ancien : l'Icartien (n°4), disloqué et âgé de 2000 Ma qui traverse la Baie de Lannion de part en part.

L'unité du Trégor appartient au Domaine cadomien nord-breton qui compose l'orogène cadomienne. Cette Unité du Trégor est structurée suivant des accidents tectoniques orientés E-W, qui séparent au nord, les granites et granodiorites de l'ensemble Perros-Guirec/Bréhat, qui forme une côte très découpée, avec de nombreuses îles & îlots circo-littoraux, et les formations volcaniques au Sud dont les spilites de Paimpol (n°2) (Auvray, 1976).

Depuis Lannion et en direction de Paimpol, la bande de 2 à 4 km de large, de tufs de Tréguier qui traverse tout le Trégor (n°2), en bancs redressés à pendage vers le Sud, alterne avec des schistes verts, accompagnés de coulées et des brèches. Ces roches volcaniques siliceuses de Lézardrieux contrastent avec la formation des schistes et tufs de Tréguier par leur résistance à l'érosion actuelle (Illustration 12).

La partie Ouest, Baie de Morlaix, est composée par des roches métamorphiques de type micaschiste, paragneiss et amphibolite (n°8), qui constitue un domaine, celui du Léon, appartenant non plus à la chaîne cadomienne mais à la chaîne hercynienne, et dont l'histoire géologique est encore énigmatique (Ballèvre et al., 2012-2013).

Ces deux parties du compartiment C5, sont traversées par des intrusions magmatiques comme le massif granitique de Ploumanac'h (n°3) ou de gabbroïque de Saint-Jean-du-Doigt (n°5). Ces intrusions forment pour le premier le noyau central du Petit Trégor et le substratum des îlots de la baie.

Les fonds des deux baies, sont caractérisés par la présence de séries de roches sédimentaires d'âge paléozoïque, qui constituent le prolongement septentrional du bassin de Châteaulin.

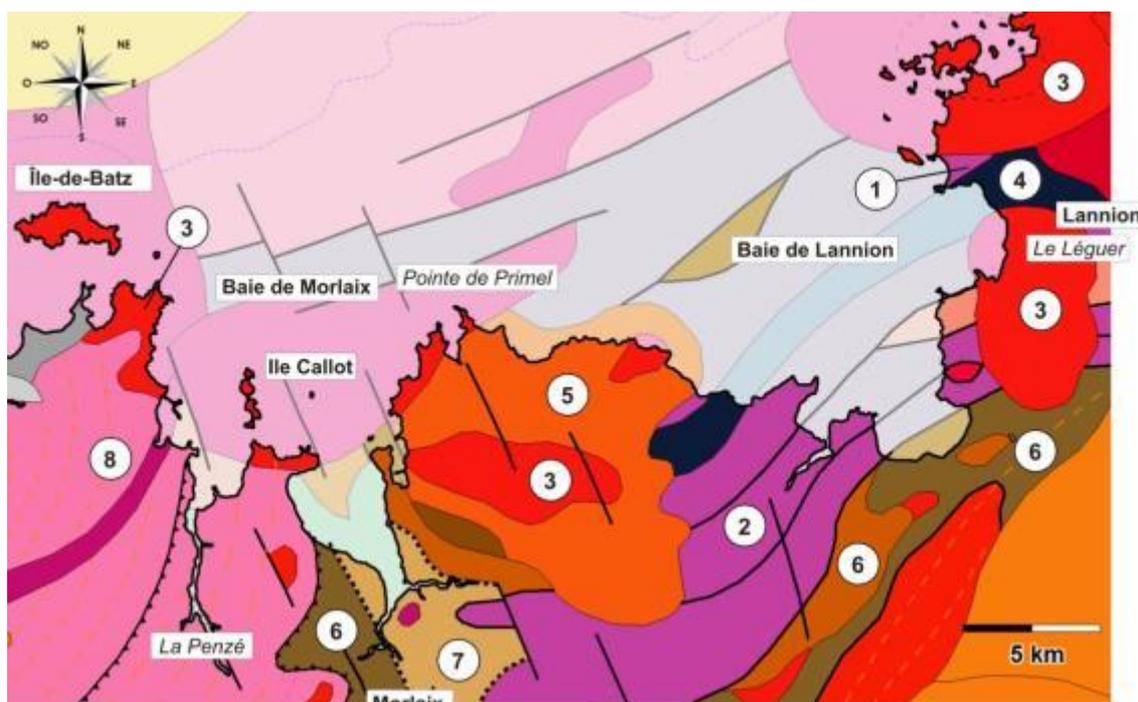


Illustration 12 : Extrait de la carte géologique au million de la France (eds BRGM, 2003).

LEGENDE : 1 : Schistes, grès, tuffites, phtanites d'âge briovérien inférieur (670-580 Ma); 2 : Roches volcaniques acides : Rhyodacites, ignimbrites, métatuffites, porphyroïdes d'âge briovérien inférieur (670-580 Ma) ; 3 : Intrusions de Ploumanac'h : monzogranites, granodiorites carbonifères (335-295 Ma) ; 4 : Orthogneiss indifférenciés icartiens (1800-2100 Ma) et 5: gabbros, diorites, intrusion de Saint-Jean-du-Doigt (390-355 Ma) ; 6 et 7 : Roches sédimentaires paléozoïques du bassin de Châteaulin (435-390 Ma) : schistes, quartzites, ampélites et Roches sédimentaires carbonifères (355-335 Ma) : schistes, grès, wackes, calcaires ; 8 : Roches métamorphiques brio-cambriennes (670-500 Ma): micaschistes, paragneiss et amphibolites.

Alors que la structuration tectonique de la partie trégoroise : Baie de Lannion, était à dominante sub- Est-Ouest, au niveau de la Baie de Morlaix, l'orientation des fractures et failles, sont N150 à sub- méridiennes. Ces dernières orientées sub- Nord-Sud, semblent structurer la série sédimentaire carbonifère.

La dureté des bancs d'origine volcanique et leurs inclinaisons verticales rendent compte de l'existence des saillants, et les baies semblent être creusées dans leur partie les plus reculées dans les formations schisteuses (Garreau, 1973), sinon dans les gabbros et diorites, qui semblent être en retrait de saillants granitiques (Illustration 12).

Sur ce substratum rocheux varié, on retrouve la formation géologique meuble, présente sur tout le littoral breton (des côtes du Nord comme celles du Sud), correspondant aux colluvions des pentes (« head » des anglosaxons), produits de l'érosion aux cours des différentes périodes glaciaires et interglaciaires du Quaternaire. Ces formations sont composées par des éléments de toutes tailles depuis les blocs jusqu'aux galets et graviers, baignant dans une matrice de limons plus ou moins argileux (les loess). Cette formation géologique génèrent des falaises meubles et basses mais pouvant atteindre la dizaine de mètres et souvent observées en érosion (Illustration 13). Les cordons dunaires ou de galets, reposent sur cette formation géologique, qui elle-même, vient combler un paléo relief quaternaire. Les cordons dunaires comme ceux de galets, abritent des marais maritimes exposés vers le Nord-Ouest (secteurs en bleu sur l'illustration 13).

La côte du compartiment, en majorité rocheuse, est très découpée et profondément échancrée par les rias des rivières du Jarlot de la Penzé et du Dourduff à l'Ouest et par la vallée du Douron à l'Est. La présence des rivières de la Penzé et Morlaix détermine des systèmes estuariens macrotidaux largement dominés par la marée.

La géomorphologie littorale est le reflet de la géologie du compartiment, et elle peut être, entre Saint-Plestin-les-Grèves et Saint-Pol-de-Léon, divisée en trois ensembles géomorphologiques (Chantraine, 1986) :

- à l'Ouest, la Baie de Morlaix, profonde indentation de la Manche, au débouché de la Penzé et la rivière de Morlaix, offre une côte très découpée, souvent basse et prolongée de larges estrans et ourlée d'îlots et récifs ;
- au centre, le Petit Trégor, avancée massive, faiblement indentée au débouché de petits ruisseaux, bordée par les plus hautes falaises des côtes nord-finistériennes (Runglaz, Beg an Fry) qui surplombent un estran parfois très étroit ; au large, les récifs y sont rares ;
- à l'est, une zone réduite correspondant à la partie occidentale de la baie de Lannion, avec les presqu'îles de Locquirec et de l'Armorique séparées par l'estuaire du Douron ; les falaises s'abaissent ; les estrans s'élargissent (anses de Locquirec et de Saint-Michel-en-Grève).

La baie de Lannion est drainée par le Léguer à l'Est et le Douron au Sud, et par un réseau secondaire de faible importance : Yar, Roscoat, Kerdu.

L'estran côtier est très développé dans les deux baies qui ont une profondeur relativement faible et une pente qui descend progressivement vers le large, ce qui à marée basse, laisse apparaître une multitude d'îlots rocheux en Baie de Morlaix (Chantraine, 1986).

Les investigations de géologie marine en baie de Lannion ont mis en évidence la présence d'une paléovallée prolongeant la vallée du Léguer et creusée dans le socle, avec un remplissage de 10 à 12 m de sédiments sub-actuels (Martin, 1979).

Les flèches littorales sont nombreuses et variées en baie de Morlaix. Certaines sont immergées alors que d'autres non (Chantraine, 1986). De belles flèches à pointe libre subparallèles à la côte sont observables entre Kerarmel et Dourduff-en-mer (Plouézoch) ou près de Locquénolé.

En raison de cette faible bathymétrie et des nombreux écueils, il existe de nombreux tombolos, entre Run Lann Vraz et Run Lann Vihan (Callot), au sud de la pointe Diben (Plougasnou) et dont certains sont aménagés comme celui qui unit l'îlot Sainte-Anne à la côte de Penpoul (Saint-Pol-de-Léon) ; mais aussi des queues de comète comme au sud de l'île Stérec (Plouézoch), Roc'h Gored (Carantec), Enezenig, Callot, les Vernes et Kérigou (Saint-Pol-de-Léon) à l'est de la pointe de Primel (Chantraine, 1986).

En baie de Morlaix, on constate que les formations dunaires sont peu importantes. Les seules dunes imposantes sont celles des Sables Blancs et le fond de l'anse de Locquirec. Derrière certaines dunes comme la Grande Grève, Kelenn, Clouët en Carantec, se forme un marais maritime (Chantraine, 1986).

Les galets se concentrent préférentiellement sur la partie haute de l'estran, au fond des anses, où ils peuvent constituer de véritables cordons accrochés à la falaise rocheuse par leurs deux extrémités (Saint-Jean-du-Doigt, Guerzit, Moulin de la Rive etc.) Ces cordons sont modelés en gradins et peuvent dépasser 5 m de hauteur comme celui de Guerzit. Ils sont actifs lors des tempêtes et en progression vers l'intérieur. La limite des galets avec le sable du bas-estran est extrêmement tranchée. Dans quelques cas comme entre Ty Lousou et Penn an Dour en Plougasnou, la grève fait place à la plate-forme rocheuse sans interposition de sables (Chantraine, 1986).

Les fonds au niveau de la baie de Lannion atteignent localement 50 m de profondeur et la superficie de la zone est de 200 km². Ils sont principalement constitués de sables fins coquilliers (Augris et Simplet, 2011).

La répartition granulométrique des sédiments des deux baies montrent un grano-décroissante depuis le large vers le trait de côte, soulignant une perte de l'énergie des houles depuis le large vers les fonds de baies. Les baies passent ainsi de matériaux grossiers à très grossiers à des matériaux sableux puis vaseux en se rapprochant du trait de côte. Cependant, on retrouve des concertations de galets sur les sommets des estrans.

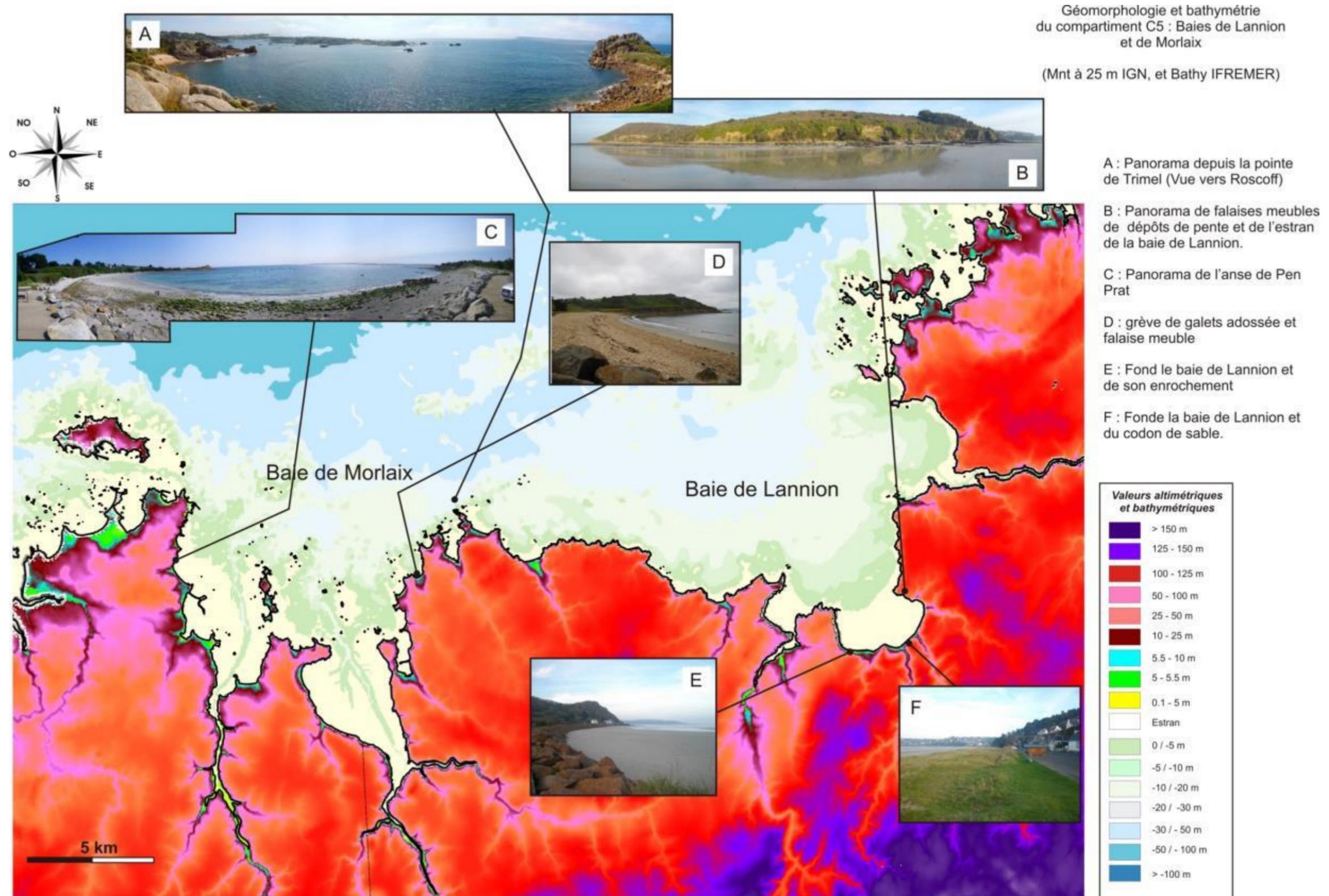


Illustration 13 : Géomorphologie et bathymétrie du compartiment C5 : Baies de Morlaix et Lannion.

2. Paramètres / Agents hydrodynamiques

2.1. LA MARÉE

La marée est une onde oscillatoire périodique du niveau de la mer due aux effets conjugués de l'attraction de la Lune et du Soleil sur les particules liquides des océans (Ehrhold, 1999). Le caractère périodique de la marée a 3 cycles :

- cycles de pleine-mer : cycle semi-diurne de 12h25 ;
- cycles mensuel ou semi-lunaire : cycle de vive-eau/morte-eau (interaction entre le Soleil, la Terre et la Lune) ;
- cycle annuel : cycle solstice/équinoxe lié à la variation de la distance de la Terre au Soleil.

Sur la façade septentrionale de Bretagne, le marnage augmente progressivement vers l'est en raison d'une amplification de l'onde marée lors de sa propagation en Manche, du fait de la bathymétrie et à la géométrie du bassin. Ainsi, lors des pleines mers de vive-eau, il dépasse les 10 mètres dans les baies de Morlaix et Lannion.

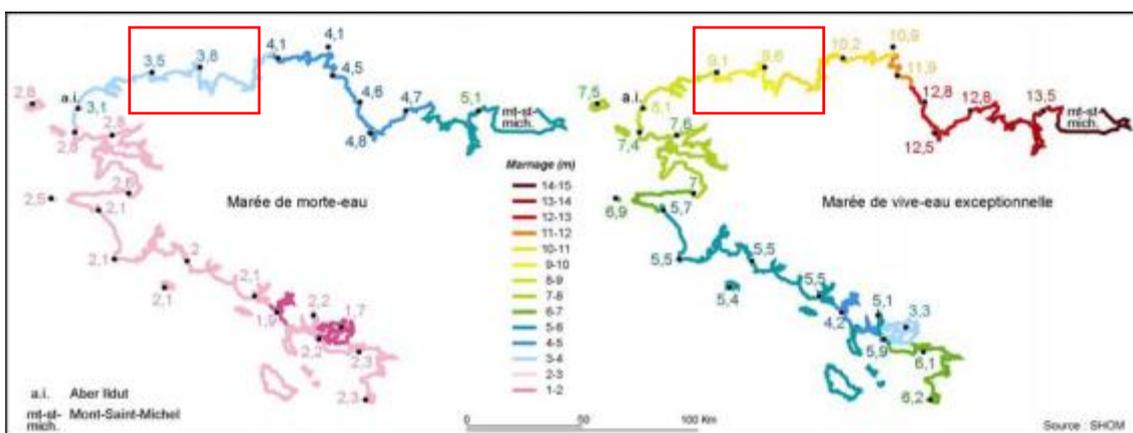


Illustration 14 : Amplitude du marnage en Bretagne (d'après les données du SHOM).

Comme pour l'ensemble du Nord de la Bretagne, la marée est le phénomène hydrodynamique majeur qui arrive de l'Ouest. Le marnage moyen est inférieur à 7 mètres mais en général, il est compris entre 3 (3.8 m à Roscoff) et 10 mètres (10.2 m à Trégastel) lors des gros coefficients. La marée commande d'importantes masses d'eau et génère de forts courants lors du flot et du jusant.

Le niveau moyen de la mer en baie de Lannion est de 5,5 m au-dessus du zéro hydrographique, ce qui correspond au plus grand demi-marnage astronomique possible. Les courants de marée, périodiques, sont plus forts au large de la baie qu'à l'intérieur. Au large, leur intensité se situe autour de 0,8 m/s en vive eau moyenne (coefficient 95). La structure spatiale des champs de courants en marée moyenne (coefficient 70) reste identique avec des courants 30 % plus faibles. A l'intérieur de la baie, ces courants deviennent inférieurs à 0,25 m/s. On observe donc un gradient du large vers la côte assez fort (Augris et Simplet, 2011).



Illustration 15 : Rose des courants de vive-eaux (surface) (LCHF, 1987).

2.2. ÉTAT DE MER (VAGUES, HOULES ET NIVEAUX EXTREMES)

2.2.1. La Houle (et les vagues)

Les mesures faites à Roscoff entre janvier 2005 à juin 2009 par le CETMEF indiquent que la hauteur significative des houles ($H_{1/3}$) est inférieure à 1 m pour 75 % du temps, à 2 m pour 80 % du temps et ne dépasse jamais 3 m. La période associée à ces hauteurs est comprise entre 7 et 8 secondes.

Pour une plus grande précision, Roscoff étant assez éloigné, une simulation numérique a été effectuée sur une période de janvier 1979 au 31 août 2002. Le résultat montre une hauteur significative des houles inférieure à 1 m pendant 42 % du temps, 2 m pendant 80 % du temps et dépasse 3 m pendant 5 % du temps, pour une période comprise entre 8 et 12 secondes (Augris et Simplet, 2011).

Deux types de vagues peuvent être retenus en baie de Lannion :

- celles de secteur Nord-Ouest qui ont une amplitude de 1 m et une période de 8 secondes, ce sont les plus fréquentes mais peu énergétiques (Illustration 16) ;

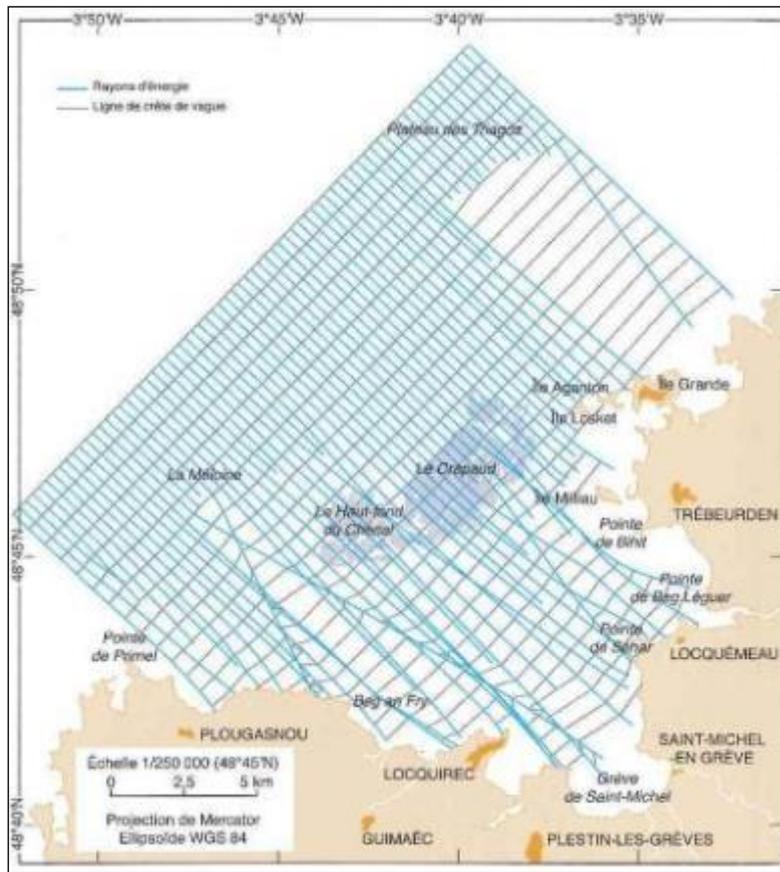


Illustration 16 : Plan de vagues pour une houle de nord-ouest de 8 s et 1 m - Logiciel Tomawac, projet ANEMOC (Augris et Simplet, 2011).

- et celles de secteur Nord-Ouest, d'amplitude de 3 m et de période 11 s, qui correspondent aux événements tempétueux (Illustration 17).

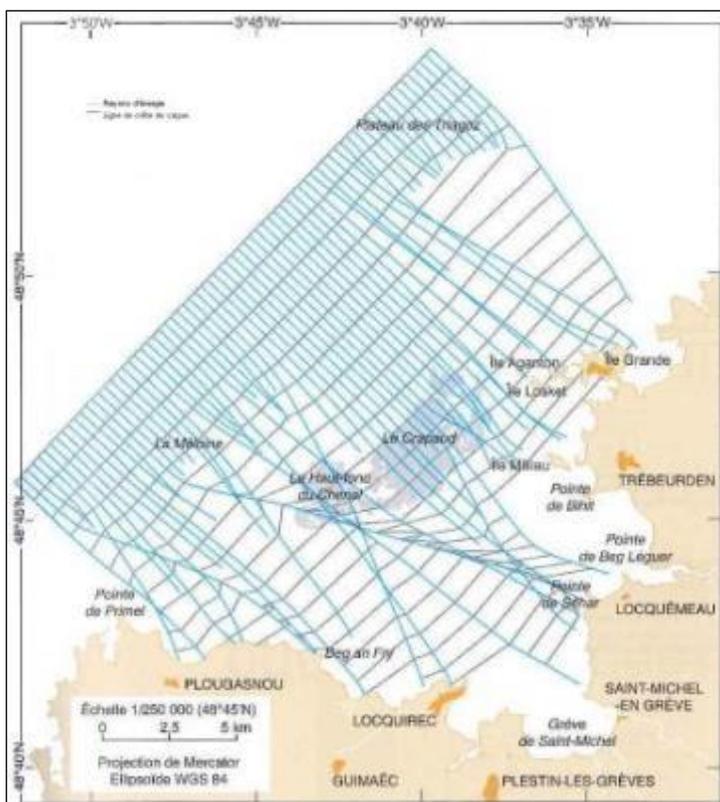


Illustration 17 : Plan de vagues pour une houle de nord-ouest de 11s et 3 m - Logiciel Tomawac, projet ANEMOC (Augris et Simplet, 2011).

Ces caractéristiques du large sont propagées vers la côte à l'aide d'un modèle de réfraction qui prend en compte la bathymétrie et un critère de déferlement simple sans dissipation liée au fond. Les vagues faiblement énergétiques se propagent profondément dans la baie, la réfraction est faible sauf sur les hauts-fonds (Haut-fond du Chenal et Rocher du Crapaud) où elles peuvent déferler.

Pour les événements tempétueux, les vagues sont réfractées beaucoup plus tôt et sont arrêtées par les hauts-fonds. Ainsi, leur approche à la côte est beaucoup plus désorganisée et donc elles pénètrent moins profondément dans la baie (Augris et Simplet, 2011).

La présence d'écueils rocheux en baie de Lannion (la Méloine, le Crapaud) participe à la dissipation des houles (Augris et Simplet, 2011).

En ce qui concerne la partie Ouest de la zone d'étude, un houlographe est implanté au large de Roscoff. Le CETMEF a publié un rapport d'analyse des données entre 2005 et 2010. L'appareil, dont la disponibilité était de 66 %, montre que 66 % des vagues proviennent du secteur Nord-Nord-Est et 29 % proviennent du secteur Nord-Est. Dans 95 % des cas, la hauteur significative est inférieure à 1.2 m, la hauteur maximale est inférieure à 2.1 m, la période moyenne est de 7 s (CETMEF, 2010).

2.2.2. Niveaux extrêmes : surcotes et décotes

Les **niveaux de mer extrêmes** sont calculés et donnés par le SHOM et le CETMEF. Ces données ont été récemment actualisées, en 2012. Précédemment, les niveaux dataient de 2008 (Simon, 1994 et 2008).

Le territoire métropolitain est découpé en différentes zones, fonction des ports de référence, dont les observatoires sont permanents et pour lesquels il existe plus de 10 années de mesures effectives. Ils existent cependant quelques exceptions.

Les niveaux extrêmes sont calculés pour des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans sur les côtes de La Manche et de l'Atlantique et les altitudes des niveaux sont fournies par rapport à la référence altimétrique IGN69.

Le compartiment C5, Baies de Morlaix-Lannion, appartient à la zone "Bretagne Nord" qui comprend le littoral situé entre la Pointe d'Agon (Manche) et Roscoff (Finistère). Les ports de référence concernés pour cette zone, sont les ports de Saint-Malo et Roscoff auxquels s'ajoutent des sites secondaires, pris en compte pour les calculs en pleine mer et en basse mer.

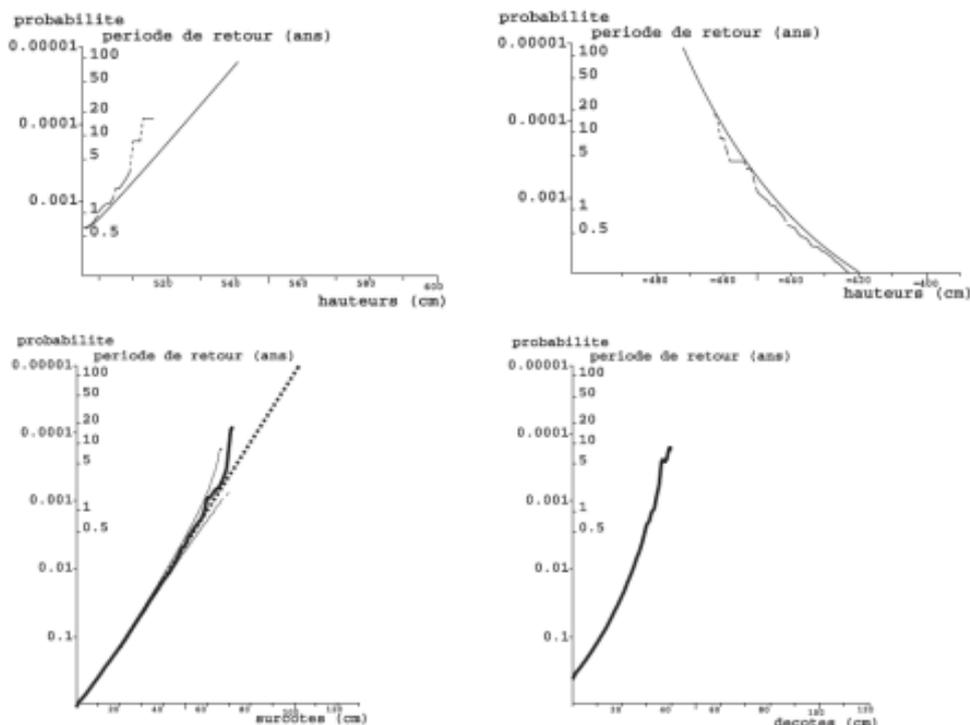


Illustration 18 : Résultats des statistiques pour le port de Roscoff par rapport à l'IGN 69, en haut – hauteur d'eau, en bas – surcote/decote (© CETMEF/SHOM 2012).

L'illustration 19 correspond aux résultats de l'analyse statistique des niveaux de mer, pour le port de Roscoff, et ils tiennent compte des effets atmosphériques

Le trait plein, correspond aux probabilités d'observer des hauteurs de pleines mers supérieures (ou basses mers inférieures) à une valeur donnée, traduite en terme de périodes de retour associées.

Les traits pointillés présentent les résultats d'observations, la courbe continue est une loi théorique issue de l'analyse statistique des données observées.

Les cartes des niveaux extrêmes sur le compartiment C5 : Baies de Morlaix-Lannion (Illustration 19), montre que :

- pour une période de retour de 10 ans, le niveau extrême de pleine mer varie entre 5,20 m à Roscoff, et 5,00 m à la pointe de Toul-ar-Staon sur l'Île-Grande, sur la commune de Pleumeur-Bodou ;

- pour une période de retour de 50 ans, le niveau extrême de pleine mer varie entre 5,30 m à Roscoff, et 5,10 m à la pointe de Toul-ar-Staon sur l'Île-Grande, sur la commune de Pleumeur-Bodou ;
- pour une période de retour de 100 ans, le niveau extrême de pleine mer varie entre 5,40 m à Roscoff, et 5,20 m à la pointe de Toul-ar-Staon sur l'Île-Grande, sur la commune de Pleumeur-Bodou.

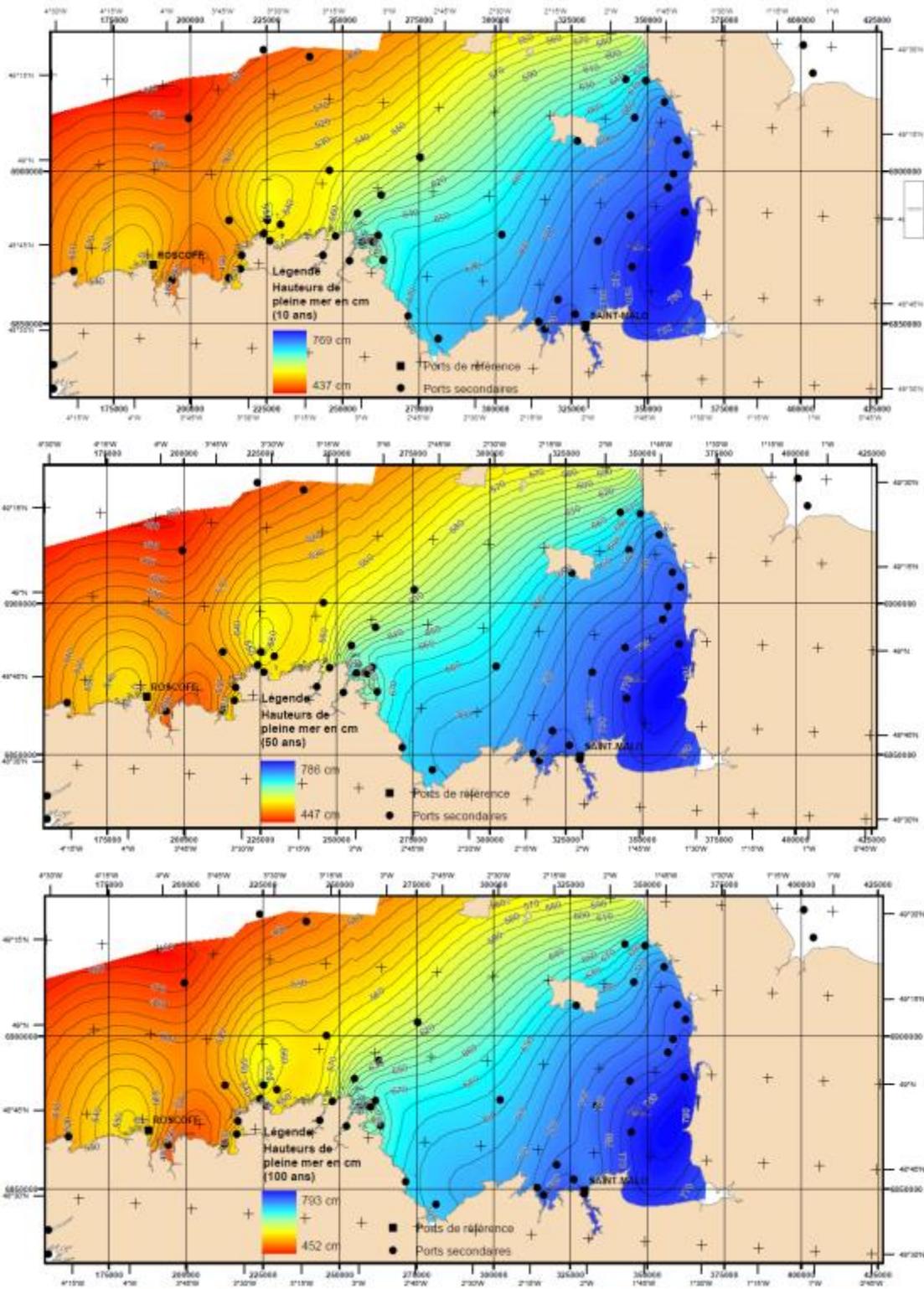


Illustration 19 : Carte des niveaux extrêmes de pleine mer sur une période de retour de 10, 50 et 100 ans (SHOM et CETMEF, 2012).

La **surcote/décote** instantanée est la différence, à un instant t , entre la hauteur d'eau observée et la hauteur d'eau prédite. On parle de surcote quand cette différence est positive, décote quand elle est négative. La surcote/décote a principalement une origine météorologique : elle est générée, lors du passage de dépressions ou d'anticyclones, par les variations de pression atmosphérique et par les vents. Elle peut avoir également d'autres origines : vagues, seiches, tsunamis... (CETMEF/SHOM, 2012).

La surcote de pleine mer est la différence entre la hauteur de pleine mer observée et la hauteur de pleine mer prédite (marée astronomique), les instants d'occurrence de ces deux niveaux pouvant être décalés dans le temps (Illustration 20). De même, la décote de basse mer est la différence entre la hauteur de basse mer observée et la hauteur de basse mer prédite.

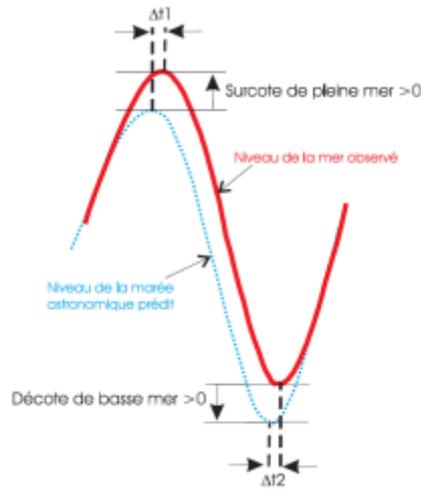


Illustration 20 : Illustration de la surcote de pleine mer et de la décote de basse mer (CETMET/SHOM, 2012).

L'inventaire des événements tempétueux qui accompagne cette étude, avait aussi pour objectif la compilation de valeurs de surcote disponibles dans les diverses sources consultées.

Deux valeurs ont été trouvées lors de l'inventaire des événements dommageables. Un 0,8 m, le 11 février 1974, et un 1,5 m, le 23 janvier 1990, ces deux valeurs ayant entraîné une crue à Morlaix.

2.3. LES VENTS

Dans les parties internes de la Baie de Morlaix, le fetch est faible (Chantraine, 1986).

Les données de vents obtenues auprès de la station météorologique de Lannion permettent de décrire une climatologie générale et saisonnière dans la baie de Saint-Michel-en-Grève.

A l'échelle annuelle, les vents les plus forts sont de direction ouest à sud-ouest (220° à 260°). Ces vents accompagnent les perturbations atlantiques génératrices de tempêtes sur le littoral. Les circulations d'est à nord-est (40° à 100°) représentent la deuxième principale direction. Ils montrent une vitesse moins importante que les vents d'ouest (Illustration 21) (Suanez et Stephan, 2006).

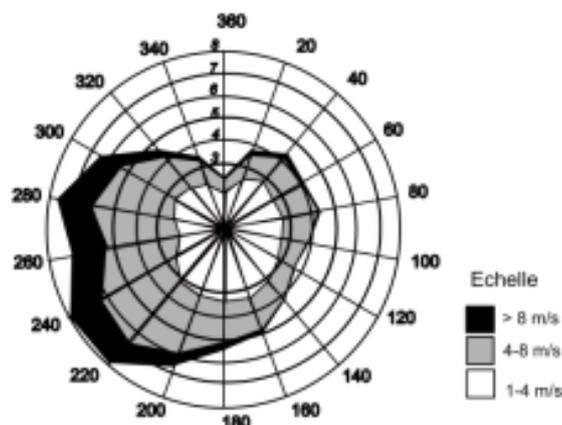


Illustration 21 : Rose des vents moyennes annuelles sur la décennie 1993-2003
(d'après Suanez et Stephan,2006).

A l'échelle saisonnière, une variation non négligeable des directions et des forces des vents est observée. Durant l'hiver, de janvier à mars, les vents de Sud-Ouest (200° à 260°) sont les plus fréquents et les plus virulents (13 % du régime total compris entre 4 et 8 m/s et 8 % > à 8 m/s) (Illustration 22).

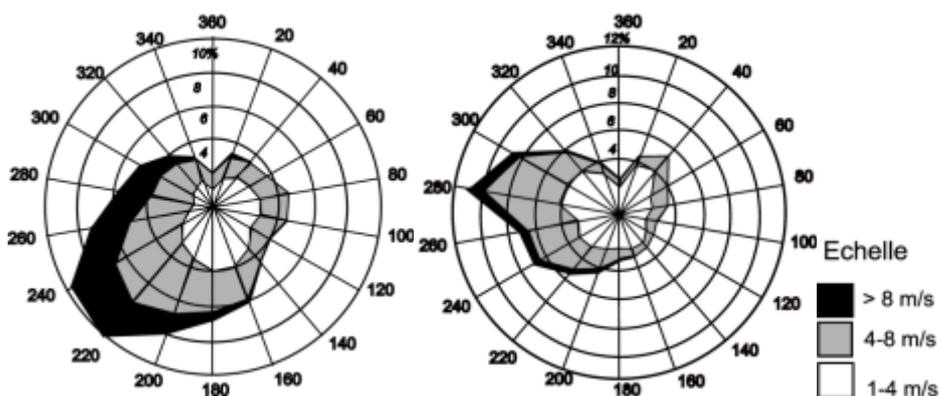


Illustration 22 : Rose des vents moyens – à gauche : en février sur la décennie 1993-2003 ;
à droite : en juillet sur la décennie 1993-2003 (d'après Suanez et Stephan,2006).

À partir du mois d'avril, les vents d'ouest sont moins intenses, ils prennent une direction ouest/nord-ouest (260° à 300°). Dans le même temps, on observe une recrudescence des vents d'est à nord-est (40° à 80°) peu vigoureux (majorité < à 4 m/s). En été, de juillet à septembre (Illustration 23), les vents faiblissent. Les vents les plus morphogènes soufflent de l'ouest (Suanez et Stephan, 2006).

À partir d'octobre, les perturbations atlantiques reviennent et s'accompagnent d'une augmentation de la force des vents de sud-ouest (200° à 260°). Ces flux océaniques sont les plus représentés durant l'automne (Suanez et Stephan, 2006).

3. Méthodologie et aléas littoraux

3.1. RISQUE NATUREL : QUELQUES RAPPELS

Avant de présenter la synthèse des aléas dans les baies de Morlaix-Lannion, quelques rappels s'imposent sur les termes aléa, enjeu, risque et vulnérabilité.



Illustration 23 : Schéma synthétique des définitions d'aléas, enjeux et risques (COCORISCO).

3.1.1. Les aléas

L'aléa est la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel donné. On ajoute à cette notion, la notion d'intensité, de durée du phénomène (Ministères de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1997).

3.1.2. Les enjeux

Les enjeux et la vulnérabilité sont associés aux activités humaines (habitations, infrastructures, patrimoine, activités économiques etc.). La vulnérabilité dépend des éléments exposés et de leurs résistances ou de leurs comportements face aux aléas. Elle est caractéristique d'un site à un moment donné et n'est pas intrinsèque, il existe une vulnérabilité pour chaque aléa. Comme cette grandeur est fonction de l'activité humaine, elle est donc évolutive (Ministères de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1997).

3.1.3. Les risques

La notion de risque inclut deux dimensions : les aléas et les enjeux. C'est la mesure de la situation dangereuse qui résulte de la conjonction de ces deux paramètres. On caractérise donc un risque par le niveau de danger c'est-à-dire la probabilité d'occurrence d'un événement donné et de l'intensité de l'aléa. Mais également par la gravité des conséquences de l'évènement pouvant affecter les enjeux. Il n'y a donc ni risque sans aléa, ni risque sans enjeux (Ministères de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1997).

3.1.4. La vulnérabilité

La vulnérabilité exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux. On peut distinguer la vulnérabilité économique et la vulnérabilité humaine. La première traduit le degré de perte ou d'endommagement des biens et des activités exposés à l'occurrence d'un phénomène naturel d'intensité donnée. La vulnérabilité humaine évalue

les préjudices potentiels aux personnes, dans leur intégrité physique et morale. Elle s'élargit également à d'autres composante de la société (sociale, psychologiques, culturelles, etc.) et tente de mesurer sa capacité de réponse à des crises. (Ministères de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1997)

3.2. L'ÉROSION LITTORALE ET LA SUBMERSION MARINE DANS LES BAIES DE MORLAIX-LANNION

3.2.1. Avant-propos

La synthèse des différents aléas du compartiment a été réalisée en fonction de la disponibilité des études traitant du sujet et de leur contenu réutilisable au pas, compte tenu du fait que le choix avait été fait de rassembler l'ensemble des données dans un système d'information géographique.

Ainsi trois types de données ont été récoltés :

- des données ponctuelles (ou fichiers de points), correspondant à des observations ponctuelles d'érosion sur le trait de côte comme des mouvements de terrain, des brèches dans des cordons dunaires ou de galets, etc. ;
- des données linéaires (ou fichiers de polygones), correspondant à des secteurs du trait de côte étudié et connu comme étant en érosion. Le support utilisé à ces tronçons de trait de côte en érosion, a été le trait de côte HistoLitt V2.0 de l'IGN et du SHOM ;
- et enfin, des données surfaciques (ou fichiers de polygones), correspondant à une cartographie précise d'une inondation liée à la mer ou submersion marine.

Ces données ont été saisies et géoréférencées, et ont été produits et associés des champs (champs attributaires de type texte, caractères numériques etc.), contenant diverses informations, comme :

Pour les ponctuels (Illustration 24) : **Identifiant** : ID ; **Numéro de compartiment** : COMPART ; **Cordonnées X et Y** : XL2E ; YL2E ; **INSEE de la commune impactée** : INSEE_communes ; **Nom de la commune** : Noms_communes ; **L'échelle d'origine du document quand s'était possible** : Echelle_dorigine ; **Le lieu de la commune impacté** : Lieux_impactes ; **L'aléa** : Aleas ; **Les données** : Donnees ; **Les causes de l'érosion si possible** : Cause_erosion ; **Les sources de l'aléa 1 et 2** ; et enfin le **cadre de cette étude**, le **lieu où la saisie** a été faite, les **commanditaires de l'étude** et la **date de saisie**.

ID:	6
COMPART:	9
XL2E:	115 454,70606933
YL2E:	2 337 537,5582474
INSEE_communes:	29037
Noms_communes:	COMBRIT
Echelle_dorigine:	1/25 000
Lieux_impactes:	Plage Kermor cordon 1967
Aleas:	Erosion
Donnees:	3 petites breches
Cause_erosion:	
Sources_aleas1:	PTOLEMEE, V.1, 2004
Sources_aleas2:	1er volet doc40
Cadre:	Atlas des aléas littoraux
Lieu:	DAT BRGM BRETAGNE
Commanditaires:	DREAL BRETAGNE
Date:	2013
ID:	389
COMPART:	0
XL2E:	286 033,76176806
YL2E:	2 418 983,6219897
INSEE_communes:	
Noms_communes:	SAINT-COULOMB
lieux_impactes:	Plage des Chevrets
Aleas:	Erosion
Donnees:	Dunes
Causes_erosion:	
Sources_aleas1:	Le Bris, 2000
Sources_aleas2:	Photos 16 et 17
Cadre:	Atlas des aléas littoraux
Lieu:	DAT BRGM BRETAGNE
Commanditaires:	DREAL BRETAGNE
Date:	2012
Cinematique_m_to_an:	
Sources_cine1:	
Sources_cine2:	
NumDep:	35
Annee:	2001
NUM:	inconnu
Source:	TDCBDTOPO
COMM:	sans objet
Date_PVA:	
ID:	5
COMPART:	9
INSEE_Commune:	29 284
Commune:	TREFFIAGAT
Lieu_impacte:	Léhan
Nature_aléa:	Inondé depuis 1960
Objet_graphique:	surface
Hauteur_H2O:	0
Source:	Cariolet, 2010
Date:	2013
Lieu:	DAT BRGM BRETAGNE
Contexte:	Atlas des aléas littoraux

Illustration 24 : Champs attributaires associés aux données d'aléa littoraux saisies : à gauche : les ponctuels, au milieu : les linéaires et à droite : les surfaciques.

Pour les linéaires, d'autres champs se sont ajoutés comme la cinématique évalué par la bibliographie sur ce tronçon de trait de côte et les champs originels du trait de côte HistoLitt V2.0, correspond à la source du trait.

Enfin, pour les surfaciques correspondants essentiellement à la submersion marine, un champ nommé *objet_graphique*, précise si l'objet géoréférencé correspond à une surface donc un polygone ou s'il correspond à un point car pour cet aléa, il existait des points donnant la hauteur d'eau lors de la submersion.

3.2.2. Les points en érosion, submersion etc. sur le compartiment C5

Il a été possible grâce aux informations récoltées dans les différents documents consultés, d'attribuer au point des informations complémentaires comme la nature de l'objet érodé par exemple, quand celles-ci étaient disponibles. Les lignes qui suivent proviennent de quelques exemples extraits de la bibliographie. Les cartes synthétiques apparaissent à la fin du paragraphe.

Les données récoltées et disponibles proviennent de : (1) deux études réalisées par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc en 2008 et 2009, sur le linéaire côtier des communes de Carantec (2004) et Sibiril (2006), et (2) d'une étude menée sur le linéaire côtier des Côtes-d'Armor par Bonnot-Courtois et Lançon en 2004.

Sur la commune de Carantes, la visite sur le sentier du littoral, mené par le LRPC de Saint-Brieuc, a dénombré six mouvements de terrain littoraux de type glissement lent (redressement progressif de la végétation), dans des formations superficielles de type dépôts de pente ou « head » (Illustrations 25 et 26).



Illustration 25 : Localisation des glissements au Nord de Ty Nod, Carantes, (LRPC 2004).

Ces mouvements de terrain affectent le sentier du littoral se situent au Nord du Lieu-dit Ty Nod, et le mode de fonctionnement semble être celui de l'infiltration des eaux de pluie sur le versant qui déstabilisent les formations meubles situées sur une pente non équilibrée.



Illustration 26 : Glissements lents sur le sentier du littoral sur la commune de Carantes au Nord du lieu-dit Ty Nod, et arbres inclinés vers l'aval (LRPC 2004).

La seconde étude réalisée par le LRPC est localisé sur la commune de Locquirec. Sur le linéaire de côte qui a été ausculté, il ne semble y avoir qu'un seul glissement du même type que ceux décrits ci-dessus mais de plus grande largeur (Illustration 27)



Illustration 27 : Glissement de terrain sur Locquirec (LRPC 2006).

Ce mouvement de terrain est situé sur les falaises de formations géologiques meubles, qui bordent le Sud de la plage de Porz Biliec. Alors que ceux de Carantec, étaient des mouvements lents, celui-ci semble être un glissement de terrain caractérisé par le déplacement relatif brutal. Il correspondrait à un glissement de type « glissement circulaire ou rotationnel ».

La troisième étude est d'envergure, son emprise est celle de tout le linéaire côtier du département des Côtes-d'Armor. Sur une demande de la DDTM des Côtes-d'Armor, Le laboratoire de géomorphologie marine de Dinard - CNRS a réalisé une cartographie de la géomorphologie du trait de côte, et le relevé d'observation ayant pour thématique les aléas littoraux.

Ces relevés pouvaient être :

- soit des mouvements de terrain,
- soit des brèches ou traces d'érosion,
- soit du piétinement de massifs dunaires.

La géomorphologie côtière intégrait la nature des ouvrages anthropiques, et classait les falaises en deux catégories : dure ou meuble. Les pans de falaises vifs et sur lesquels il n'était pas possible d'individualiser un mouvement de terrain, ont été cartographiés comme étant en érosion.

L'illustration ci-dessous (28), est un extrait du travail réalisée par Bonnot-Courtois et Lançon en 2004. Le support à leur cartographie a été les cartes topographies de l'IGN au 1/25 000. Hélas, ce travail important n'a pas été géoréférencé et bancarisé sous la forme d'un SIG (Système d'Information Géographique). De cette étude, ont été extraites et géoréférencées, les observations ponctuelles d'aléas littoraux.

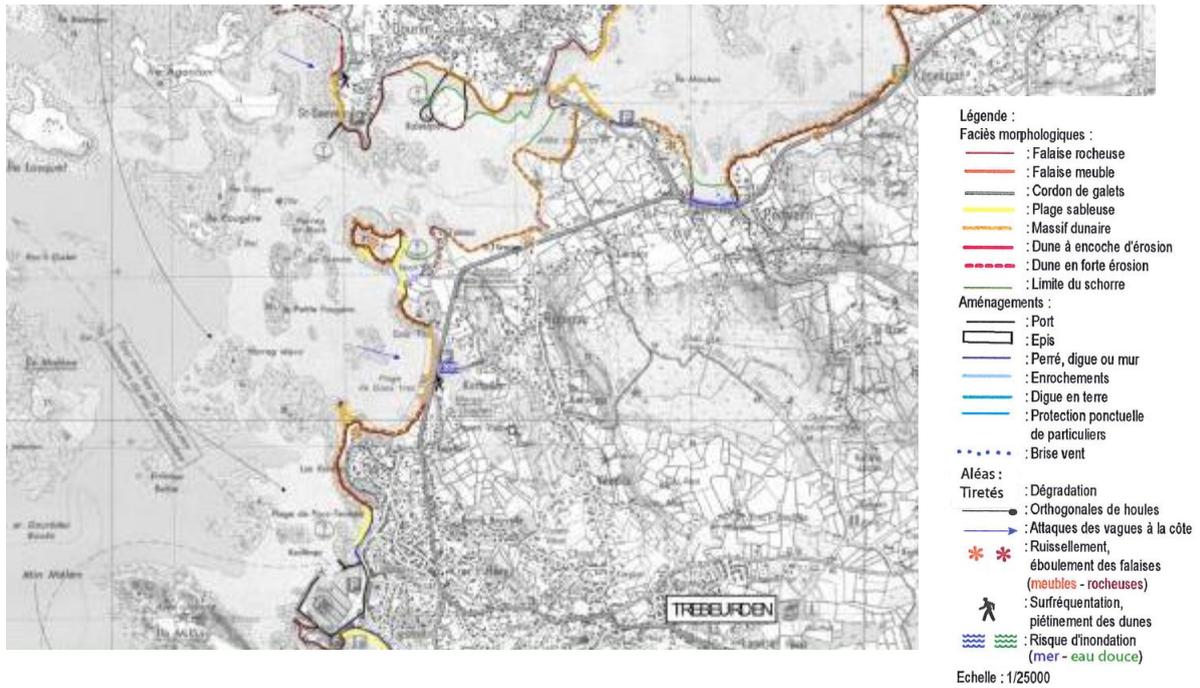


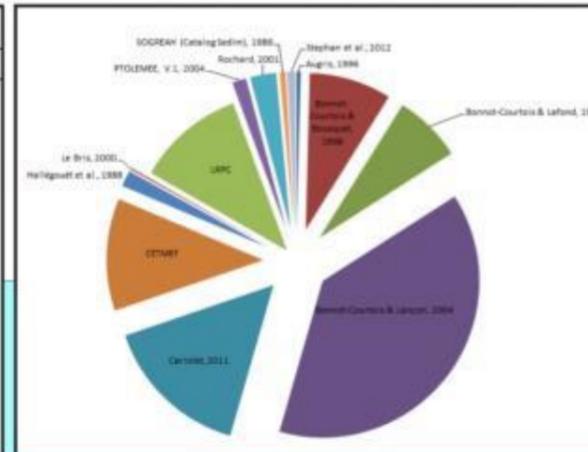
Illustration 28 : Extrait de l'étude du Laboratoire de géomorphologie marine de Dinard, géomorphologie du trait de côte et relevés ponctuels.

L'ensemble des informations récoltées sont synthétisées sur la carte qui suit (illustration 29).



Légende des aléas ponctuels extrait de la bibliographie

Aléa	Eff.
● Accretion	(2)
◆ ChuteBlocs/Eboul	(9)
◆ ChuteBlocs/Eboul_FalMeubl	(127)
◆ ChuteBlocs/Eboul_FalRoch	(22)
▲ Erosion	(201)
≡ Erosion_Submersion	(1)
■ Glissement	(24)
■ Glissement_FalMeubl	(5)
▲ Pietinement	(1)
≡ Submersion	(91)



Synthèse bibliographique des aléas littoraux ponctuels du compartiment C5



Illustration 29 : Synthèse bibliographique des aléas littoraux ponctuels du compartiment C5.

3.2.3. Les linéaires en érosion ou en accrétion du compartiment C5

Pour les secteurs de linéaire de côte en érosion ou autre, il a aussi été possible grâce aux informations récoltées dans les différents documents consultés, d'attribuer au trait de côte une vitesse d'érosion ou d'accrétion, quand celles-ci étaient disponibles mais aussi la nature de celui-ci. Les lignes qui suivent proviennent de quelques exemples extraits de la bibliographie. Les cartes synthétiques apparaissent à la fin du paragraphe.

Le catalogue sédimentaire des côtes français (1987), mentionnait qu'en général, la bordure littorale des 2 baies n'évoluait que très peu, car leurs côtes sont constituées de matériaux durs. Cependant, les cordons littoraux et les falaises de « heads » ou de dépôts de pente, situées en fond de baie étaient en érosion (L.C.H.F., 1987). Les endroits les plus sensibles mentionnés dans le catalogue étaient :

- la presqu'île de Carantec (baie de Morlaix) avec une vitesse de recul de 0,2 m/an ;
- l'anse de Terenez à Plougasnou (baie de Morlaix) ;
- et le moulin de la Rive à Locquirec (baie de Lannion), avec une vitesse de recul de 0,5 m/an.

Ces faits étaient confirmés par les observations de Chantraine (1986), en baie de Morlaix, où les formations meubles antérieures (plages anciennes, coulées de solifluxion, sables dunaires) étaient détruites et remaniées par la mer.

Pinot (1995) constatait que plusieurs étendues sableuses avaient, depuis deux siècles, des évolutions positives non négligeables autour de la Baie de Lannion, malgré des dunes très modestes, à la fois peu élevées et peu étendues. Cinq massifs sableux étaient pris en exemple, tels que du Sud-Ouest au Nord-Est (Illustration 30) :

- la plage du fond de Baie, ou de l'île -blanche, en Locquirec (Finistère) qui s'est élargie d'une soixantaine de mètres depuis le XVIIIe siècle. Cet engraissement important n'a pas empêché la construction d'un enrochement, décidé à la suite d'un petit recul saisonnier ;
- la plage de Saint-Michel-en-Grève qui s'est épaissie de près de 2 m depuis une douzaine d'années ;
- l'estuaire du Léguer qui s'était enrichi en sable entre 1774 et 1952 ;
- la plage de Goastrez, en Trébeurden, remplaçant deux flèches opposées que séparait une passe colmatée par des apports appréciables de sable ;
- la plage de Toul Bihan en Trégastel, cordon dunaire constitué, après 1774, à 80 m en avant de l'ancien rivage.

Cependant, l'auteur précise que si cette accrétion sur du long terme (c'est-à-dire depuis le levé de la carte des Ingénieurs Géographes du Roi, en 1774), semble installée, elle peut être coupée de phases de recul, qui peuvent conduire à la hâte, à réaliser des aménagements infondés.

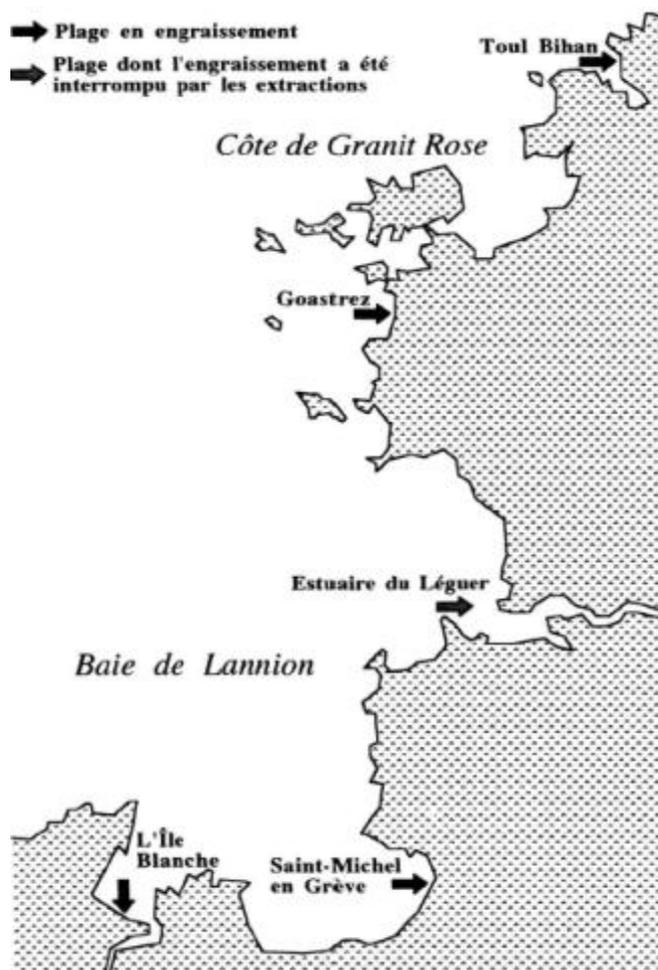


Illustration 30 : Plages en voie d'engraissement autour de la baie de Lannion relevé par Pinot (1995).

L'ensemble des sites de Pinot sont cependant situés à des embouchures de cours d'eau et chacun des sites a bénéficié d'un aménagement.

Sur l'un des sites cités ci-dessus de Pinot (1995) : le site de Roscoat, Suanez et al., (2001), ont réalisé un suivi de ce site à travers l'analyse des profils de plage entre mai 1999 et février 2001. Les résultats montrent un comblement généralisé de la poche du Yar (Illustration 31), ce qui témoigne de l'importance des apports sédimentaires de 1 à 2 m d'accrétion suivant les secteurs. Pinot décrivait des houles réfléchies qui permettaient les dépôts de sable, et Suanez et al., écrivaient que les événements tempétueux de l'hiver 2001 avaient mis en évidence que l'aménagement du site remplissait son rôle car les grandes houles participaient au comblement. En revanche, les cordons dunaires voisins avaient toujours une tendance à l'érosion. Ainsi les dunes de Plestin-les-Grèves, montraient un recul entre 2000 et 2001, de 30 m, accompagné d'un abaissement de la plage de 1 m. Le matériel érodé allait alimenter la poche du Yar et la partie orientale de la baie sur la commune de Saint-Michel-en-Grève (Suanez et al., 2001) (Illustration 31).

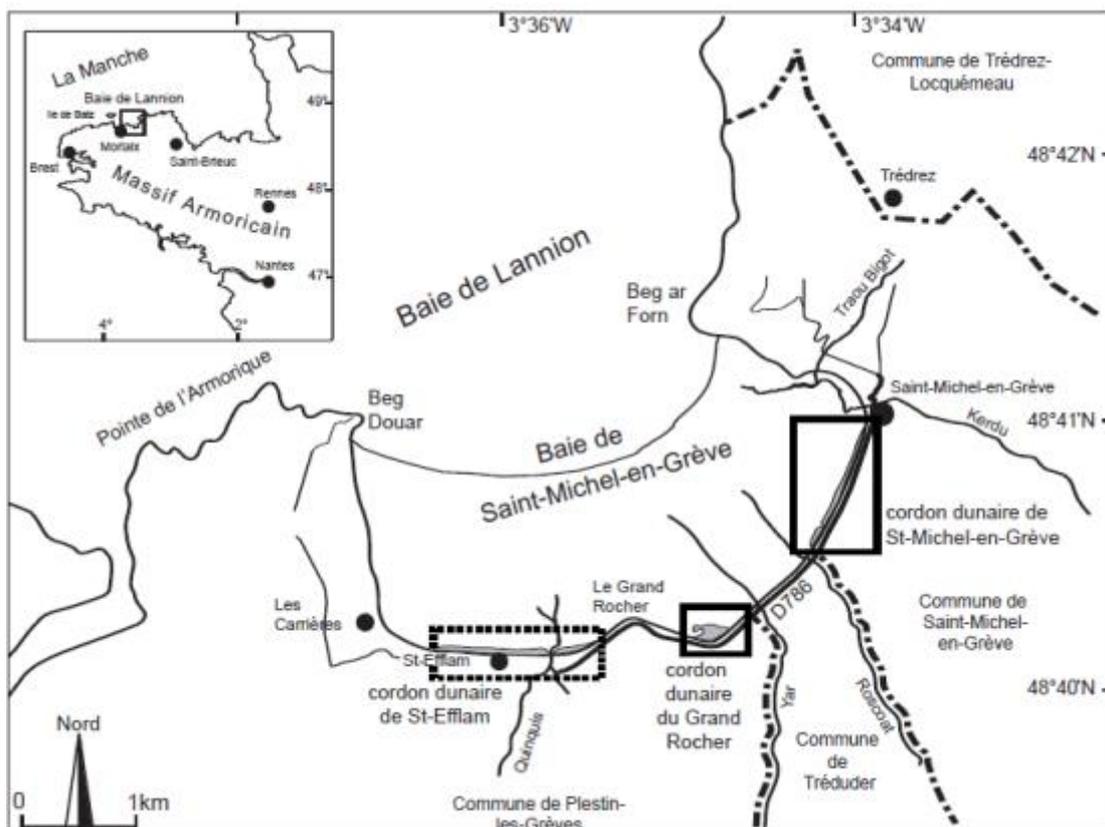


Illustration 31 : Carte de localisation des cordons dunaires en baie de Lannion (Suanez et Stephan, 2006).

De 1998 à 2005, l'étude de suivi, de ce secteur, s'est poursuivie par l'équipe du Géolittomer, et les résultats montrent que les dunes sont toujours en érosion avec un recul de 50 m du front de dune de Tréduder, entre mars 1998 et juin 2002 (Suanez et Stephan, 2003).

Entre juin 2003 et septembre 2004, la superficie dunaire de Tréduder avait augmenté de 240 m² mais le complexe dunaire principal était toujours en érosion. Ce gain de surface avait été réalisé par la construction d'un mini-cordon situé à l'Est de la cale d'accès à la plage (Illustration 33). Le haut de plage s'était de nouveau abaissé de 0.2 m particulièrement dans le secteur Ouest du cordon dunaire. Dans le même temps, le front de dune avait reculé de 4 à 10 m. La déperdition de matériel sédimentaire avait atteint 4 m³/ml (Suanez et Stéphan, 2005).

Les observations sur les dunes de Saint-Michel-en-Grève (Illustration 32), restaient identiques. Sur la même période, la surface avait augmenté de 3632 m² et aucune phase érosive n'avait été enregistrée. Le volume des apports sédimentaires avaient atteint 0,6 à 1 m³/ml (Suanez et Stéphan, 2005).

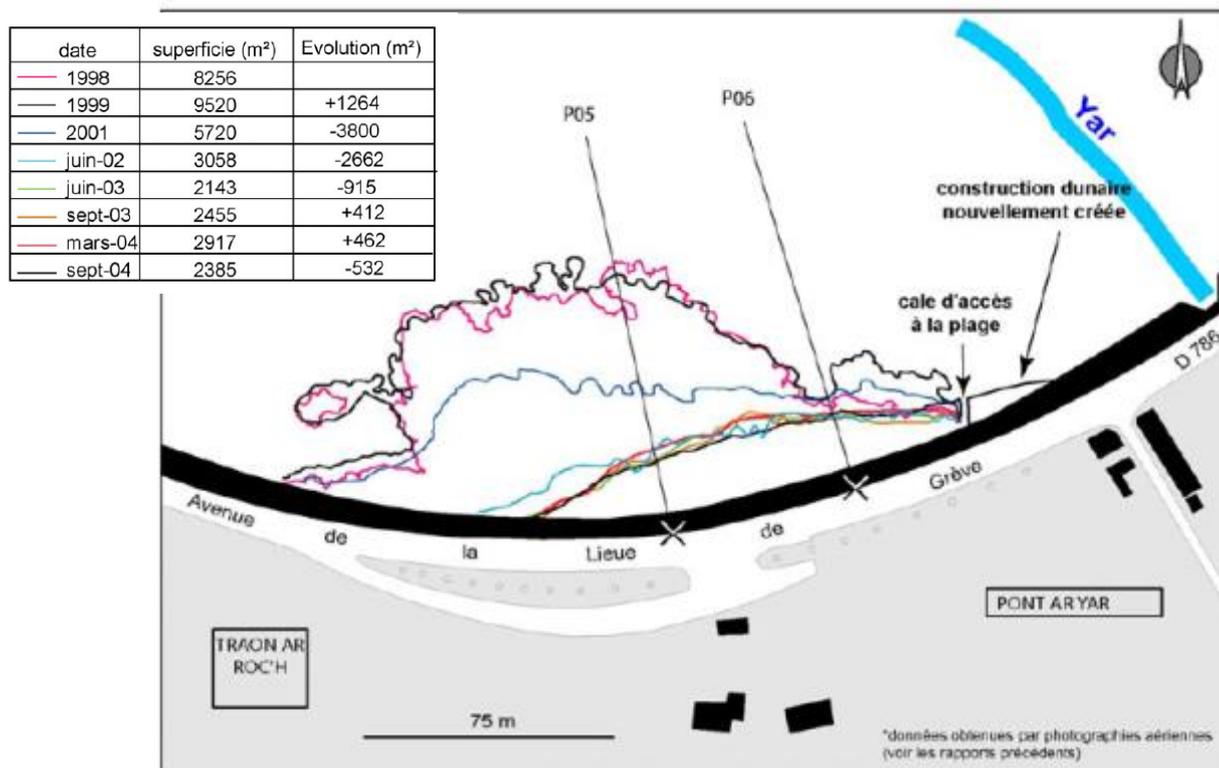


Illustration 32 : Évolution du front de dune entre le mois de février 1998 et le mois de septembre 2004 (Suanez et Stéphan, 2005).

Le secteur compris entre le Yar et Roscoat avait enregistré un exhaussement du haut de plage de 0.1 à 0.2 m. Le volume de sable accumulé était passé de 59 840 m³ en mars 2003 à 63 700 m³ en septembre 2004 (Suanez et Stéphan, 2005).

Les quantifications sédimentaires citées ci-dessus corroborent les observations de Pinot en (1995), qui écrivait que la plage de Saint-Michel-en-Grève s'était épaissie de près de 2 m depuis une douzaine d'années, à la suite de la construction d'un enrochement de part et d'autre de l'embouchure du Yar. Cet enrochement réfléchissait les houles, vers les côtés, ce qui repoussait le sable en direction de Saint-Michel-en-Grève où des dunes s'y étaient installées, là où la mer venait battre naguère le mur bordant la route.

Pinot (1995) avait aussi observé qu'à l'estuaire du Léguer, il y avait eu un enrichissement en sable entre 1774 et 1952 ; et qu'il était maintenant revenu à un état très proche de celui de 1774, mais seulement après qu'on en ait extrait environ 4 millions de tonnes de sable ; et que la plage de Goastrez, en Trébeurden ait remplacé deux flèches opposées par une passe, qui colmatée, conduisait au comblement d'un marais maritime, par la suppression du courant de chasse et ceci depuis la Révolution.

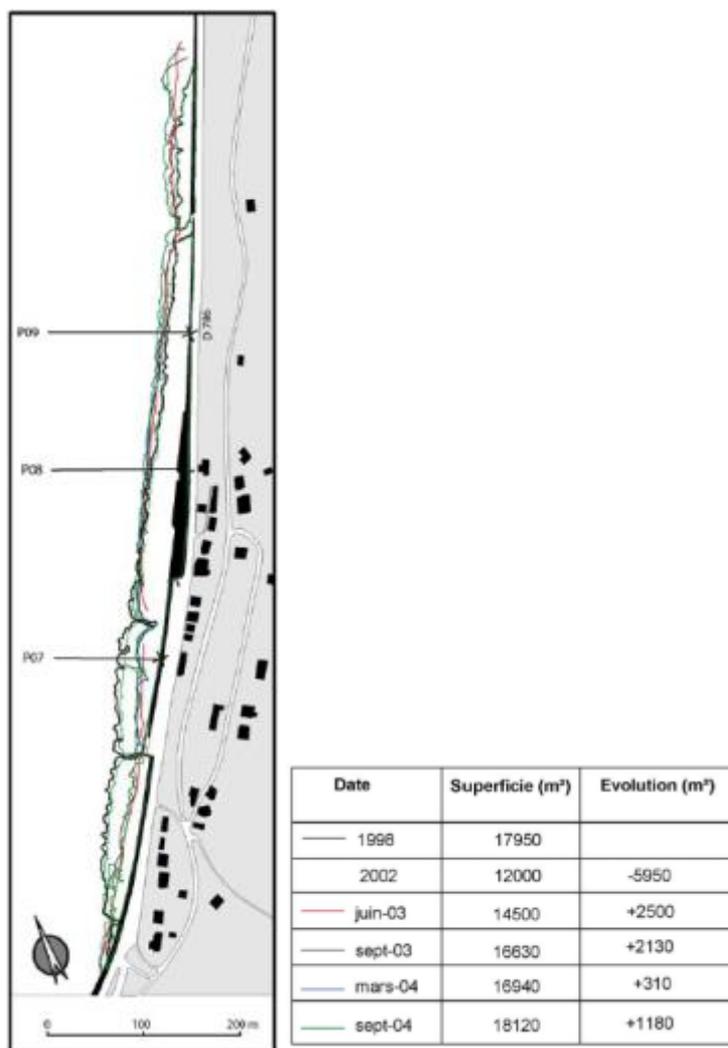


Illustration 33 : Évolution du front de dune de Saint-Michel-en-Grèves entre le mois de février 1998 et le mois de septembre 2004 (Suanez et Stéphan, 2005).

Le fond de la baie de Lannion semble avoir une tendance au comblement, mais il est possible que lors d'évènements tempétueux, des impacts puissent atteindre la côte (Illustration 33), comme se fût le cas lors de la tempête du 9 et 10 mars 2008.

La quantification des mouvements de matériaux de Suanez et Stéphan (2005), montre que ces apports sédimentaires seraient d'origine marine, et la conséquence du caractère morphodynamique hyper-dissipant de la baie de Saint-Michel-en-Grève, propice à la sédimentation. Ces mesures s'accordent avec les observations de Pinot (1995).

Comme pour le recensement des aléas ponctuels, ont été intégrés ici les linéaires de côte qui avaient été observés en érosion dans l'étude réalisée par le laboratoire de géomorphologie marine de Dinard - CNRS.

La géomorphologie côtière intégrait la nature des falaises en deux catégories : dure ou meuble et les pans de falaises vifs et sur lesquels il n'était pas possible d'individualiser un mouvement de terrain, ont été cartographiés comme étant en érosion (Illustration 30 ci-dessus, extrait du travail réalisée par Bonnot-Courtois et Lançon en 2004).

La synthèse des aléas littoraux du linéaire côtier du compartiment C5 : Baies de Morlaix et Lannion, est résumée dans les deux illustrations qui suivent (Illustration 34).



Synthèse bibliographique des aléas littoraux linéaires du compartiment C5

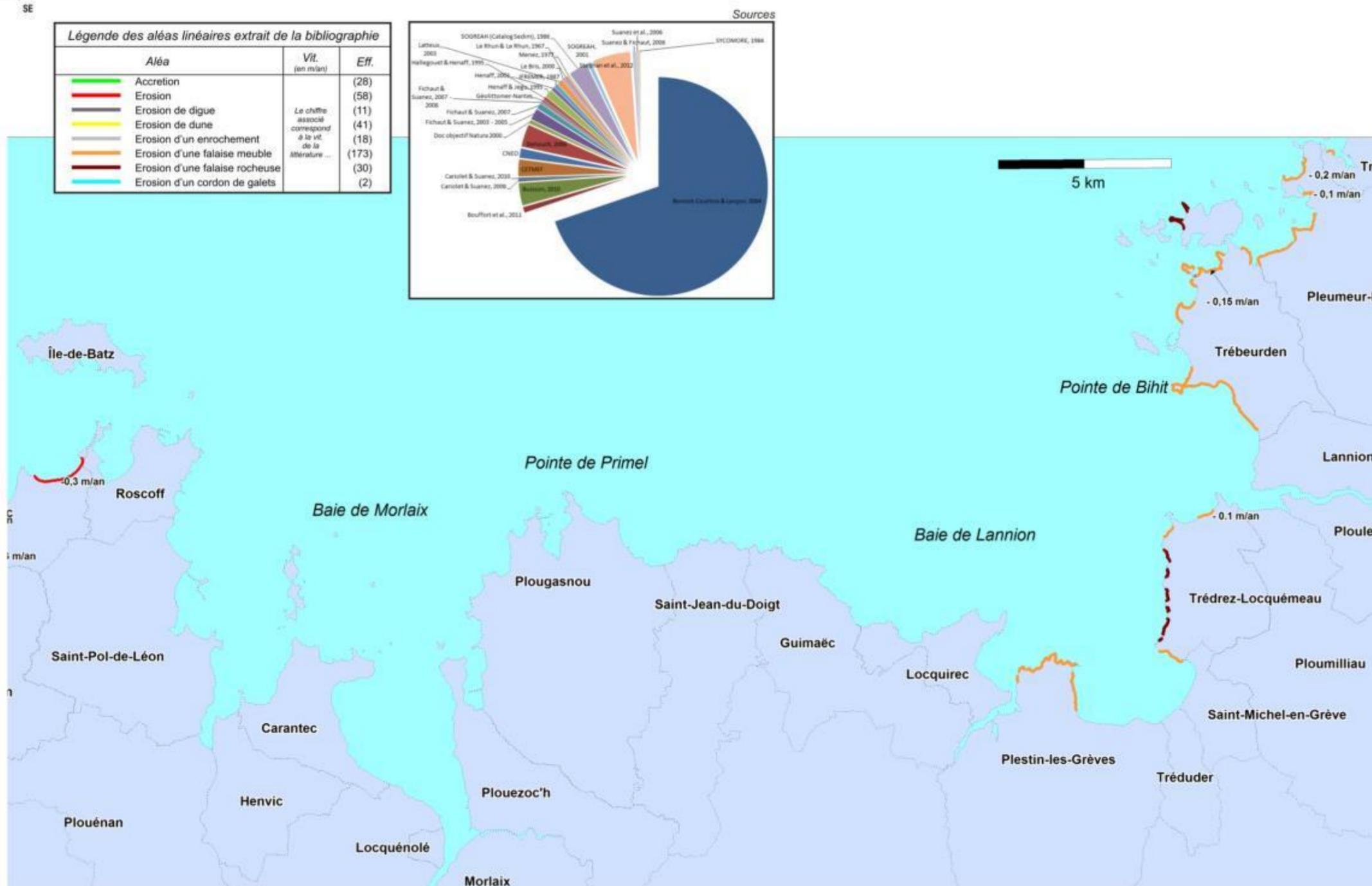


Illustration 34 : Synthèse bibliographique des aléas littoraux linéaires du compartiment C5.

3.2.4. Les Surfaces submergées sur le compartiment C5

Peu de documents cartographiques existent sur les submersions marines ayant pu avoir lieu, hormis deux secteurs tirés des travaux de thèse de J. M. Cariolet (2010).

Les informations recueillies sur le terrain par Cariolet, ont été intégrées dans un système d'information géographique (SIG).

Cette cartographie des zones inondées est déduite du maillage d'entretiens et/ou des marques physiques, des laisses de mer, qui délimitent la zone inondée, mesurées au DGPS, et intégrées au SIG.

Chaque hauteur d'eau mesurée sur le terrain est représentée par un figuré ponctuel (de nombreuses informations comme la hauteur d'eau du point sont intégrée dans la table attributaire). Enfin, les secteurs de franchissement et/ou de débordement sont représentés par un figuré linéaire (Illustration 35).

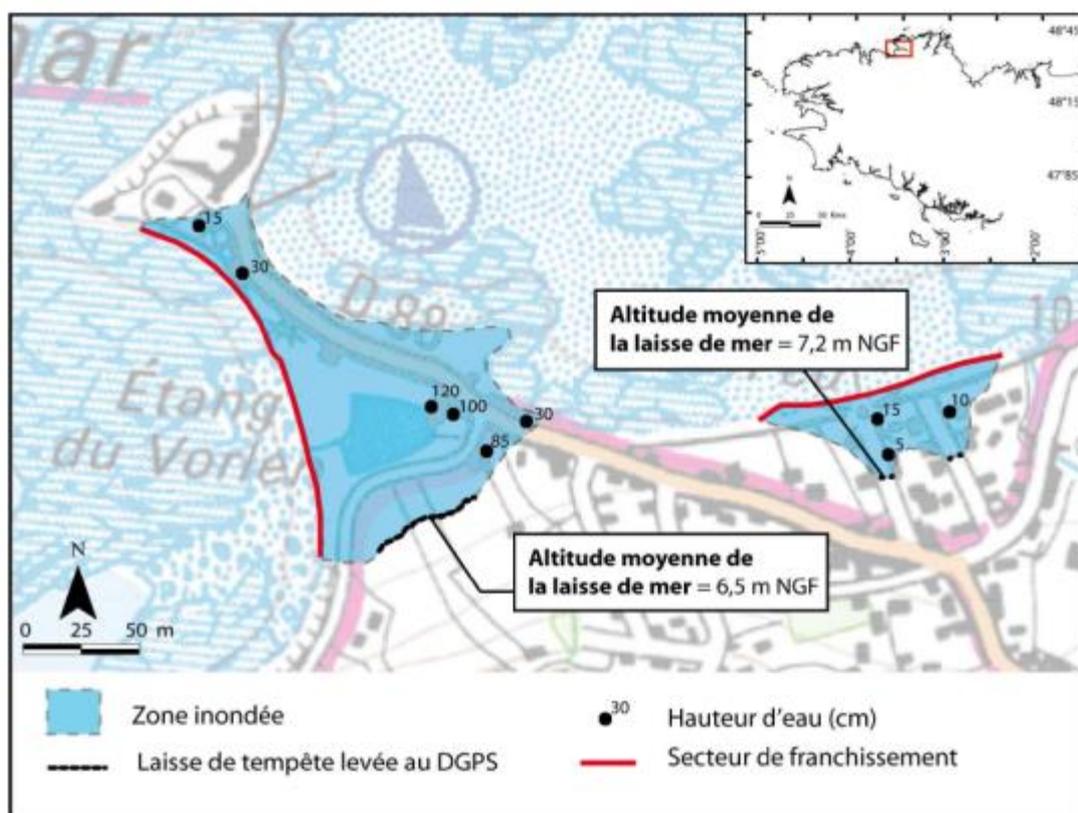


Illustration 35 : Localisation des zones inondées le 10 mars 2008 à Tredrez-Locquémeau (Côtes-d'armor) (d'après Cariolet, 2010).

4. Acquisitions de terrain (géomorphologie, prédisposition à l'érosion et cinématique du trait de côte)

4.1. « GÉOMORPHOLOGIE » DU TRAIT DE CÔTE

4.1.1. Éléments de méthodologie

Avant de pouvoir évaluer la prédisposition à l'érosion des côtes rocheuses, il a été nécessaire de déterminer et fixer quelles pouvaient être (1) les données possiblement utilisables et (2) sur quels éléments méthodologiques se baser, comme :

- quel trait de côte support de la géomorphologie ?
- quelle géologie pour ce trait de côte support ?
- quelle géomorphologie ?
- quels événements l'ayant détérioré utiliser ?
- enfin comment caractériser ces événements ayant trait à l'érosion de ce trait de côte ?

Quel trait de côte (TdC) support utilisé pour sa caractérisation « géomorphologique » ?

Deux possibilités cartographiques pouvaient être envisagées. L'utilisation d'un TdC déjà existant tel que le trait de côte HistoLitt V2.0 (TdCH) construit par le SHOM et l'IGN ou la création d'un TdC à partir de différents marqueurs géomorphologiques caractéristiques des côtes rocheuses et extraits d'images aériennes.

La première solution a été celle retenue car elle avait pour principal avantage de fournir un support cohérent avec une certaine homogénéité d'échelle et de précision (Description techniques des spécificités, SHOM/IGN 2007), pour les documents réglementaires.

Prenant pour hypothèse que le trait de côte correspond à la laisse des plus hautes mers dans le cas d'une marée astronomique de coefficient 120 et dans des conditions météorologiques normales (pas de vent du large, pas de dépression atmosphérique susceptible d'élever le niveau de la mer) ; le produit TdCH modélise cette entité théorique par un ensemble de polygones 2D.

Pour la région Bretagne, les sources sont : à 65,4 % le TDCBDTOPO, à 28,63 % le TDCBDORTHO et à 5,96 % le TDC25 000 (Illustration 36).

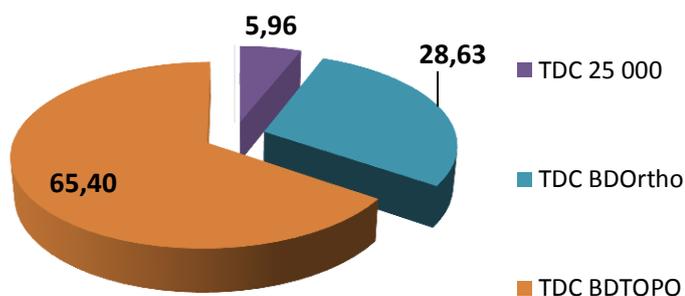


Illustration 36 : Sources composants le trait de côte HistolittV2.0 pour la Bretagne.

Caractérisation du trait de côte

Suite à des discussions lors de différents comités techniques, des options ont été ajoutées afin d'enrichir de TdC, comme notamment la présence de la nature de l'estran sur les côtes basses (sables, galets, graviers, sables et graviers), pouvant donner des indications sur la dynamique sédimentaire sur l'avant-plage, contributions apportées par Chantal Bonnot-Courtois et Alain Hénaff.

Le BRGM a proposé l'ajout d'un trait continental car avec un tel découpage des côtes bretonnes, comblées par des formations superficielles diverses (dépôts de pente de type « head », cordons de sable ou de galets), les vitesses de recul du trait de côte allaient tout autant elles aussi être très hétérogènes, mais qui se limiteront à l'étendu de ces formations dites superficielles.

Ainsi, la géomorphologie du TdC s'est structurée autour du trait de côte HistolittV2.0 par l'ajout d'un avant et d'un arrière Trait de côte, l'AvTDC pour l'estran et un ArTDC pour l'étendue de la formation superficielle considérée (Illustration 37).

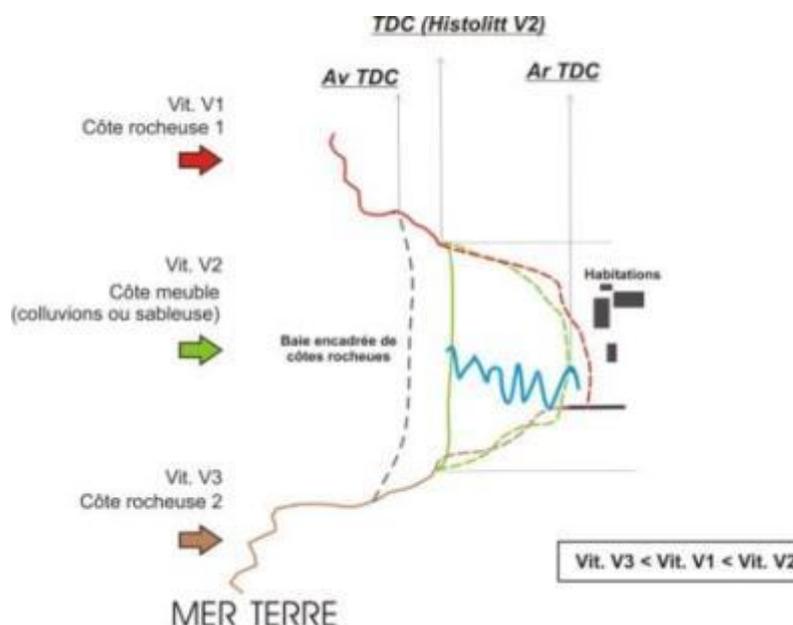


Illustration 37 : Schéma de principe de caractérisation du trait de côte.

Quelle géologie pour le Trait de côte des trois départements (22, 29 et 35) ?

Cette partie a été faite **en plusieurs étapes**.

La **première étape** a consisté en la **réalisation d'une carte géologique harmonisée pour les trois départements**.

À partir de la meilleure échelle disponible en France métropolitaine sur la géologie du sous-sol, celle du 1/50 000 des cartes géologiques de la France du BRGM, pour chaque département français, constitué en moyenne par plus d'une vingtaine de cartes géologiques, ont été harmonisées à cette même échelle (1/50 000), lors de la réalisation des cartes départementales des argiles pour la caractérisation de leur aléa en retrait et gonflement en période de sécheresse (Illustration 38).

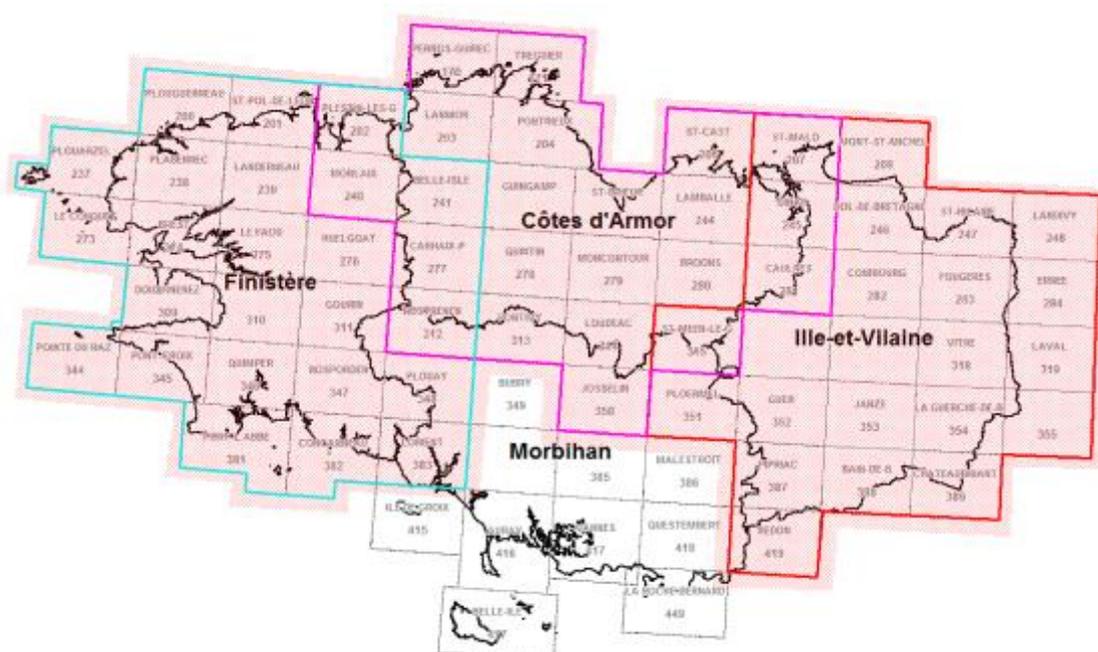


Illustration 38 : Patchwork des cartes géologiques au 1/50 000 pour les trois départements concernés (en rouge : harmonisation de l'Ille-et-Vilaine ; en rose : des Côtes-d'Armor et en bleu : du Finistère ; en surcharge : harmonisation des trois départements).

À partir de cette géologie homogène à l'échelle du département, il a été nécessaire de réaliser une harmonisation de ces trois cartes géologiques départementales harmonisées des départements du Finistère, des Côtes-d'Armor et d'Ille-et-Vilaine.

Ensuite, cette géologie sub-régionale a été affectée automatiquement par croisement entre elle et le vecteur du TdCH, dans un SIG.

À la géologie issue des cartes au 1/50 000 du BRGM, les investigations de terrain sont venues préciser la géologie des côtes basses et des côtes composées par des dépôts de pente meubles souvent cartographiés que parcimonieusement à l'échelle du 1/50 000.

La deuxième étape est venue compléter la première par **une acquisition de la géologie plus traditionnelle par l'utilisation d'une minute de terrain**.

Pour le littoral brétilain (Ille-et-Vilaine, 35) et celui du Finistère (29), à la méthodologie décrite ci-dessus d'attribution automatique d'une géologie au trait de côte, les investigations de terrain depuis l'automne 2012 à la fin de l'été 2013, sont venues corriger directement les

erreurs d'attribution automatique. Les précisions de terrain ont porté essentiellement sur les côtes basses, et les côtes meubles et sur l'attribution de secteur de roches altérées ou en érosion.

Pour le littoral des Côtes-d'Armor (22), il a été possible de s'appuyer sur une étude existante réalisée par Chantal Bonnot-Courtois et Gentiane Lançon (CNRS) sur la caractérisation de l'aléa érosion sur le littoral des Côtes-d'Armor, contenant sur tout le littoral costarmoricain à une précision au 1/25 000, la géomorphologie côtière, les aménagements et les aléas. Grâce au croisement des informations des cartes de cette étude, avec les cartes géologiques au 1/50 000 du BRGM et les investigations de terrains de l'été 2011 du BRGM, la géomorphologie a pu être affinée.

Lors des campagnes de terrain, des minutes de terrain ont été réalisées dont le support a été le Scan 25 de l'IGN, agrandi à l'échelle du 1/15 000 (Illustration 39).



Illustration 39 : Minute de terrain au niveau de Camaret-sur-Mer (29).

Ainsi de nombreuses informations qui ne figuraient pas sur les cartes géologiques, telles que la géologie (**roche saine ou altérée, côtes meubles** etc.), **les secteurs en érosion, la nature de l'estran ou encore les extensions des formations meubles, ont pu être retranscrits**. Ces observations de terrain ont donc permis un enrichissement supplémentaire **avec secteur sain et altéré ou encore en érosion ou pas**.

Pour des commodités cartographiques de rendu à l'échelle du 1/15 000, l'avant trait de côte a été positionné sur le « 0 » NGF des Scan25IGN. Sa nature (sableuse, à galets, vaseuse, rocheuse) a pu être définie grâce aux investigations de terrain sur le Finistère et l'Ille-et-Vilaine, et en s'appuyant sur les cartes de l'étude de C. Bonnot-Courtois, complétée par les images satellites en libre accès sur <http://www.bing.com/maps/> ou <https://www.google.fr/maps>.

Enfin, l'arrière trait de côte, comme l'extension des formations superficielles a été le plus délicat à tracer. Les cartes géologiques au 1/50 000 sont venues apporter l'information de présence ou pas, mais le tracé s'est appuyé sur les Scan25IGN et sur l'interprétation à partir de l'analyse de la végétation, de l'occupation des sols des images satellites (<http://www.bing.com/maps/> ou <https://www.google.fr/maps>).

La **troisième étape importante**, a été la **simplification** de cette géologie des trois départements.

Avec 475 caissons ou polygones correspondants chacun à une formation géologique, il n'était pas possible de réellement faire une analyse sur les prédispositions de tant de formations géologiques à l'érosion.

Un **travail de simplification de la géologie** a permis le regroupement de ces 475 formations géologiques en :

- **11** formations géologiques pour les côtes rocheuses,
- et **14** formations géologiques pour les côtes meubles.

Le regroupement des formations géologiques des côtes rocheuses s'est faite sur :

- la lithologie (regroupement des formations géologiques de même nature ou de la même famille), tel que : les leucogranites, granites et granodiorites ou l'ensemble des formations géologiques volcaniques acides, ou encore des alluvions avec les colluvions ou dépôts de pentes périglaciaires ;
- l'expertise du géologue régional ;
- la connaissance du comportement mécanique des formations géologiques, comme le Module de Young et le Coefficient de Poisson (Illustration 40) ;

<i>Matériau</i>	<i>Module de Young E (GPa)</i>	<i>Coefficient de Poisson ν</i>
Granite	10 – 80	0.25 – 0.35
Basalte	20 – 70	0.25 – 0.35
Quartzite	30 – 90	0.12 – 0.15
Gneiss	10 – 60	0.25 – 0.35
Schiste	7 – 50	0.15 – 0.20
Calcaire très compact	60 – 80	0.25 – 0.35
Calcaire compact	30 – 60	0.25 – 0.35
Calcaire peu compact	10 – 30	0.25 – 0.35
Calcaire tendre	2 – 10	0.25 – 0.35
Marne	0.05 – 1	0.25 – 0.35
Grés	5 – 60	0.25 – 0.35
Molasse	1.5 – 5	0.25 – 0.35
Marbre	80 – 110	0.27 – 0.3
Gypse	2 – 6.5	0.27 – 0.3

Illustration 40 : Module de Young et coefficient de Poisson pour quelques familles de roches (Mestat, 1993).

- et sur le comportement des minéraux des formations géologiques face à l'altération comme par exemple l'ordre établi par Goldich (1938) de résistance des minéraux à l'altération (Illustration 41).

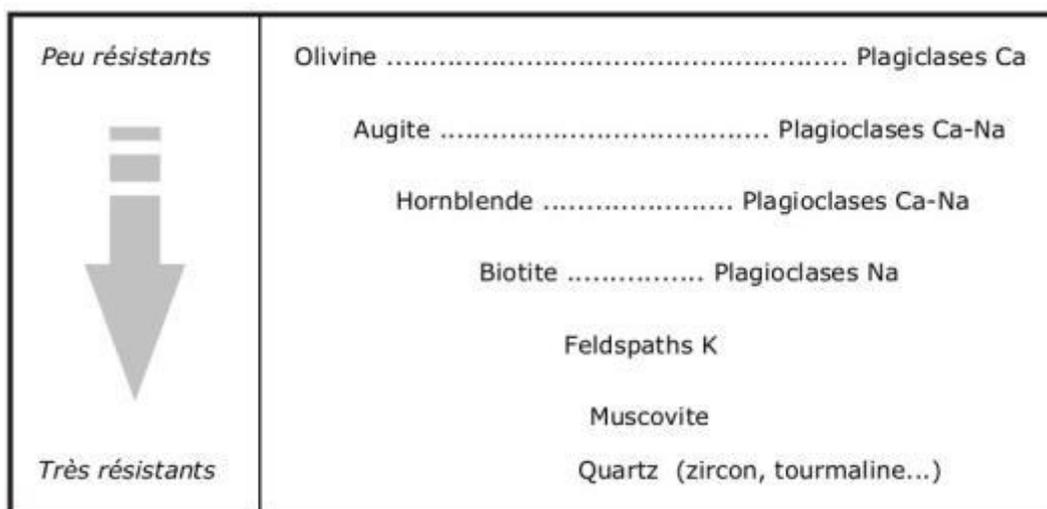


Illustration 41 : Ordre de résistance des minéraux à l'altération (Goldich, 1938).

4.1.2. La « géomorphologie » du trait de côte des trois départements

Synthèse générale

Cette cartographie (1) de la géologie des côtes à falaises et de la géomorphologie/géologie des côtes d'accumulation, du trait de côte, précise au 1/15 000, permet de dresser un état des lieux du trait de côte des trois départements (d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère).

Pour un **linéaire total de côte** de **2071,5** km étudié, le trait de côte est composé à **25,8** % d'**aménagements anthropiques** (digues, murs, épis, quais etc.), soit un linéaire de **534,8** km.

Les **côtes naturelles** sont composées de **486,19** km de **côtes meubles** (alluvions estuariens, colluvions de pente, côtes d'accumulation sableuses et à galets etc.), soit **23,46** % et de **1 051,5** km de **côtes rocheuses**, soit **50,74** % (Illustration 42).

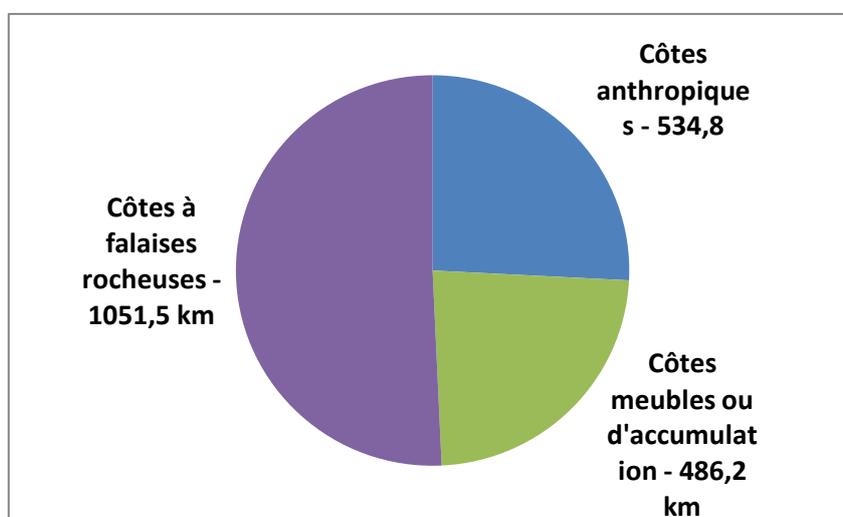


Illustration 42 : Synthèse du linéaire côtier étudié pour les départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère.

L'identification sur le terrain de linéaire interprété en érosion (sur les côtes meubles comme rocheuses), permet de dresser ce bilan de **230,93** km de côte **en érosion** soit **11,14** %.

Pour les **côtes rocheuses**, le linéaire en érosion est de **77,84** km, soit **7,40** %, alors que pour les côtes meubles, le linéaire en érosion est de **153,06** km en érosion, soit **31,49** %.

Pour la partie anthropique de ce linéaire côtier sur les **534,8** km, **7,7** km soit sur **1,4** %, a été observé endommager.

Synthèse par formations géologiques littorales

Pour l'ensemble des trois départements, il a été possible de caractériser :

- les différents linéaires de côtes rocheuses sains et altérés,
- les différents linéaires de côtes rocheuses comme meubles en érosion ou pas.

Le linéaire des côtes rocheuses des trois départements est constitué (Illustrations 43 et 44) :

1. de **roches** de la famille des **granites** (**459** km),
2. suivi de **261** km de côtes de **roches métamorphiques** (des micaschistes, gneiss aux migmatites),
3. **156** km de **roches sédimentaires déformées (schisto-gréseuses)**,
4. **63** km de roches de type grès **armoricain**,
5. **33** km de **roches plutoniques à volcaniques basiques**,
6. **27** km de différents **filons rocheux**,
7. **23** km de **roches métamorphiques basiques**,
8. **14** km de **roches volcano-sédimentaires**,
9. **11** km de **roches volcanites et métavolcanites acides**,
10. et enfin « *anecdotiquement* » **0.4** km de **roches quartzitiques ou localement mylonitiques**.

		en km	altéré	en érosion	altéré en érosion	Total	Roch alt./Roch saine		En érosion/Non érodé	
							en %		en %	
Trait de côte (total 22, 29 et 35)										
Falaises rocheuses et meubles	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	0,08	8,41	0,04	4,17
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	0,09	8,58	0,06	6,36
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	0,16	16,34	0,15	14,97
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	0,25	25,07	0,23	22,59
	Roches de type grès armoricain	61,33	0,84	0,88	-	63,05	0,01	1,35	0,01	1,42
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	0,02	2,25	-	-
	Roches plutoniques à volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	0,40	39,58	0,31	31,48
	Roches volcanites et métavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	0,02	2,05	-	-
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	-	-	-	-
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	-	-	-	-
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	-	-	1,22	121,96

Illustration 43 : Tableau des formations géologiques littorales simplifiées des côtes rocheuses des départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère (sont présents les linéaires altérés, sains et érodés).

Les formations géologiques qui finalement apparaissent avec un faible linéaire, avaient été extraites des 475 de l'harmonisation géologique des trois départements et retenues car elles pouvaient constituer des hétérogénéités : points résistants ou meubles pouvant être le siège d'aléa ponctuel.

Enfin, les formations géologiques de type **dépôts de pente (des colluvions aux alluvions)**, qui correspondent à des falaises d'altitudes variées entre 1 m à 15/20 m, et qui

correspondent à une géomorphologie intermédiaire entre les côtes rocheuses et les côtes meubles, font un linéaire côtier de **167 km**.

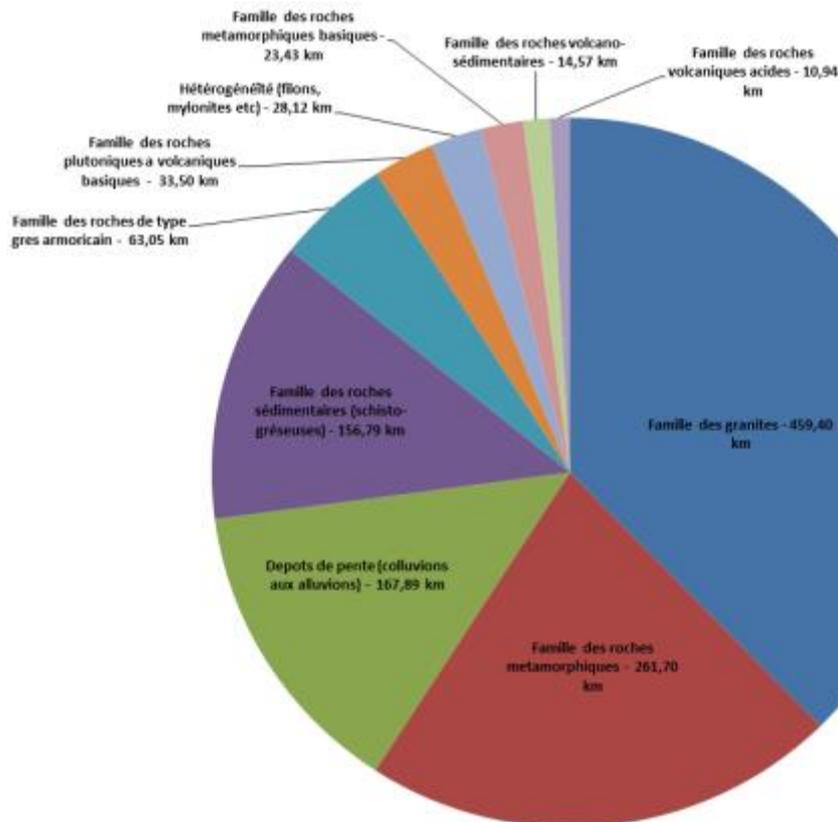


Illustration 44 : linéaire en kilomètre des différents linéaires de côtes rocheuses.

Synthèse sur l'altération des formations géologiques littorales

Un **rapport entre le linéaire altéré et sain (non altéré)**, a été réalisé afin d'avoir une image du degré d'altération des différents linéaires de côtes rocheuses, (Illustration 45).

Les formations géologiques qui présentent **un rapport [linéaire altéré/linéaire sain]** le plus important, sont les :

1. **roches plutoniques à volcaniques basiques** avec **39 %** de leur linéaire altéré,
2. suivies par les **roches sédimentaires (schisto-gréseuses)** avec **25 %**,
3. puis par les **roches métamorphiques basiques** avec **16 %**.
4. Les **roches granitiques et métamorphiques** ont un linéaire de côte altérée égal de **8 %** environ,
5. et enfin les **roches sédimentaires de type grès armoricain et volcano-sédimentaires** sont très peu altérées avec respectivement **1,35** et **2,25 %** de leur linéaire côtier.

Ces **résultats** confirment dans un premiers temps, **l'ordre de résistance des minéraux à l'altération de Goldish (1938)**, mais dans un deuxième temps, montrent que pour les côtes rocheuses des trois départements, **si les roches composées de minéraux facilement altérables comme celles basiques sont les plus altérées, les roches contenant le plus de discontinuités intrinsèques comme acquises, sont elles aussi tout autant altérables** telles que les roches sédimentaires (schisto-gréseuses).

Synthèse sur l'érosion des formations géologiques littorales

• Sur les côtes rocheuses

La même démarche a été réalisée mais cette fois-ci par la réalisation d'un rapport entre **linéaire en érosion et « stable »** (Illustration 45). Les formations géologiques qui présentent **un rapport [linéaire en érosion/linéaire stable]** le plus important, sont les :

1. **roches plutoniques à volcaniques basiques** avec **31 %** de leur linéaire en érosion,
2. suivies par les **roches sédimentaires (schisto-gréseuses)** avec **22 %**,
3. puis par les **roches métamorphiques basiques** avec **14 %**.
4. Les **roches granitiques et métamorphiques** ont un linéaire de côte en érosion sensiblement identique avec respectivement **4,7** et **6,36 %** environ,
5. et enfin les **roches sédimentaires de type grés armoricain** ont un linéaire côtier en érosion faible de **1,42 %**.

Pour les formations géologiques restantes, leur linéaire n'a pas été observé en érosion.

Cependant, les dépôts de pente (des colluvions aux alluvions), présentent un linéaire en érosion supérieur à leur linéaire « stable », ce qui les place comme la formation géologique à falaises la plus mobile du littoral des trois départements avec 121 %.

Ces **résultats** confirment dans un premiers temps, **les données mécaniques qui caractérisent les différentes lithologies (Illustration 57, d'après Mestat, 1993)**, mais dans un deuxième temps, **bousculent ces premières confirmations en montrant un lien direct entre altération et érosion.**

Ainsi pour les formations géologiques des côtes rocheuses des trois départements (formation des dépôts de pente exclue), **les linéaires de roches en érosion se corrélient assez bien avec les linéaires de roches en altération, soulignant l'importance que l'altération peut jouer dans la mobilité des falaises, en diminuant leur résistance mécanique.**

• Sur les côtes meubles

Pour les côtes meubles ou à accumulation, tels que les cordons dunaires de sables ou de galets, les flèches etc. (Illustration 47), cette approche n'est pas des plus adaptées mais malgré tout **le rapport entre linéaire en érosion et « stable »**, montre que :

1. les **flèches de sable** sont des objets géomorphologiques très mobiles avec **99 %** en érosion,
2. suivies par les **cordons dunaires** (de sable), à **55 %**,
3. Les **plages adossées et autres plages** (plagettes), ont respectivement **14** et **10 %** de leurs linéaires en érosion,
4. et enfin les **cordons de galets** n'ont, eux, que **7 %** de leur linéaire observé en érosion.

	en km	altéré	en érosion	altéré en érosion	Total	En érosion/Non érodé		
Côtes basses et anthropiques	Cordon de galets	58,67	-	4,27	-	62,94	0,07	7,28
	Plage de galets	1,99	-	-	-	1,99	-	-
	Queue de comète de galets	0,10	-	-	-	0,10	-	-
	Fleche de galets	15,58	-	0,14	-	15,72	-	-
	Tombolo de galets	0,52	-	-	-	0,52	-	-
	Cordon de sable et galets	2,23	-	-	-	2,23	-	-
	Plage sablo-graveleuse	12,42	-	0,37	-	12,79	0,03	2,98
	Cordon dunaire sableux	83,29	-	46,02	-	129,31	0,55	55,25
	Fleche de sable	8,25	-	8,20	-	16,45	0,99	99,39
	Tombolo sableux	0,68	-	1,22	-	1,90	-	-
	Plage de sable (adossée)	3,08	-	0,44	-	3,52	0,14	14,29
	Plages autres (plagettes adossées etc.)	1,65	-	0,18	-	1,83	0,11	10,91
	Plages ou alluvions perches (sablo-graveleux)	4,80	-	-	-	4,80	-	-
	Marais maritime ou Estuaire	64,20	-	-	-	64,20	-	-
	Cote anthropique	527,15	-	7,65	-	534,80	0,01	1,45

Illustration 45 : Tableau des formations géologiques littorales simplifiées des côtes meubles des départements d'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère (sont présents les linéaires altérés, sains et érodés).

4.2. PRÉDISPOSITION A L'ÉROSION DES CÔTES A FALAISES

Pour évaluer la prédisposition à l'érosion, quatre critères ont été mis en place.

- 1 - le **rapport linéaire sain – linéaire en érosion** par formation géologique ;
- 2 - le **rapport linéaire saint – linéaire altéré** par formation géologique ;
- 3 - la **densité de mouvement de terrain au kilomètre linéaire** par formation géologique ;
- 4 - et la **densité de cavités au kilomètre linéaire** par formation géologique.

4.2.1. Le levé de terrain ayant trait à l'érosion

Pour le département des Côtes-d'Armor, le levé de terrain s'est fait pendant l'été 2011, et a été complété à l'hiver 2011-2012. Pour les autres départements (Ille-et-Vilaine et Finistère), le levé a été réalisé lors de l'automne 2012 et de l'hiver à la fin de l'été 2013. Seulement quatre agents ont arpenté les 2000 km environ de littoral.

Plusieurs types d'éléments ont été relevés :

1. l'ensemble des **mouvements de terrain** (cf. paragraphe ci-dessous sur la typologie mouvements relevés),
2. l'ensemble des **cavités** liées à l'action des vagues,
3. et pour les côtes anthropisées (aménagées), l'ensemble des **réparations** réalisées sur les ouvrages (quais, digues, épis) ou **impacts** (dommages) quand il était possible de les observer.

Afin d'accélérer ce processus d'acquisition des données, les agents étaient munis d'un **GPS** © **Trimble Juno 3B**, contenant déjà dans l'appareil, les bases de données nécessaires à renseigner pour une **acquisition numérique**.

L'acquisition numérique

Les données de terrain ont été acquises grâce à un GPS © Trimble Juno 3B (Illustration 46). Ce GPS permet :

- d'obtenir une précision en temps réel de 2 à 5m grâce au SBAS (Satellite-Based Augmentation System). Cette précision peut atteindre 1 à 3m grâce au post-traitement.

Ces précisions sont suffisantes pour permettre de localiser précisément les objets géographiques ;

- d'acquérir des données de trois types : des pointes, des lignes ou des surfaces.



Illustration 46 : GPS © Trimble Juno3B.

Préparations avant l'acquisition des données

Avant l'acquisition de nouvelles données, il est nécessaire de définir dans l'appareil le système de coordonnées géographiques, de la précision voulue ou attendue, ou encore du pas d'acquisition.

Préalablement, un dictionnaire d'attribut est défini en fonction de la nature de l'acquisition. Le dictionnaire d'attribut correspond à l'ensemble des caractéristiques ou observations (attributs) qui seront relevés sur le terrain et rattachées à l'objet géographique levé, et qui seront directement stockées en temps réel dans l'outil de saisi.

Il permet un travail uniforme d'un opérateur à un autre, avec par exemple, la possibilité de bloquer l'acquisition d'un attribut, tant que le précédent n'a pas encore été identifié. Ces attributs levés directement sur le terrain permettent un gain de temps car de l'acquisition terrain, l'opérateur peut passer directement à son système d'information géographique et à la gestion de ces champs attributaires.

Deux logiciels sont nécessaires pour l'acquisition des données.

Le logiciel © PathFinder, développé par la société © Trimble, est outre un véritable logiciel SIG, un logiciel dans lequel il est possible de créer les dictionnaires d'attributs mais aussi de réaliser un traitement différentiel des données acquises afin d'en améliorer la précision.

Le second logiciel ©Terrasync Pro, est un aussi SIG embarqué sur le GPS portable et qui permet la gestion des données géoréférencées (vecteurs, rasters, ponctuels), consultables directement sur le terrain pour aider à l'acquisition ou la mise à jour. © TerraSync Pro permet aussi la synchronisation de l'ensemble des données embarquées et des données préparées sur l'ordinateur de bureau.

Les données collectées sont de deux types, on distingue :

- les données ponctuelles telles que les mouvements de terrain, les cavités, les impacts ou les réparations d'ouvrage ou encore les observations ponctuelles diverses (brèche de cordons etc.) ;
- les données linéaires permettant de relever des pieds et les crêtes de falaise ou les limites de végétation sur les côtes meubles.

Acquisition des données

L'acquisition des données avec le © Trimble Juno3B, ne peut se faire qu'avec un minimum de quatre satellites connectés pour qu'à chaque point acquis, la précision soit la meilleure possible. La réception du signal peut être perturbée si l'opérateur se situe en pieds de falaise, et si celle-ci est située entre les satellites et l'opérateur. Pour la Bretagne, les falaises d'exposition nord, sont les moins bien-orientées pour une acquisition optimale. Les acquisitions trop proches de la surface de l'eau (de la mer) sont aussi perturbées par l'agitation de surface. Il est important que l'opérateur soit vigilant en surveillant la précision affiché par le GPS et la présence de la correction en temps réel active de l'appareil même s'il est possible de faire une correction des données en post traitement.

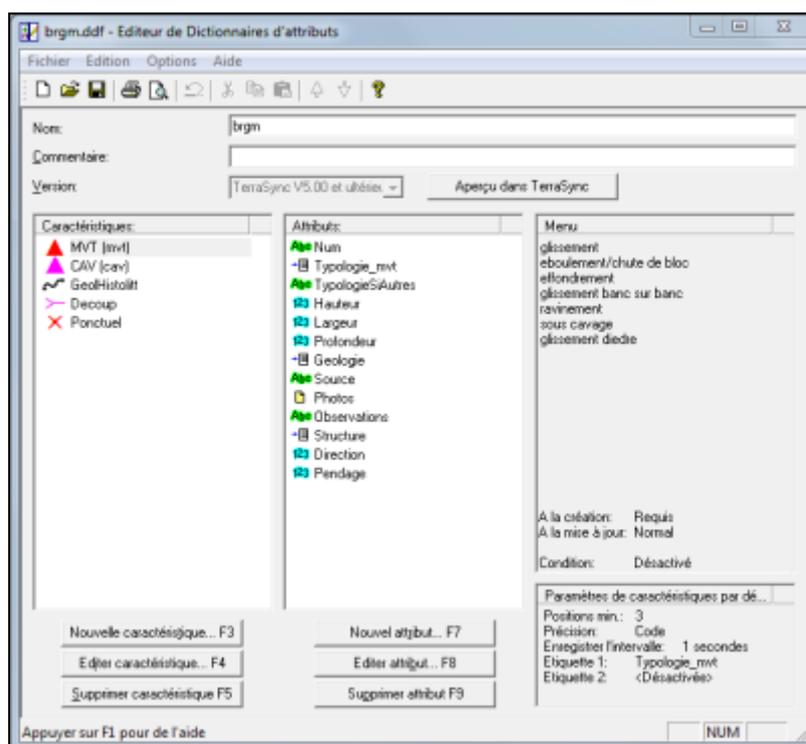


Illustration 47 : Dictionnaire d'attributs réalisé pour cette étude.

Après avoir transféré les données sur l'ordinateur grâce au logiciel © Pathfinder, celles-ci doivent être post-traitées. Ce post-traitement correspond à faire une comparaison à partir de l'heure et de la date d'acquisition des données avec la station GPS fixe la plus proche du secteur d'acquisition. Cette correction dite aussi « de différentielle », est une étape majeure qui permet d'améliorer considérablement la précision des mesures. Le post-traitement effectué, les données sont prêtes pour être exportées vers un SIG (Système d'Information Géographique) au format © Esri shapefile, ou mid/mif ou encore dxf, avec les champs attributaires prédéfinis dans le dictionnaire d'attribution (Illustration 47).

Au moment de l'acquisition des données, les différents champs attributaires du dictionnaire d'attribut prédéfinis tels que la typologie, la hauteur, la largeur et la profondeur ou encore la

géologie (roche sédimentaire, roches granitique, sable...), sont acquis avec le mouvement de terrain. Enfin d'autres informations comme la direction, le pendage de la structure tectonique principale responsable de l'objet géographique ainsi qu'une photographie et des éléments de précision viennent compléter les attributions du GPS (Illustration 47).

4.2.2. Synthèse des éléments relevés lors de la phase terrain

Les mouvements de terrain littoraux

• **La typologie des mouvements de terrain littoraux**

Une nomenclature des instabilités des falaises, dépendant de différents facteurs (principalement la géologie et la morphologie) et s'appuyant sur la nomenclature nationale utilisée lors des inventaires départementaux des mouvements de terrain (www.bdmvt.fr), a été établie pour le littoral des trois départements auscultés.

Les critères de définition concernent à la fois le type de mécanisme de déformation, de rupture et de déplacement des matériaux, le type de matériaux déplacés ainsi que le volume de matériaux déplacés.

Glissements de terrain (Illustration 48)

Les glissements de terrain correspondent à des déplacements de terrains le plus souvent meubles le long d'une surface de rupture.

Les facteurs de prédisposition sont différentes lithologies depuis le sol, à des massifs fracturés, des formations superficielles meubles. La géométrie du plan de glissement est fonction de la topographie.

Les facteurs aggravants sont souvent de fortes précipitations, des actions anthropiques en aval comme en amont, l'action des vagues en pied de falaise qui déblayent le bourrelet (Illustration 48).



Illustration 48 : Schéma de principe d'un glissement de terrain (Landevennec, 29).

Glissements banc sur banc (Illustration 49)

Les glissements banc sur banc correspondent à des déplacements de terrains le long d'une surface correspondant à l'inclinaison du plan stratigraphique des roches, orienté vers le vide.

Les facteurs de prédisposition sont différentes lithologies mais surtout des roches sédimentaires ayant été basculées ou plissées. La géométrie de la discontinuité est fonction de l'histoire géologique de la formation géologique en cause.

Les facteurs aggravants sont souvent de fortes précipitations, des actions anthropiques en aval comme en amont, l'action des vagues qui érode le pied de falaise (Illustration 49).



Illustration 49 : Schéma de principe d'un glissement banc sur banc (A : Binic, 22 ; B : Cap à la Chèvre, 29).

Glissements de dièdres (Illustration 50)

Les glissements de dièdres correspondent à des déplacements de terrains le long d'au moins deux surfaces (discontinuités), sécantes pour individualiser un élément (bloc, gros bloc etc).

Les facteurs de prédisposition sont différentes lithologies mais surtout des roches avec au moins deux générations de fracturation sécantes. La géométrie des discontinuités est fonction de l'histoire géologique de la formation géologique en cause, autant intrinsèque qu'acquise.

Les facteurs aggravants sont souvent de fortes précipitations, des actions anthropiques en aval comme en amont, l'action des vagues qui érode le pied de falaise (Illustration 50).



Illustration 50 : Schéma de principe d'un glissement de dièdres (A : Kerfany, 29 ; B : Plouha, 22).

Éboulement, chute de blocs (Illustration 51)

Les éboulements ou chutes de blocs sont des phénomènes rapides ou événementiels mobilisant des éléments rocheux plus ou moins homogènes avec peu de déformation préalable d'une pente abrupte jusqu'à une zone de dépôt.

Les facteurs de prédisposition sont la présence d'un massif rocheux, de conglomérats, et de nombreuses discontinuités : stratigraphiques, tectoniques.

Les facteurs aggravants sont souvent de fortes précipitations, des actions anthropiques en aval comme en amont et la végétation (Illustration 51).



Illustration 51 : Schéma de principe d'un éboulement/Chute de blocs
(A : Pointe du Van, 29 ; B : Planguenoual, 22).

Ravinement (Illustration 52)

Le ravinement est le résultat de l'érosion de la tête de falaise essentiellement. Il se produit surtout pour des têtes de falaises composées de formations géologiques meubles telles que des altérites (allotérites et isaltérites), des dépôts de pente ou une forte épaisseur de sols, par l'action des eaux météoritiques (Illustration 52).



Illustration 52 : Ravinement important des formations superficielles composées de sols sombres épais (1 m) sur un manteau latéritique (Cap à la Chèvre, 29).

Sous-cavage (Illustration 53)

Le sous-cavage est essentiellement présent en pied de falaise, et il est essentiellement lié à l'action des vagues. Le sous-cavage emprunte différentes hétérogénéités de la formation géologique en jeu, à partir du moment où celles-ci se situent au niveau de la mer. Il correspond au développement d'une érosion régressive frontale ou latérale, suivant des plans de fracturation, des plans de failles, des intrusions magmatiques mineures (filons de dolérites ou de quartz), des plans de stratification etc (Illustration 53).

Les tempêtes associées à de hauts niveaux marins sont des conjonctures favorables à leur formation.



Illustration 53 : Sous-cavage (A : secteur Saint-Coulomb, 35 ; B : Plouha, 22).

Effondrement (Illustration 54)

Les effondrements sont la conséquence de l'évolution prononcée du phénomène précédent qui aboutit à la rupture du toit d'une cavité souterraine qui s'est formée dans la zone d'action des vagues.

Les facteurs de prédisposition sont l'existence de discontinuités situées dans la zone d'action des vagues pour générer une cavité (dissolution, etc..) et la proximité de la surface (Illustration 54).

Les facteurs aggravants sont souvent les tempêtes associées à de hauts niveaux marins et de fortes précipitations.



Illustration 54 : Effondrement sur la bordure nord de l'anse de Dinan (Camaret, 29).

• Synthèse des mouvements de terrain

2 537 mouvements de terrain ont été recensés sur le littoral des trois départements. Leur répartition géographique se fait pour l'essentiel sur les falaises rocheuses mais aussi sur les falaises meubles composées soit de dépôts de pente soit de cordons dunaires sableux ou à galets.

96,50 % des volumes de ces mouvements de terrain font moins de **5 000 m³**, soit un effectif total de **52**

2,13 % des volumes font moins de **20 000 m³**, soit un effectif total de **54**, et **0,9 %** des volumes sont supérieur à **50 000 m³**, pour un effectif total de **23**, et enfin **4** sont inférieurs à **100 000 m³** et les **4** plus importants sont inférieurs à **167 000 m³**.

Les volumes mis en jeu augmentent avec l'augmentation des hauteurs de falaises. Ainsi c'est sur la presqu'île de Crozon dans le Finistère (29) (depuis le port de Morgat et jusqu'à la pointe des Espagnols) et sur la façade Ouest de la baie de Saint-Brieuc (sur la commune de Plouha, aux alentours de la pointe du même nom), que se situent les mouvements de terrain

les plus importants. Dans ces deux secteurs, les hauteurs de crête frôlent la centaine de mètres d'altitude à légèrement supérieur. Les figures ci-dessous illustrent quelques exemples pris sur la presqu'île de Crozon, de mouvements de terrain les plus importants (Illustration 55 A, B, C et D).

• Quelques mouvements de terrain importants ou particuliers

Les investigations de terrain ont permis d'observer quelques mouvements de terrain de tailles assez importantes ou présentant un caractère singulier.

En **A** (Illustration 55), à partir du Cap de la chèvre et allant vers le Nord sur la commune de Crozon, on remarque la présence de tête de glissement qui moutonnent la topographie. La stratigraphie est aval pendage (orientée vers la mer) et la partie supérieure de la falaise semble altérée.

Ces têtes de glissements se suivent sur environ une centaine de mètres, décrivant un mouvement de terrain de type glissement de 20 m de hauteur, 80 de large, aggravé par la topographie littorale, le déblaiement des matériaux glissés par la mer et les eaux de ruissellement.

En **B** (Illustration 55), les fameuses grottes de Morgat sur la commune de Crozon, sont le résultat de l'érosion le long de plans de fracturation / de failles, N070 et pentées vers la mer et de plans N020 verticaux perpendiculaires à la falaise.

Le travail de sape de l'action des vagues le long des plans N020, et l'orientation favorable au glissement des plans N070, entraînent la création des cavités au niveau des plus hautes mers, qui se matérialisent pas des effondrements.

En **C** (Illustration 55), au niveau de la pointe de Pen Hir (sur la commune de Camart-sur-Mer), le travail de l'érosion littorale le long de plans de fractures / failles sub Est-Ouest, rejoint la limite entre les grés armoricain très grésos-quartzitiques et une alternance de grés et schistes sombres.

Dès que la mer a franchi cette limite lithologique, elle génère des boutonnières d'érosion dans le matériel schisto-gréseux alors que les grés résistent. Ce processus d'érosion différentiel entre les grés s.s. et le matériel schisto-gréseux pourrait être à l'origine de la formation des fameux tas de pois.

Enfin en **D** (Illustration 55), depuis Camaret-sur-Mer en direction de la pointe des Espagnols, les falaises d'une altitude de 80 m environ, ont une orientation approximative N150, identique à la direction de la faille Kerforne.

Toujours suivant cette même orientation préférentielle, on remarque un bloc glissé de plusieurs centaines de mètres cubes.

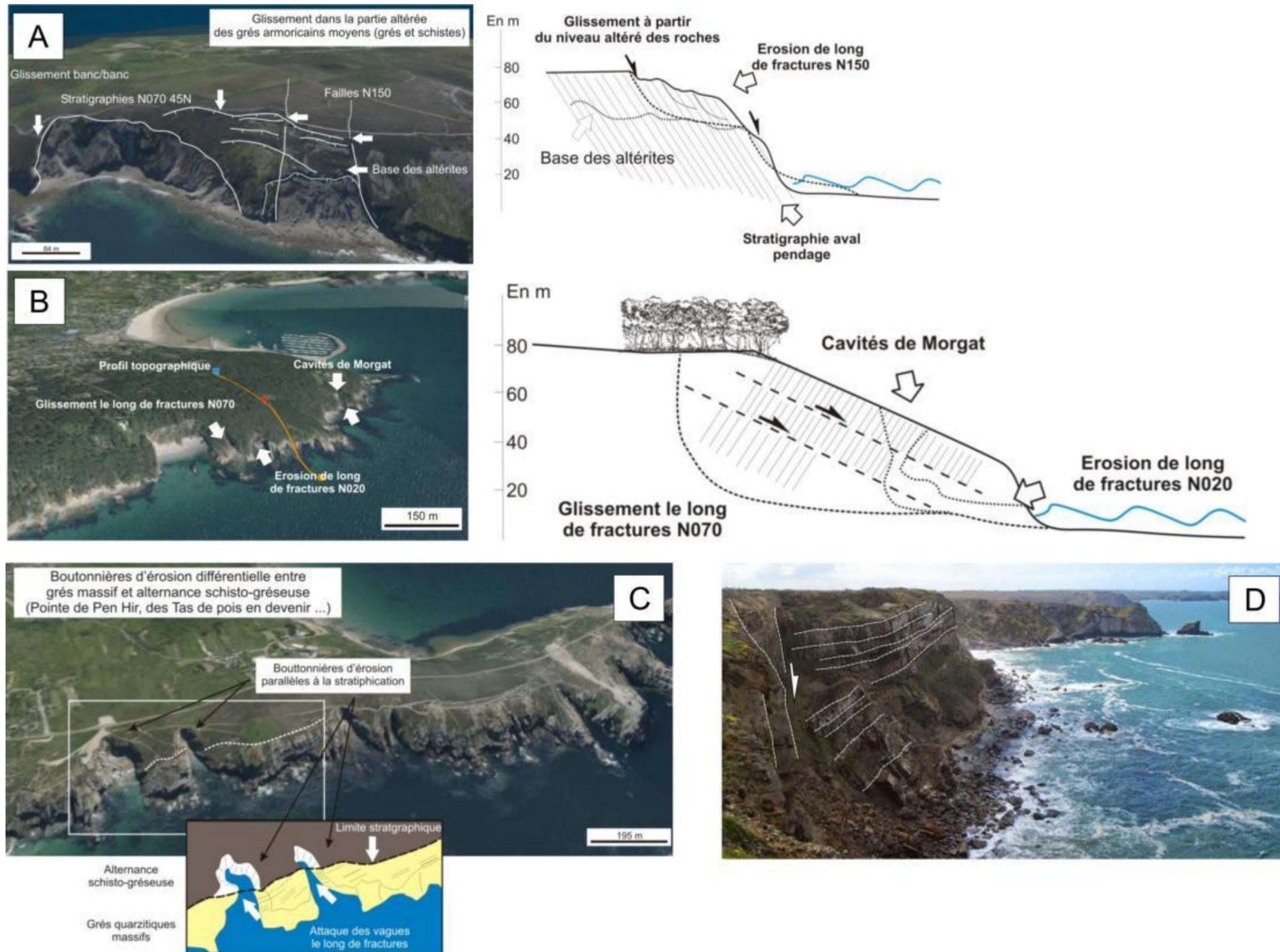


Illustration 55 : A : Glissement de terrain en tête de falaise sur la base des altérites meubles (Cap à la Chèvre, Crozon 29) ; B : Glissement le long de failles orientées vers le vide et formation de cavité dans la zone d'action des vagues (Morgat, Crozon 29) ; C : Erosion différentielle et formation de boutonnières d'érosion (Pointe de Pen Hir, Camaret 29) ; D : Bloc glissé de plusieurs milliers de m³, entre Camaret et la pointe des Espagnols (29), suivant un plan N150 satellite de la faille Kerforne.

Les cavités

1349 cavités ont été recensés sur le littoral des trois départements. Ces 1349 cavités correspondent à la compilation des cavités recensés lors des inventaires de cavités des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes et du Finistère terminés en 2010, et des investigations de terrain réalisées au cours de cette étude.

Géographiquement, elles sont surtout situées d'Ouest en Est, autours de la presqu'île de Crozon depuis le sud de la pointe du Raz jusqu'après la pointe Saint-Mathieu, dans les baies de Morlaix et Lannion, dans la baie de Saint-Brieuc et autours de la Rance.

Dès que l'altitude des côtes diminuent, le nombre de cavités lui aussi diminuent (Illustrations 52 à 53).

Les différentes observations

Lors des visites de terrain, différentes observations pouvant avoir un intérêt sur la connaissance des aléas littoraux, mais qui ne rentraient pas le cadre d'inventaires de mouvements de terrain ou de cavités, ont été recensées.

Ces différentes observations ont été de deux ordres. Celles correspondant sur les ouvrages de protection du littoral, à des impacts : brèche, fissures, détérioration etc. et celles correspondant à des réparations (bétonnage d'une structure en moellons (digue, quai, épi etc.), reflexion de joints, greffes etc.).

D'autres observations ont pu être faites, comme des enrochements précaires ou sauvages, des traces d'érosion ou d'overwash (traces de laisses de haute-mer etc.) ou encore du piétinements notamment sur les côtes meubles sableuses (Illustrations 56 à 57).

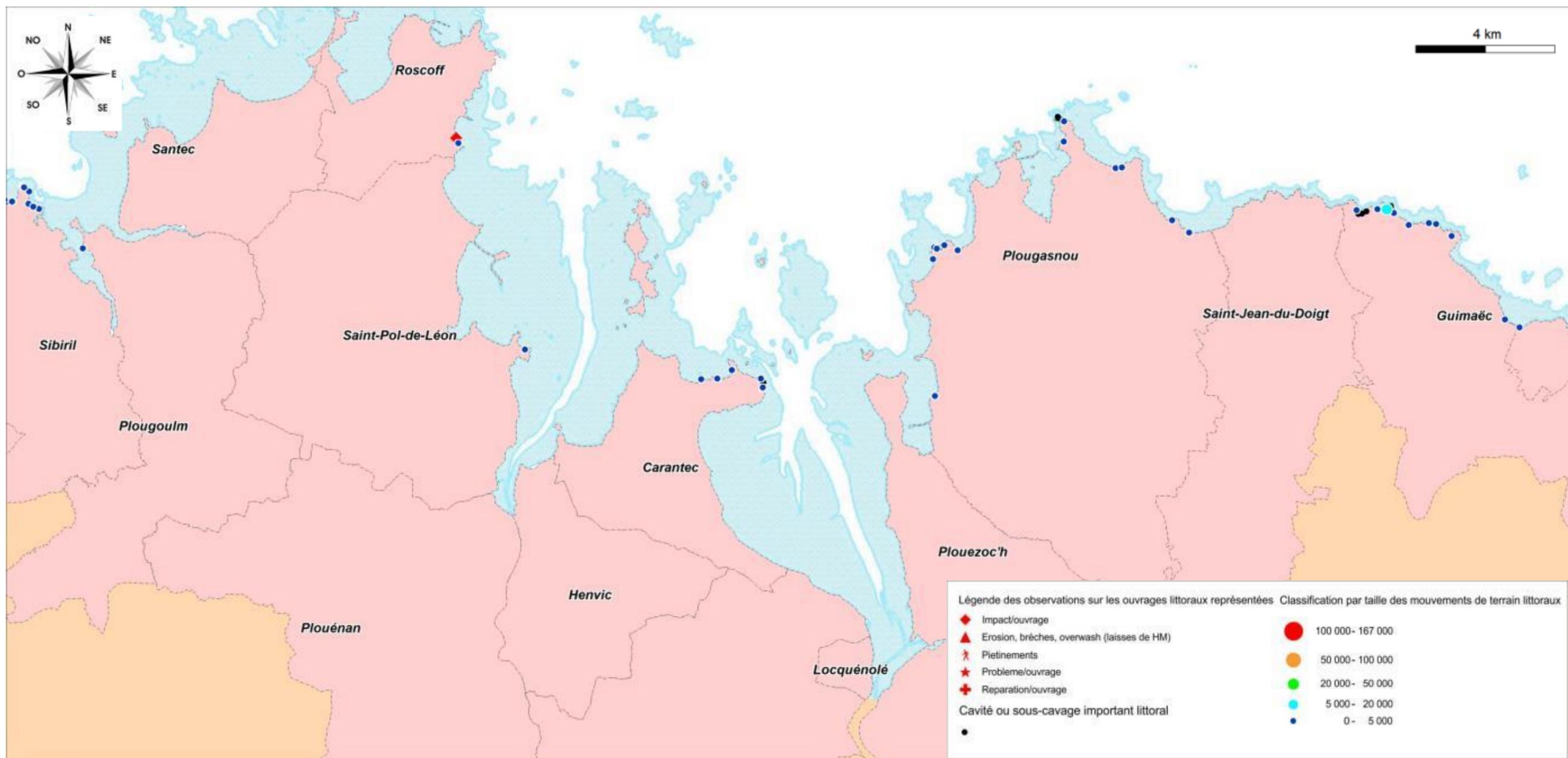


Illustration 56 : Recensement des mouvements de terrain, des cavités et impacts ou réparation sur ouvrages littoraux.

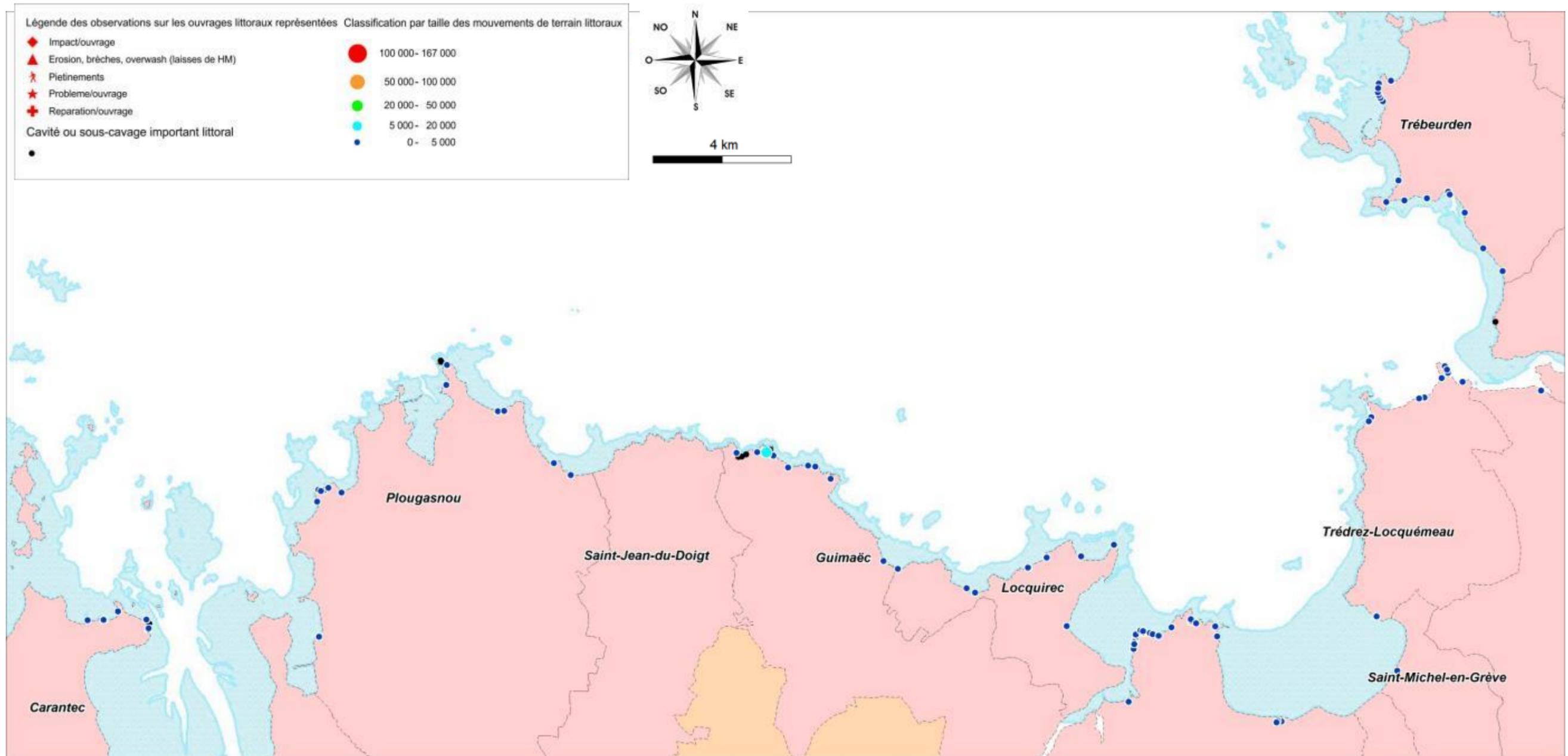


Illustration 57 : Recensement des mouvements de terrain, des cavités et impacts ou réparation sur ouvrages littoraux.

4.2.3. Les critères d'évaluation de la prédisposition des côtes rocheuses à l'érosion

Plusieurs méthodes ont été développées pour l'évaluation de l'aléa mouvement de terrain sur les falaises ou versants rocheux, sur des régions montagneuses (Baillifard, F. *et al.*, 2003) ou sur les régions côtières (Wildman et Hobbs, 2005 ; Pérez-Alberti *et al.*, 2011 ou Marçot *et al.*, 2009). Très souvent l'analyse porte sur la géomorphologie et la cinématique d'un marqueur géomorphologique, mais plusieurs autres critères peuvent être pris en compte (fracturation, altération, morphologie des falaises, altitude ou les nombres d'événements recensés par linéaires de côtes considérées etc.).

L'analyse s'est ainsi portée par une analyse multicritère afin d'être au plus près de l'évaluation des phénomènes, et il s'est avéré que la prise en compte de critères tels que la géomorphologie très complexe des côtes rocheuses bretonnes ou la cinématique, pouvait être trop chronophage et irréalisable lorsque les linéaires de côtes étaient trop importants.

Il a été donc essentiel d'essayer de trouver des paramètres adaptés à la taille de l'objet géographique, à l'échelle de restitution, qui peuvent rendre compte des phénomènes mis en jeu afin de pouvoir restituer une analyse fidèle et qui balaye un espace géographique important.

Ainsi l'analyse des aléas littoraux des guides méthodologiques, c'est-à-dire, la caractérisation du trait de côte et l'analyse cinématique de son évolution, se sont avérées pour un trait de côte tel que celui de la Bretagne composé de falaises et versants rocheux pléthoriques, irréalisables. Cette méthodologie plus adaptée aux côtes d'accumulation, a été maintenue sur ce type de côtes, mais sur les côtes rocheuses, d'autres critères ont été utilisés.

Afin de pouvoir évaluer entre eux, les différents linéaires de côtes rocheuses, quatre critères ont été identifiés : le rapport entre linéaire de côtes saines et altérées, le rapport entre linéaire en érosion ou pas, la densité de mouvements de terrain et la densité de cavités au kilomètre linéaire pour chaque formation géologique.

Des notes au prorata des résultats obtenus par formations géologiques littorales, ont été affectées à chaque linéaire de côte, et les moyennes arithmétiques de ces notes, ont été considérées comme la note d'évaluation de la prédisposition à l'érosion.

Les tableaux qui suivent, illustrent les notes qui ont été attribuées à chaque formation géologique, en fonction des différents critères énoncés ci-dessus.

Les rapports de linéaires d'altération et d'érosion ont été discutés plus haut, ne sont discutés ici que l'attribution des notes.

Le rapport linéaire sain - altéré

1. Avec une répartition relativement homogène, le pourcentage de linéaire altéré par formation géologique permet l'attribution d'une note s'étalant de 1 à 5 (de faible à élevé respectivement) :
2. où la note sur le degré d'altération de 1 (faible) correspond aux formations géologiques ayant un pourcentage compris entre 1.35 et 2.25 telles que les roches de type grès armoricain, volcano-sédimentaires et les volcanites et métavolcanites acides,
3. la note de 2 pour des pourcentages de 8.41 à 8.58 pour les roches granitiques et métamorphiques,

4. de 3 pour un pourcentage de 16.34 pour les roches métamorphiques basiques,
5. de 4 pour un pourcentage de 25.07 pour les roches sédimentaires (schisto-gréseuses),
6. et enfin de 5 (très élevé) pour un pourcentage de 39.58 pour les roches plutoniques à volcaniques basiques (Illustration 58).

		altéré	en érosion	altéré en érosion	Total	Roch alt./Roch saine		Note alt.	
						en %			
Falaises rocheuses et meubles	Trait de côte (total 22, 29 et 35)	2084,22							
	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	0,08	8,41	2
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	0,09	8,58	2
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	0,16	16,34	3
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	0,25	25,07	4
	Roches de type gres armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	0,01	1,35	1
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	0,02	2,25	1
	Roches plutoniques a volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	0,40	39,58	5
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	0,02	2,05	1
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	-	-	-
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	-	-	-
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	-	-	-

Illustration 58 : Tableau d'attribution des notes du degré d'altération pour les formations géologiques littorales.

Le rapport linéaire sain - en érosion

En ce qui concerne l'attribution d'une note sur le degré d'érosion, une formation géologique se détache très nettement des autres. C'est celle qui correspond aux dépôts de pente des alluvions aux colluvions. Avec un pourcentage de 121 % de linéaire en érosion c'est-à-dire un linéaire en érosion supérieur à celui « sain », une note importante de 20 lui a été attribuée car ce pourcentage correspond à 4 fois le second pourcentage le plus élevé. Pour les autres attributions de notes, le même schéma que celui-ci-dessus de l'altération, a pu être appliqué.

Avec une répartition relativement homogène, le pourcentage de linéaire en érosion par formation géologique permet l'attribution d'une note s'étalant de 1 à 5 (de faible à élevé respectivement) :

1. où la note de 1 (faible) correspond à la formation géologique des roches de type grès armoricain,
2. de 2 pour des pourcentages de 4.17 à 6.36 telles que les roches granitiques et métamorphiques,
3. de 3 pour un pourcentage de 14.97 pour les roches métamorphiques basiques,
4. de 4 pour un pourcentage de 22.59 pour les roches sédimentaires (schisto-gréseuses),
5. et enfin de 5 pour un pourcentage de 31.48 pour les roches plutoniques à volcaniques basiques (Illustration 59).

	en km	altéré	en érosion	altéré en éro	Total	En érosion/Non érodé		Note_Ero	
						en %			
Falaises rocheuses et meubles	Trait de côte (total 22, 29 et 35)	2084,22							
	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	0,04	4,17	2
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	0,06	6,36	2
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	0,15	14,97	3
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	0,23	22,59	4
	Roches de type gres armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	0,01	1,42	1
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	-	-	-
	Roches plutoniques a volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	0,31	31,48	5
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	-	-	-
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	-	-	-
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	-	-	-
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	1,22	121,96	20

Illustration 59 : Tableau d'attribution des notes du degré d'érosion pour les formations géologiques littorales.

La densité de mouvement de terrain

En ce qui concerne l'attribution d'une note correspondant à la densité de mouvements de terrain par kilomètre linéaire pour chaque formation géologique littorale, une formation géologique se détache très nettement des autres. C'est celle qui correspond aux formations très siliceuses (roches quartzitiques ou localement mylonitiques) et qui génèrent par leurs fortes résistances à l'érosion, localement des phénomènes d'érosion différentielle. Avec un nombre de 15 mouvements (de terrain) au kilomètre, une note importante de 20 lui a été attribuée. Pour les autres attributions de notes, le même schéma que ceux cités ci-dessus, a pu être appliqué.

Avec une répartition relativement homogène, les densités de mouvements de terrain par formation géologique permettent l'attribution d'une note s'étalant de 1 à 5 (de faible à élevée respectivement):

1. où la note de 1 (faible) correspond aux formations géologiques des roches granitiques et roches volcanites et métavolcanites acides,
2. de 2 aux roches métamorphiques, sédimentaires (schisto-gréseuses), de type grès armoricain, plutoniques à volcaniques basiques et aux dépôts de pente,
3. de 3 aux roches métamorphiques basiques et volcano-sédimentaires,
4. et enfin de 5 aux filons rocheux acides comme basiques.

		altéré	en érosion	altéré en éro	Total	Nbre/mvt	Mvt/km	Note_mvt	
	Trait de côte (total 22, 29 et 35)	2084,22							
Falaises rocheuses et meubles	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	362	0,79	1
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	633	2,42	2
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	101	4,31	3
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	514	3,28	2
	Roches de type grès armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	130	2,06	2
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	54	3,71	3
	Roches plutoniques à volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	76	2,27	2
	Roches volcanites et métavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	12	1,10	1
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	6	15,00	20
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	133	4,80	5
	Dépôts de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	554	3,30	2

Illustration 60 : Tableau d'attribution des notes en fonction de la densité de mouvements de terrain (nombre de mouvements de terrain par kilomètre linéaire pour chaque formation géologique littorale).

On remarque que les hétérogénéités latérales dans les falaises comme la présence de filons qui soient basiques (c'est-à-dire en érosion négative) ou acides (c'est à dire en érosion positive) sont des lieux propices à la genèse de mouvements de terrain, comme pour les roches quartzitiques à localement mylonitiques.

La densité de cavités

La note correspondant à la densité de cavités par kilomètre linéaire pour chaque formation géologique littorale, le même schéma que ceux cités ci-dessus, a pu être appliqué.

Avec une répartition relativement homogène, la densité de cavités (nombre de cavités par kilomètre linéaire pour chaque formation géologique littorale) permet l'attribution d'une note s'étalant de 1 à 5 (de faible à élevée respectivement) :

1. la note de 1 (faible) est attribuée aux formations géologiques telles que les roches granitiques, métamorphiques, métamorphiques basiques, plutoniques à volcaniques basiques et les dépôts de pente,
2. de 2 pour les roches sédimentaires (schisto-gréseuses) et volcano-sédimentaires,

3. de 3 pour les filons rocheux basiques comme acides,
4. et enfin de 5 pour les roches de type grés armoricain.

			altéré	en érosion	altéré en éro	Total	Nbre/cav	Cav/km	Note_cav
Trait de côte (total 22, 29 et 35)		2084,22							
Falaises rocheuses et meublées	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	398	0,87	1
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	227	0,87	1
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	18	0,77	1
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	244	1,56	2
	Roches de type grés armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	355	5,63	5
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	24	1,65	2
	Roches plutoniques à volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	19	0,57	1
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	1	-	-
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	1	-	-
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	62	2,24	3
	Dépôts de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	55	0,33	1

Illustration 61 : Tableau d'attribution des notes en fonction de la densité cavités (nombre de cavités par kilomètre linéaire pour chaque formation géologique littorale).

Les résultats de cette étude sur la formation de cavités ou de sous cavage littoraux, corroborent les résultats déjà connus des inventaires des cavités souterraines départementaux (Schroetter et Peyras, 2010).

Ainsi les filons rocheux acides comme basiques montrent qu'ils sont propices à l'érosion différentielle, et que la formation géologique des roches de type grés armoricain qui bénéficie d'un inventaire précis, réalisé par les aires marines protégées, et qui avait été intégré à l'inventaire départemental des cavités souterraines des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère, est une formation géologique qui en milieu littoral, génère des cavités dont les taille peuvent être importantes comme celles de la presqu'île de Crozon (Schroetter et Peyras, 2010).

4.2.4. La prédisposition à l'érosion des falaises littorales

La note finale de prédisposition à l'érosion des formations géologiques littorales des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère, est la moyenne arithmétique de l'ensemble de ces notes explicitées ci-dessus (Illustration 62).

Ainsi cette **note finale de prédisposition à l'érosion des côtes rocheuses** des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère, montre que les familles de roches avec une faible prédisposition à l'érosion (**note finale de 1**) sont les roches de la famille des **granites**, les roches **métamorphiques** (gneiss, micaschistes etc.), les **volcanites** et **méta-volcanites acides**.

Ces trois formations géologiques sont suivies par aussi trois familles de roches (**note finale égale à 2**) : les roches de la famille des roches **métamorphiques basiques**, les roches de **type grés armoricain** et les roches **volcano-sédimentaires**.

Les familles de roches avec une **note finale de 3** soit une prédisposition à l'érosion moyenne sont les **roches sédimentaires (schisto-gréseuses)** et les roches **plutoniques à volcaniques basiques**.

Les roches créant un contraste important avec les roches avoisinantes de parts leur nature et leur géométrie sont les roches **quartzitiques localement mylonitiques** et les **filons rocheux**, qui génèrent une **note finale de 4**.

Enfin, les **dépôts de pente (des colluvions aux alluvions)**, qui localement peuvent atteindre des hauteurs de falaises de 10 m, ont **la note finale la plus élevée de 5**. Cette

formation géologique littorales qui constitue le trait d'union mécanique mais géomorphologique entre les côtes rocheuses s.s. et les côtes meubles s.s., est la formation géologique littoral « à falaises », ayant les prédisposition à l'érosion la plus importante (Illustrations 62 et 63).

		en km	altéré	en érosion	altéré en érosion	Total	Moyenne	Note finale
Falaises rocheuses et meubles	Trait de côte (total 22, 29 et 35)							
	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	1,5	1
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	1,8	1
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	2,5	2
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	3,0	3
	Roches de type gres armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	2,3	2
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	2,0	2
	Roches plutoniques a volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	3,3	3
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	1,0	1
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	5,0	4
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	4,0	4
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	7,7	5

Illustration 62 : Note finale de prédisposition à l'érosion des formations géologiques littorales des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère.

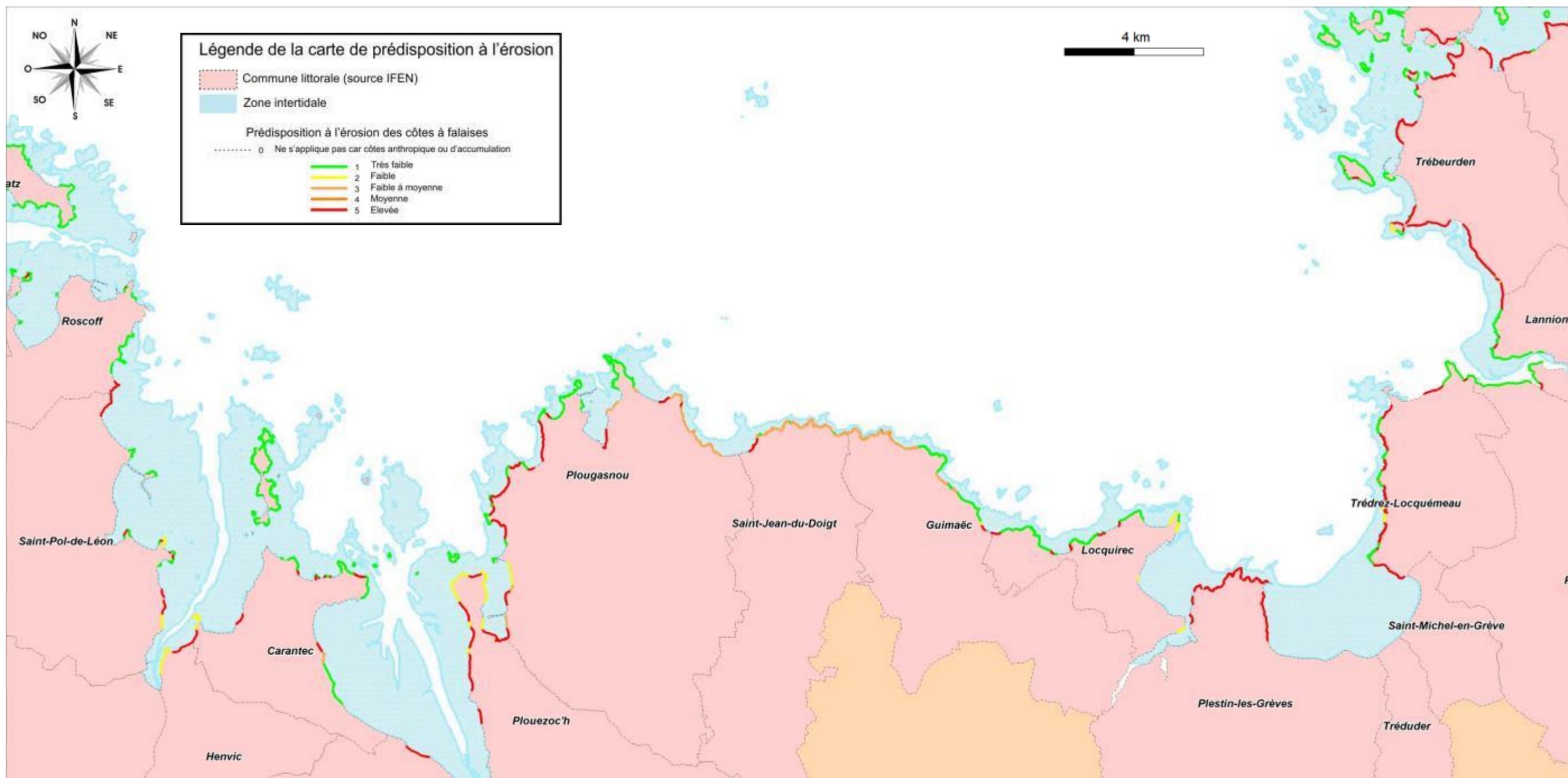


Illustration 63 : Note finale de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises du compartiment C5.

4.3. LES COTES D'ACCUMULATION

La caractérisation et l'évolution du trait de côte sur les côtes sédimentaires du linéaire côtier des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes-d'Armor et du Finistère, ont été réalisées pour une période semi-séculaire comprise entre 1950 et 2009. Ce travail a été réalisé par Emmanuel Blaise (BREST, UBO, IUEM), dans le cadre de son travail de doctorat, supervisé par le professeur Serge Suanez.

4.3.1. INTRODUCTION

L'analyse des parties de côtes d'accumulation du linéaire côtier des trois départements, a porté sur deux objectifs principaux :

- la caractérisation morpho-sédimentaire de ces côtes meubles,
- et leur évolution littorale (accrétion, érosion, submersion marine) pour les périodes comprises entre 1949-2007 pour l'Ille-et-Vilaine, 1950-2008 pour les Côtes-d'Armor et 1952-2009 pour le Finistère.

Les seules données existantes, traitant de la cinématique du trait de côte à l'échelle de la région Bretagne, étaient celles du programme EROCOVUL (HENAFF *et al.*, 2006) et qui portait sur la période 1998-2003. Hélas, EROCOVUL ne renseignait que 30% du linéaire breton, et montrait que 22% de celui-ci était en érosion, 72% était stable, et que 6% était en accrétion. Mais malgré la synthèse de nombreuses études ponctuelles, il était difficile de faire une synthèse régionale car les méthodes d'analyse et/ou les indicateurs morphologiques du trait de côte utilisés pouvaient être très différents d'une étude à l'autre.

Ainsi, il nous est apparu donc nécessaire de mettre en place une méthode homogène à toutes les plages des trois départements.

La quantification de l'évolution du trait de côte des côtes meubles s'est faite pour une période moyenne identique (sur les soixante dernières années), au linéaire côtier à traiter, fonction de la disponibilité des campagnes de photographies aériennes et de leurs qualités.

Deux missions de photographies aériennes ortho-rectifiées pour les périodes comprises entre 1949-2007 pour l'Ille-et-Vilaine, 1950-2008 pour les Côtes-d'Armor et 1952-2009 pour le Finistère, ont été utilisées.

La première partie du travail a consisté à établir une classification des différents types de cotes sédimentaires en fonction de la morphologie et de la nature du matériel de ces dernières. Dans un second temps, il s'est agi de définir un (ou des) indicateur(s) permettant de définir la limite du trait de côte en fonction des caractéristiques morpho-sédimentaires du milieu. Enfin, le travail de numérisation et de quantification de la cinématique du trait de côte a été réalisé sous arc gis en suivant un protocole méthodologique aujourd'hui bien connu (Dolan *et al.* 1978 ; Cromwell *et al.* 1991 & 1997 ; Shosha *et al.* 1992 ; Fente *et al.* 1993 ; Douglas *et al.* 1998 ; Moore, 2000). Dans le cadre de cet article, nous ne présenterons que les résultats obtenus pour le département du Finistère.

4.3.2. METHODOLOGIE

Typologie des différents types de côte sédimentaires

Afin d'avoir des critères de comparaison de l'analyse des différentes côtes d'accumulation, il a été nécessaire de créer une typologie des côtes basses qui s'est appuyer sur :

- une typologie préliminaire réalisée à l'aide de l'outil d'archives photographiques *Panoramio* disponible via le portail *Google Earth*,
- les données photographiques acquises par le BRGM Bretagne dans le cadre de cette présente étude pour la validation de la typologie préliminaire,
- et des validations-terrains finales lorsque s'était nécessaire.

Cette typologie a pris en compte plusieurs critères morpho-sédimentaires.

- l'exposition de la plage : plages de fond de baie, plages ouvertes, d'estuaire ou de poche (Illustration 64),
- un critère sédimentologique : plages de galets, plages de sables ou plages mixtes (sables et galets),
- et enfin un dernier critère morphologique tel que plages adossées (à une falaise), cordons dunaires, formes fuyantes (flèches de sables et de galets, tombolos), etc. (Illustration 64).

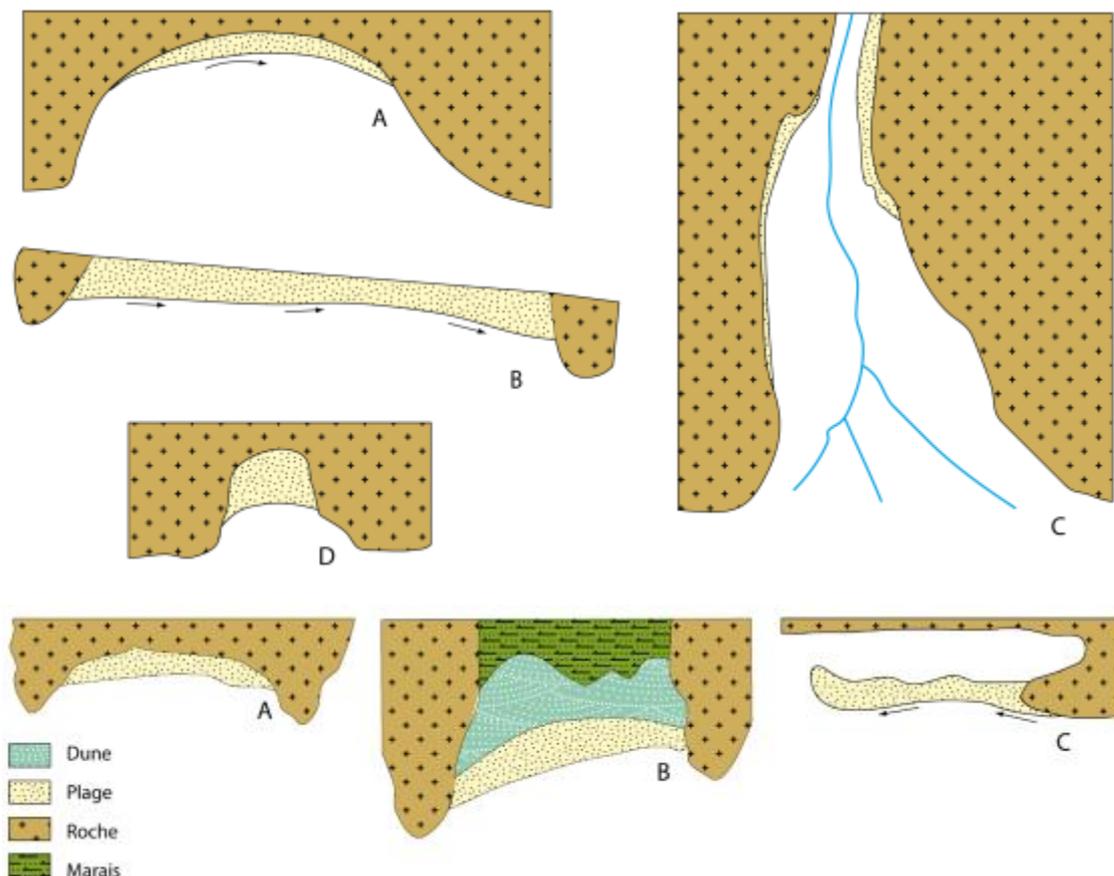


Illustration 64 : En haut : Physionomie des plages selon l'exposition : A. plage de fond de baie – B. plage ouverte – C. plage d'estuaire – D. plage de poche ; En bas : Physionomie des plages selon la morphologie : A. plage adossée – B. cordon dunaire – C. forme fuyante.

Choix d'une ligne de référence

En géomorphologie, le trait de côte repose obligatoirement sur une limite physiographique « fixe » que l'on peut suivre dans le temps et dans l'espace.

Néanmoins, cette limite diffère en fonction du type de côte et du contexte marégraphique. De très nombreuses études portant notamment sur l'analyse de la cinématique du trait de côte ont proposé un très large éventail de ligne de référence pouvant être classées en trois grandes familles que sont les indicateurs morphologiques, biologiques, et la position des différents niveaux d'eau (BOAK & TURNER, 2005).

Pour un travail uniforme, de typologie de plages en typologie de plages, une limite du trait de côte adaptée a été prise pour chaque environnement littoral.

La limite de végétation dunaire a été retenue pour les cordons dunaires, qui peut correspondre, soit au sommet de l'escarpement de falaise lorsque la dune est érodée, soit à la limite des dunes embryonnaires de haut de plage lorsque le système plage/dune est en accrétion (Illustration ci-dessous).

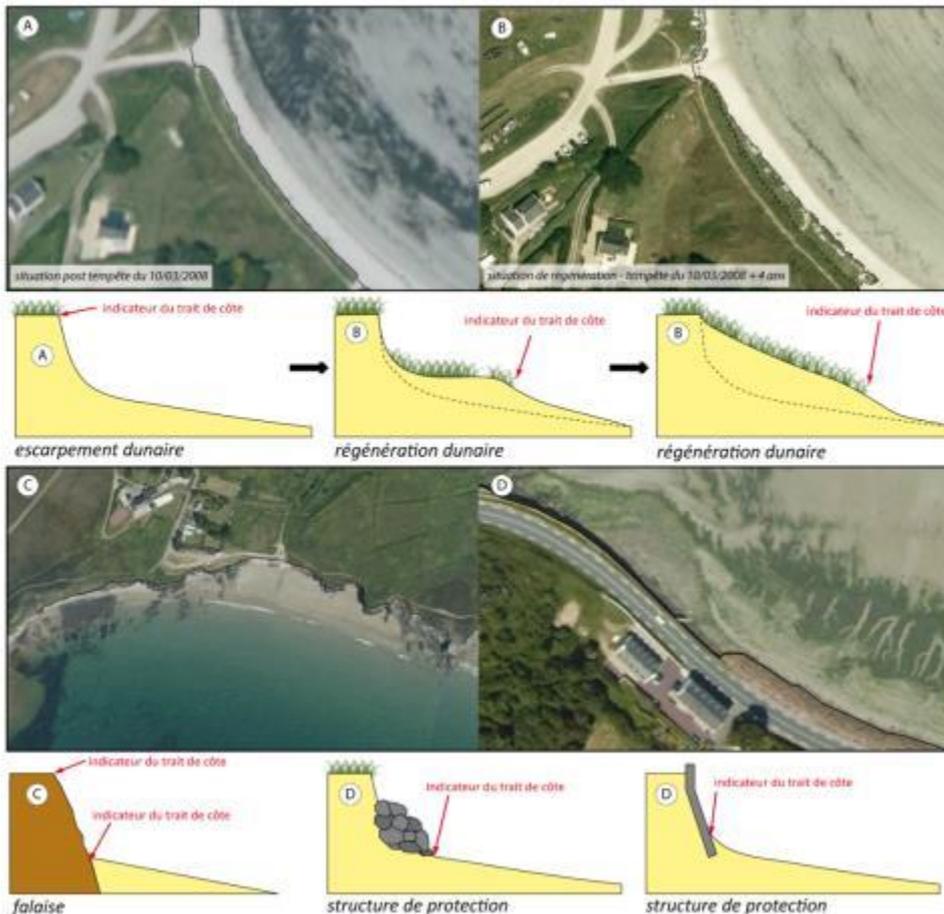


Illustration 65 : Limite de trait de côte retenue : A et B. limite de la végétation dunaire – C. sommet ou pied de falaise – D. pied de l'aménagement de protection.

La limite de végétation constitue la limite la plus pertinente pour l'étude de la dynamique du trait de côte en milieux dunaires en milieu macro tidal, ceci notamment en raison du contraste élevé et perceptible entre le sable (clair) et la végétation (sombre) sur les photographies aériennes (Moore *et al.*, 1999 ; Priest, 1999 ; Boak & Turner, 2005). D'autres parts, la végétation saisonnière quasi invisible sur les photographies aériennes anciennes, est facilement dissociable de la végétation pérenne sur les ortho-photographies de 2009.

La végétation supra littorale a été choisie pour les cordons de galets "végétalisés" ainsi que pour les crêtes sommitales falaises meubles. Pour les falaises rocheuses, le pied de falaise ou le haut de falaise (suivant le contraste et l'exposition de l'ortho-photographie de 1952) ont été retenues. Pour les formes fuyantes mobiles telles que les flèches de galets à pointe libre, c'est le pied du revers qui a été choisi (Stéphan, 2011). Pour finir, lorsque le trait de côte était fortement anthropisé, le contact entre la plage et l'ouvrage a été retenu (Moore *et al.*, 1999) (Illustration 65).

Outil utilisé pour l'évolution du trait de côte

La digitalisation du trait de côte a été réalisée à même l'écran à l'aide du logiciel ArcGIS d'ESRI, à partir de deux séries d'ortho-photographies IGN (missions de mai à juin 1952 et de mai 2009) référencées en Lambert 93 (Illustration 66). Les marges d'erreur inhérentes à l'ortho-correction et au géo-référencement des photographies aériennes, ainsi qu'à la digitalisation du trait de côte, ont été estimées à +/-5 m.

Année	Département	Nature
1949	35	Photographie aérienne noir et blanc ortho-rectifiée -IGN
1950	22	Photographie aérienne noir et blanc ortho-rectifiée -IGN
1952	29	Photographie aérienne noir et blanc ortho-rectifiée -IGN
2007	35	Ortho-photographie couleur IGN
2008	22	Ortho-photographie couleur IGN
2009	29	Ortho-photographie couleur IGN

Illustration 66 : Campagnes photographiques disponibles.

L'analyse quantitative du trait de côte a été réalisée à l'aide de l'extension ArcGIS, *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), développé par l'USGS (Douglas *et al.*, 1998 ; Moore, 2000 ; Thieler *et al.*, 2009). Le principe de cette extension est de mesurer les évolutions entre les différentes positions des traits de côte grâce à une série de transects orthogonaux à la plage, disposés le long d'une "ligne de base".

Les paramètres de construction des transects (longueur, direction et espacement) sont définis par l'opérateur. Cela permet de comparer des changements de position des traits de côte en un grand nombre de points de façon automatique.

L'espacement des transects choisi pour cette analyse est de 50 m. Cette valeur est celle de départ ; il est possible que certains transects aient été espacés ou rapprochés suivant la pertinence de leur position automatique (Illustration 67).

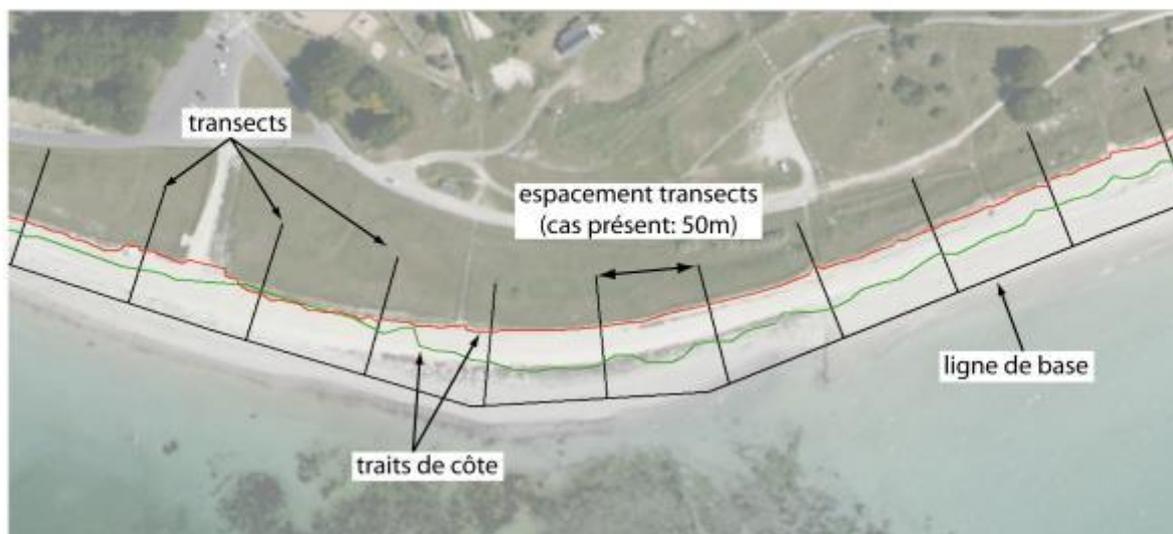


Illustration 67 : Principe du Digital Shoreline Analysis System.

Nombre de plages par compartiments

La typologie présentée ci-dessus, a permis d'inventorier les plages pour chaque compartiment mais aussi de les classer entre elles. Il est possible d'établir pour chaque compartiment, le bilan ci-dessous (Illustration 68).

Le compartiment C1 : Baie du Mont-Saint-Michel possède 6 plages sur sa façade maritime, dont la raison principale est la présence d'une structure anthropique qui « artificialise » le trait de côte près de 99% des côtes d'accumulation ou meubles.

compartiment	nombre de plages par compartiment	linéaire côtier total, par compartiment (m)	linéaire côtier renseigné, par compartiment (m)	% du linéaire renseigné par rapport au linéaire total
C1	6 plages	39094	63003	62.05%
C2	61 plages	35199	369960	9.51%
C3	62 plages	45779	287151	15.94%
C4	110 plages	56160	505905	11.10%
C5	45 plages	20876	95833	21.78%
C6	134 plages	89662	346084	25.91%
C7	40 plages	296689	563828	52.62%
C8	16 plages	30475	101226	30.11%
C9	60 plages	49529	386674	12.81%
TOTAL	534	663463	2719664	

Illustration 68 : Synthèse du linéaire côtier de la zone d'étude.

4.3.3. CINÉMATIQUE DU TRAIT DE CÔTE DU COMPARTIMENT C5

La cinématique du trait de côte a été réalisée par convention d'Est en Ouest en partant du compartiment C1 le plus à l'Est vers le compartiment C9.

Les graphiques ci-dessous illustrent cette cinématique du trait de côte, où les nombres en abscisse correspondent à la position de chaque transect (espacés de 50 m) perpendiculaires à la plage et les chiffres en ordonnées au recul ou avancé du trait de côte (en m).

Le trait de couleur « bleu » correspond au trait historique (de 1949) alors que celui rouge correspond au trait subactuel (ici de 2007).

Le littoral du compartiment 5 est largement découpé, alternant baies creusées dans les schistes et pointes rocheuses granitiques. En rade de Morlaix, ce littoral est traversé par la rivière de Morlaix et la rivière du Dourduff.

Le linéaire pris en compte dans l'étude se compose essentiellement de plages de fond de baie (67 %), et dans une moindre mesure de plages ouvertes (17 %).

Les plages présente au sein de ce littoral à falaises, sont en majorité sableuses (64 %), mais également constituées de galets (36 %).

Ceci est dû à la présence de nombreux cordons et flèches de galets en rade de Morlaix.

En outre, on observe une répartition quasi égale entre la part de cordons dunaires (40 %) et la part de plages adossées (45 %) présentes dans ce compartiment.

La dynamique du trait de côte

Les résultats montrent une érosion générale moins importante en comparaison aux premiers compartiments (20 %).

On remarque toujours une forte artificialisation du trait de côte (44 %), notamment au niveau de Carantec, des plages situées en rade de Morlaix et dans les alentours de Plougasnou.

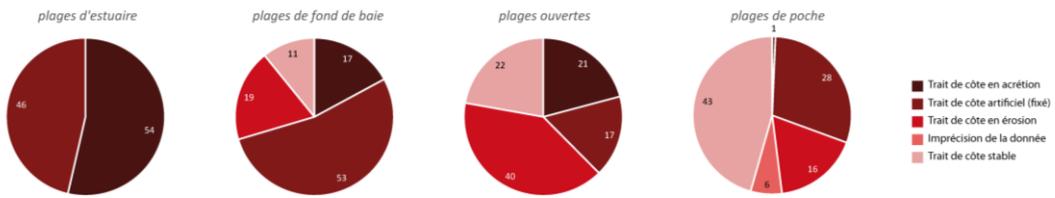
Dans le détail, cette tendance générale peut être expliquée par le fait que les plages ouvertes, moins bien représentées dans le compartiment 5, reculent plus (40 %) que les plages de fond de baie (19 %).

D'un point de vue sédimentaire, l'érosion affecte autant les plages constituées de sables (46 %) que les plages constituées de galets (42 %). En outre, les plages adossées sont le plus souvent sujette au recul (29 %).

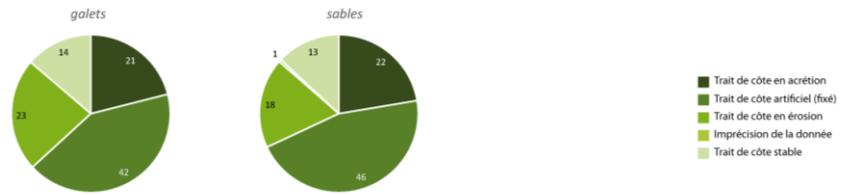
Les graphiques d'évolution de chaque plage du compartiment C5 sont donnés en annexe.

C5

Evolution du trait de côte suivant l'exposition de la plage de 1952 à 2009



Evolution du trait de côte suivant le sédiment de la plage de 1952 à 2009



Evolution du trait de côte suivant la morphologie la plage de 1952 à 2009

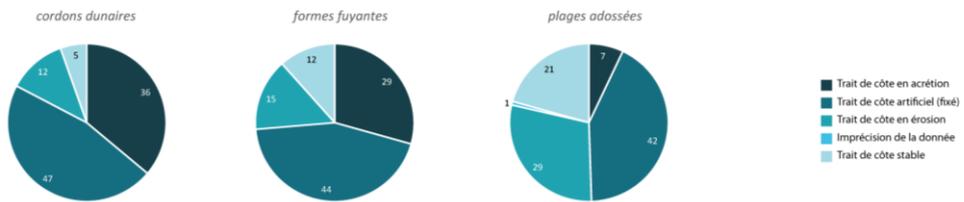


Illustration 69 : Évolution et caractérisation des côtes meubles du compartiment C5.

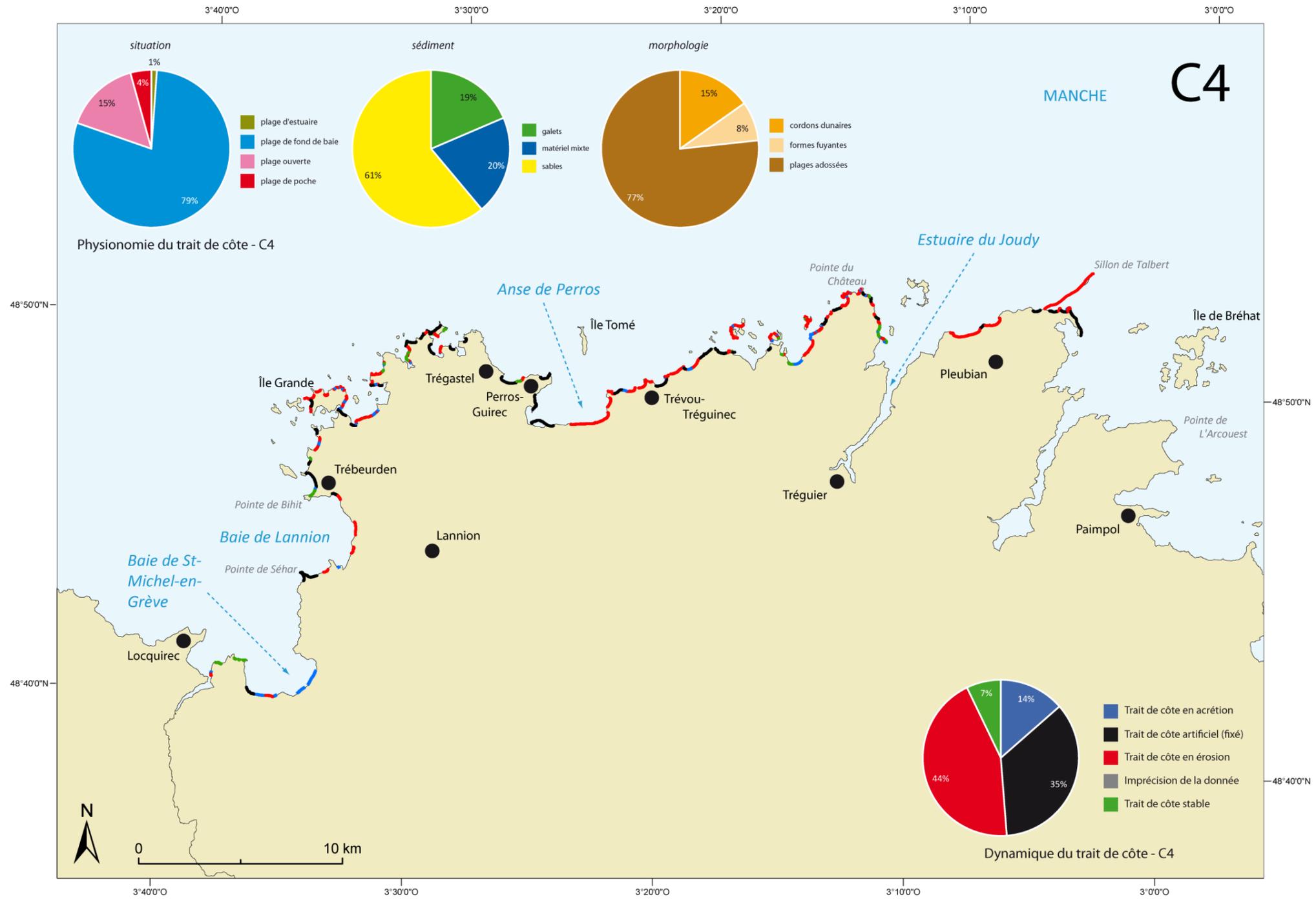


Illustration 70 : Synthèse de la géomorphologie des côtes meubles du trait de côte du compartiment C5.

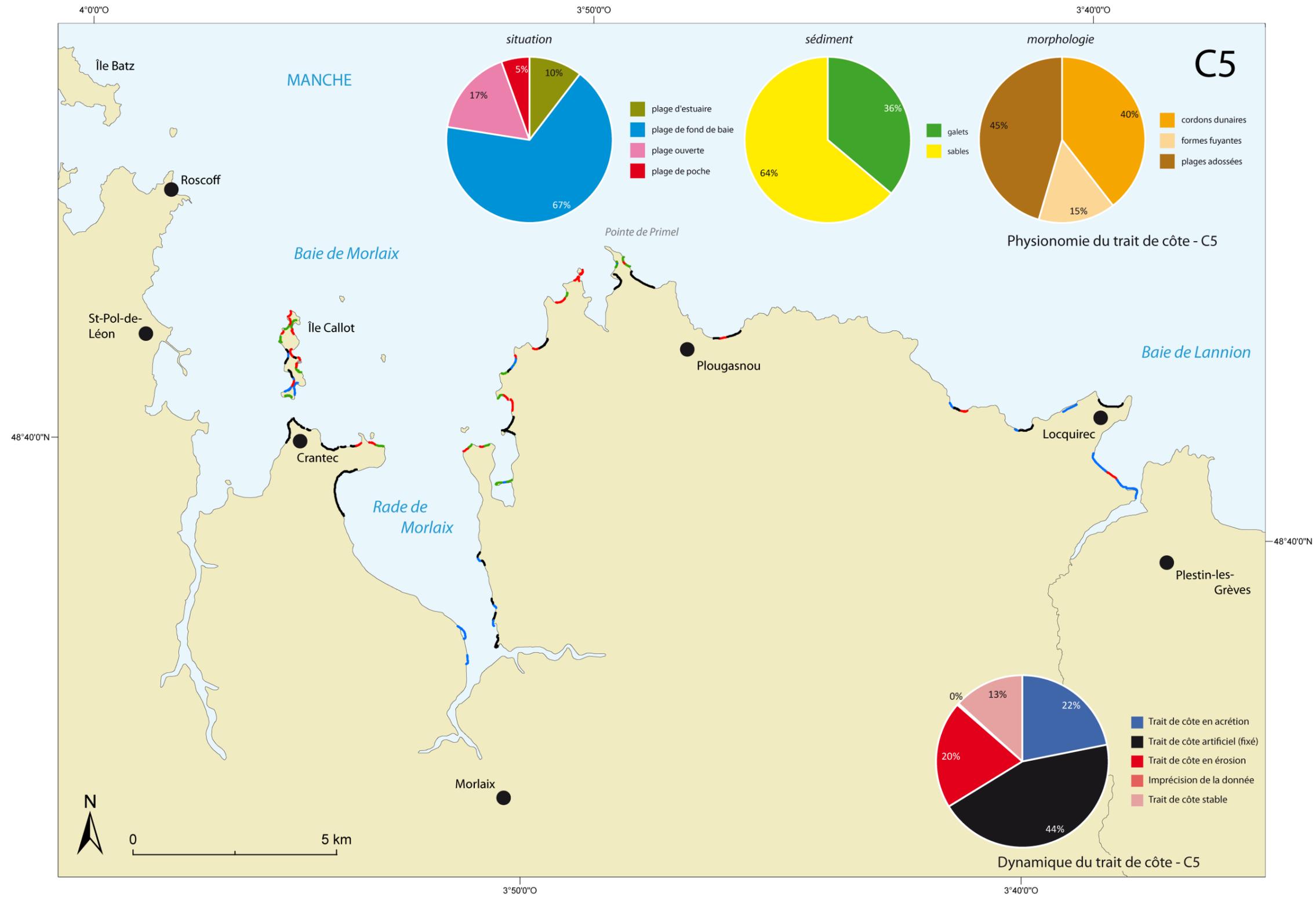


Illustration 71 : Synthèse de la géomorphologie des côtes meubles du trait de côte du compartiment C5.

5. Evènements tempétueux dommageables

5.1. INTRODUCTION

L'une des étapes dans la réalisation de cet atlas consistait en la création et la synthèse l'utilisation d'une base de données des évènements tempétueux dommageables.

Trois sources principales ont alimentées cette base de données : la base de données du BRGM, créée dans le cadre de ce projet (BD BRGM), la base de données de l'UBO (BD UBO) et une base de données réalisée dans le cadre de l'établissement des Plans de Prévention des Risques Littoraux de Bretagne (Marais de Dol de Bretagne, Baie de Saint-Brieuc et de la commune de Saint-Malo).

Quatre étapes distinctes, ont été nécessaires :

1. la première étape de révision de la Base de données de l'UBO, par un travail (1) d'uniformisation avec la BD BRGM, (2) de correction des erreurs (fautes d'orthographe, doublons éventuels, etc.) et (3) de géoréférencement d'évènements complémentaires (500 environ) ;
2. la seconde étape a été : à partir de l'inventaire des évènements de tempêtes réalisés dans le cadre des PPRL, de (1) créer une base de données, structurée sur celle du BRGM, et (2) de géoréférencer les points extraits (380 points environ) ;
3. la troisième partie, a été de compiler ces trois sources de données et enfin d'en faire l'analyse statistique et de faire ressortir des éléments pouvant être exploités dans la construction de l'atlas des aléas littoraux ;
4. enfin, la quatrième étape, a été de réaliser des fiches synthétiques, des principaux évènements tempétueux.

5.2. MÉTHODOLOGIE

5.2.1. La Base de Donnée de l'UBO (Université Bretagne Occidentale)

La base de données fournie au BRGM en provenance de l'UBO, n'avait pas de coordonnées géographiques. Cependant, il a été possible de récupérer une version antérieure à cette base de données, géoréférencée (fournie par la DDTM 29), et le première tâche a été de faire le lien entre les deux bases de différentes versions et d'en extraire les évènements qui n'avait toujours pas de coordonnées géographiques, afin de leur attribuer une localisation.

Pointage des évènements sans coordonnées.

Le géoréférencement s'est fait sous SIG, à partir des cartes IGN au 1/25 000 (BD Scan25-IGN) et en s'appuyant sur des sites internet libre d'imagerie spatiale (Google Earth, Bing, Géoportail etc.). 492 points ont été ainsi localisés sur les 1994 de départ.

5.2.2. Les évènements recensés lors de PPRL

Le PPRL de Saint-Malo, contenait plus 70 tempêtes et 109 évènements enregistrés, celui du Marais de Dol de Bretagne, 90 évènements de tempêtes s'étant déroulés entre le 25 décembre 1081 et le 25 avril 1951, et enfin celui de la baie de Saint-Brieuc 106 évènements entre le 18 août 1773 au 28 février 2010.

Chaque événement a été localisé et intégré dans la base de données selon un format prédéfini.

5.2.3. Création d'un format pour une base de données commune

Lors de différents comités techniques, il a été décidé d'attribuer différents champs attributaires (champs d'information) aux événements recensés. En fonction des différents partenaires, le BRGM a créé les champs listés ci-dessous (Illustration 72).

Ces champs sont regroupés en fonction de différentes thématiques, telles que : Etat de la mer (coefficient de marée, niveau théorique de la mer au moment de l'évènement, surcote), Météo (vitesses des vents, direction, pression atmosphérique etc.), Aléa et facteur (description de l'évènement : érosion, submersion, forte houle etc.), ou encore Localisation (Département, commune, compartiment etc.).

Certains champs peuvent paraître redondants mais ils ont été maintenus car ils correspondent à des champs des bases de données originelles. Deux champs synthétiques ont été créés celui :

- **Aléa_interprété** sur lequel il est facile de faire une analyse thématique et contenant la typologie de l'Aléa : Erosion, submersion marine, crue et submersion, naufrages en mer, à quai etc. ;
- et celui **Localisation_description** qui contient une description très précise de la localisation de l'impact avec une description précise des dégâts.

Identifiant	Incrément : Numéro de ligne de l'événement en question
Tri par localisation	XL2E V78Paris et YL2E V78Paris : Coordonnées Lambert 2 Etendu (Base BRGM)
	XL93Euro et YL93Euro : Coordonnées Lambert 93 (Base BRGM)
	Prec Taille Obj en m : Taille de l'objet ayant subi des dégâts (Base BRGM)
	Obj Prec : Objet ayant subi des dégâts (Base BRGM)
	Insee : Numéro INSEE
	Comm : Nom de la commune
	Depart : Département
	Compart : Numéro du compartiment (Base BRGM)
Localisation précise et Dégâts	Localisation_description : Localisation précise de l'événement sur la commune (Base BRGM)
Qualité de la donnée	Qualité : Qualité des informations au sujet de l'événement (numéro entre 1 et 4, 1 bonne qualité et 4 moins bonne qualité) (Base BRGM)
Aléa et facteur	Aléa interprété : Type de l'aléa selon une nomenclature établie par le BRGM (Aménagements, Crues, Éolien/Crues, Érosion, Érosion/Naufrage au mouillage, Naufrage, Naufrage au mouillage, Naufrage en mer, Submersion, Submersion/Crues, Tempête)(Base BRGM)
	Facteur Origine : Facteur à l'origine de l'événement (Base UBO)
	Type Facteur : Marin ou météorologique, ou les deux (Base UBO)
	Facteur : Caractérise l'événement (Base UBO)
	Description dégâts : Description des dégâts occasionnés par l'événement (Base UBO)
	Type dégâts : Selon une certaine dénomination (Dégâts côtiers, Submersion etc.)(Base UBO)
	Infra_mise_en_danger : Infrastructure ayant subi des dégâts ou étant menacé à la suite de l'événement (Base UBO)
Date	Jour, mois, année : Date, plus ou moins précise de l'événement (Base BRGM)
Météo	Durée tempête en jour : Durée de l'événement si elle dépasse un jour.
	Direction vent :
	Vitesse vent km_h : Vitesse ou force du vent si la vitesse n'est pas clairement énoncé.
	Vitesse vent m_s :
	Baromètre hPa : Pression de l'air en hPa.
Etat de la mer	Coefficients marée : Coefficient le plus haut sur la durée de la tempête.
	Hauteur mer : Hauteur de mer théorique la plus importante sur la durée de la tempête.
	Surcôte m : Hauteur de la surcôte du niveau de la mer.
	Houle vague :
Dégâts, coûts et victimes	Dégâts (?) :
	Coûts : Coûts des dégâts dans la monnaie de l'époque.
	Nb_victimes :
Traçabilité	Contexte étude : ATLAS BRGM
	Auteur : Nom et Prénom de la ligne
	Travail harmo : Personne(s) ayant également travaillé sur les données.
	o_ou_n : Fiche oui ou non
Sources des données	Sources : De 1 à 10 sources pour les informations de la ligne.

Illustration 72 : Champs créés pour chaque événement tempétueux dommageable : à gauche : leur thématique, à droite : le nom de chaque champ.

5.2.4. Établissement de fiches récapitulatives

Pour synthétiser les données, les événements tempétueux dommageables sur lesquels il y avait le plus de données récoltées ou qui avaient l'impact le plus important, ont été rassemblés sous forme de fiche, regroupant le plus d'information possible de l'événement.

Une fiche contient :

1. une partie purement informative sur la date, les communes impactées avec une carte, l'auteur de la fiche et la date de réalisation ;
2. une deuxième partie sur les conditions de la tempêtes quand elles étaient disponibles : Température, direction et vitesse du vent, pression, et enfin le coefficient de marée ;
3. une troisième partie sur les dégâts de la tempête : détails des dégâts par communes, coût et victimes éventuelles ;

4. et une dernière partie sur les sources : regroupement de toutes les sources (journaux, rapports, ouvrages, photos) parlant de la tempête.

En prenant les tempêtes avec le plus grand nombre d'événements et des sources convenables (quantitativement), on a ainsi pu établir 27 fiches donc 27 tempêtes pour la Bretagne mais où à chaque tempête correspond plusieurs événements et sur plusieurs communes.

5.3. ANALYSE DES RÉSULTATS

La base de données ainsi constituée permet de faire une analyse des données en exploitant l'ensemble des champs attributaires créés. La base de données sous Système Géographique d'Information (SIG), peut être exportée sous Excel, pour une analyse statistique plus souple et de dégager des tendances sur les tempêtes.

Analyse temporelle des événements de tempêtes :

L'analyse temporelle à l'échelle historique est difficilement décryptable (illustration 75 en haut). Plus le temps passe, et plus les moyens technologiques évoluent et plus certainement, il existe de l'information sur les événements de tempêtes. Le pic de la période 2000-2009 est dû à la tempête Johanna du 10 mars 2008 qui a été extrêmement bien répertoriée, mais aussi à la prise de conscience des populations sur les changements climatiques grandement médiatisés. Si on regarde la répartition de plus près ; on remarque qu'il existe des périodes entières dépourvues de tempêtes. Elles peuvent correspondre à une documentation inexistante ou perdue, à une période de guerre où l'homme avait d'autres préoccupations comme la Révolution Française, les Première et Deuxième Guerres Mondiales. En effet, le nombre de tempêtes diminue pendant les deux grandes et augmente entre chacune d'entre-elles.

Si l'analyse temporelle se fait à l'échelle de l'année, on remarque cette fois que les tempêtes surviennent surtout en Automne et Hiver, que les périodes printanières et estivales sont globalement épargnées. Les précipitations étant plus importantes en automne et hiver ; montre que c'est la période où la Bretagne est soumise aux agents météo-marins en provenance de l'Atlantique. Ainsi la mer doit aussi être plus impétueuse, et les pressions plus susceptibles de baisser durant ces saisons. On remarque que la fin de l'hiver comporte le plus de tempêtes, ce qui correspond aux périodes de l'année enregistrant les plus fortes variations climatiques. Une analyse peut être faite aussi en relation avec des niveaux marins élevés soit due à la marée soit due à une dépression atmosphérique ou à la conjonction des deux (Illustration 73).

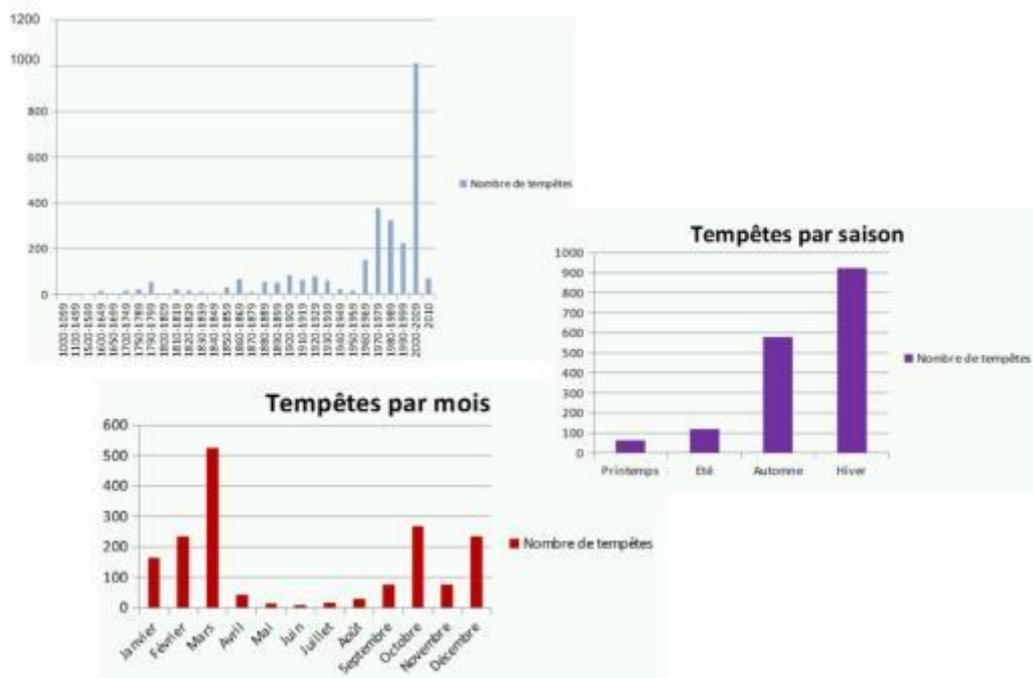


Illustration 73 : En haut : Nombres de tempêtes par décennie ; à droite : Nombre de tempêtes par saison enfin en bas : Nombre de tempêtes par mois de d'année par compartiments.

Analyse spatiale des évènements de tempêtes :

L'analyse spatiale montre que le nombre de tempête est plus important dans le Finistère que dans les autres départements. Mais une analyse plus poussée serait de faire des rapports nombre d'évènements et longueur de côtes (d'exposition). De plus, il est possible que la sensibilité aux agents météo-marins dans le Finistère, par ses habitants, soit plus importante d'ailleurs. On peut cependant dire que les compartiments 1 et 3 semblent peu touchés par rapport à leur taille. Ces deux compartiments n'ont pas d'exposition directe sur l'océan Atlantique. Les compartiments les plus exposés semblent être ceux du Finistère Nord et Sud (Illustration 74).



Illustration 74 : En haut : nombre de tempêtes par département, en Bas : Nombre de tempête.

Enfin, pour l'analyse en fonction des types d'aléas (Illustration 75), l'aléa érosion prédomine nettement sur celui de l'aléa submersion. En effet, l'aléa submersion est certainement plus possible pendant une période où il existe un haut niveau marin de marée c'est-à-dire environ 4 fois dans l'année, il est donc intéressant et possible d'ajouter un facteur temporel à cette analyse.

On remarque alors que la plupart des érosions et submersions enregistrées se sont produites après 1950.

L'évolution de la société vers une société des loisirs avec l'arrivée des congés payés, à entrainer une évolution de l'urbanisation. L'urbanisation et l'augmentation de la population ont fait que les populations se sont installées plus près des côtes, dans les zones parfois inondables ou exposées à des tempêtes. Ainsi certainement avant les 50, les hommes prenaient la mer pour gagner leur vie et les aléas ont été plus des naufrages en mer, naufrages au mouillage et autres naufrages que des dégâts côtiers. L'activité côtière de la Bretagne était principalement la pêche, ce qui impliquait de plus nombreux bateaux, et plus souvent en mer, donc plus de risque de naufrages. Et après 1950, l'activité de l'industrie de la pêche a commencé à baisser et les bateaux sont devenus de plus en plus sûrs.

Ainsi après les années 50, les enjeux sont venus s'installer à proximité des aléas, créant des zones à risques.

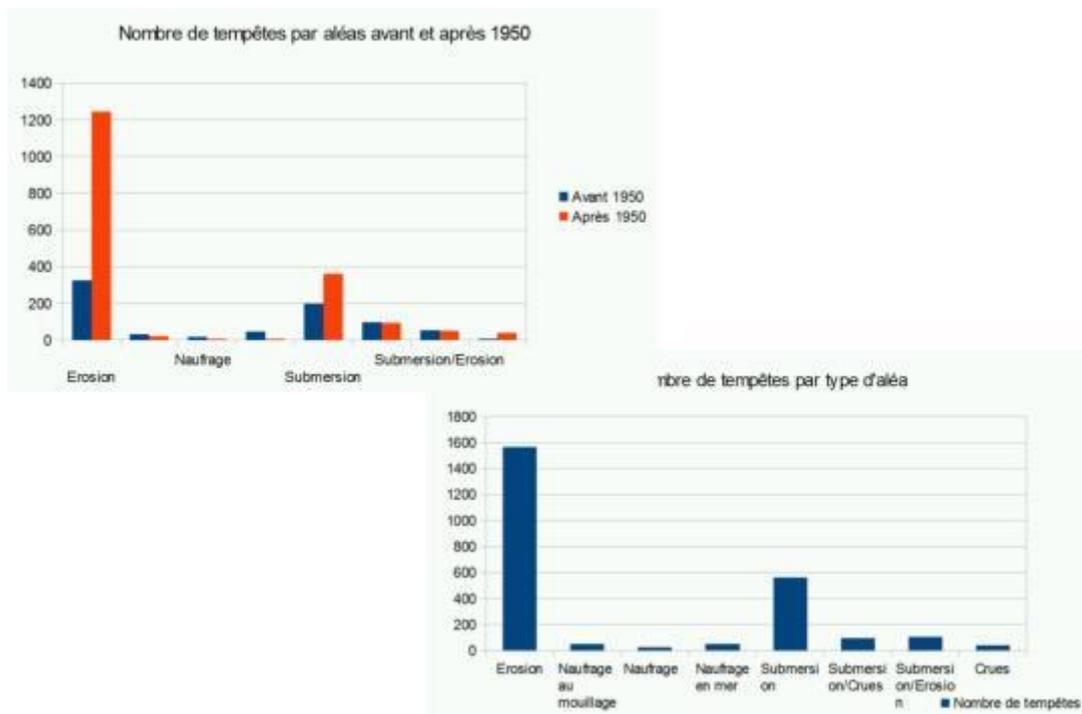


Illustration 75 : En haut : type d'aléa avant et après 1950 : en bas : type d'aléa par tempêtes.

Chaque événement, inventorié et géoréférencé est une occurrence d'un événement lié à un événement climatique ou météo-marin en un lieu précis. Il demeure important de rester prudent sur les résultats, car ils dépendent surtout de la qualité avec laquelle elle a été décrite. Par exemple, la tempête du 10 mars 2008 comporte plusieurs centaines d'occurrences, alors que d'autres événements ne sont relevés qu'en quelques endroits.

5.4. RÉPARTITION DES ÉVÈNEMENTS SUR LE COMPARTIMENT C5

Les événements tempétueux dommageables à la côte ne sont pas pour autant la conséquence des plus fortes tempêtes que la Bretagne ait connue. La conjonction entre niveau de mer élevé (coefficient important) et coup de vent ou train de houles de l'Atlantique, sont des facteurs déterminants dans la genèse d'événements dommageables à la côte.

Les événements qui touchent le compartiment C5 sont des événements recensés par l'UBO (Université de Bretagne Occidentale, équipe d'A. Hénaff), complétés par le recensement du BRGM lors de cette étude.

271 événements sont recensés sur le compartiment C5. Ces événements recensés ont une répartition homogène sur le compartiment, avec un nombre plus important cependant sur les communes de Roscoff, Saint-Pol-de-Léon et Carantec, pour la partie finistérienne du compartiment et Plougasnou et Locquirec pour la partie costarmoricaïne.

Les sources proviennent principalement de l'UBO (99), de la préfecture du Finistère (120), des Côtes-d'Armor (10), des Archives Départementale d'Ille-et-Vilaine (8), de la Bibliothèque Nationale de France (BNF Gallica) (8) et d'autres sources diverses (DDTM29 etc.).

Ce sont principalement des ouvrages documentaires, des correspondances de dignitaires de l'État, des rapports d'ingénierie, ou encore des articles de journaux. Les données de coefficient de marée proviennent du SHOM.

Les évènements s'étalent dans le temps pour le plus ancien est autour de 1172 et le plus récent date de 2010.

39 sont des submersions ou submersion/Erosion, 49 sont des submersions accompagnées de crues, 13 sont des crues, 136 phénomènes d'érosion. Les autres évènements peuvent correspondre à des naufrages ou autres etc. (Illustration 76).

L'un des évènements les plus impressionnants est l'évènement du 19 février 1996, où à Roscoff, les quais ont été endommagés sur 20m, la mer s'est engouffrée dans des maisons et dans un hôtel face à l'île de Batz ; où à Saint-Pol-de-Léon, sur 120 m, le brise-lames et les plaques de ciment de la digue de l'île Sainte-Anne ont été enlevés, le macadam détérioré sur 200 m, le camping a été sous les eaux.



Illustration 76 : Carte synthétique des événements dommageables pour le compartiment C5.

6. Synthèse & Conclusions

L'analyse bibliographique des aléas littoraux « érosion et submersion marine », montre peu de points d'impact. En revanche, la géomorphologie de la côte du compartiment comme pour le précédent, alternant côtes d'accumulation (sableuses ou à galets) et côtes à falaises de roches ou de dépôts de pente, apporte à chaque commune une part d'aléa, surtout localiser sur la partie costarmoricaine qui avait bénéficiée d'une étude.

Entrecoupé par la pointe de Primel, de parts et d'autres, les parties de côtes basses enregistrent des événements de submersions marines.

Les falaises de dépôts de pente ou « heads » sont fortement « érodables » et posent des problèmes de stabilité du trait de côte. Ces dépôts de pente sont très importants sur cette partie nord de la Bretagne et du compartiment C5. On trouve donc ces falaises meubles sur les communes de Trébeurden, Trédrez-Locquémeau, Plestin-les-Grèves puis Plougasnou, Plouezoc'h et plus ponctuellement sur Saint-Pol-de-Léon et Carantec.

L'analyse de la côte à falaises montre que l'ensemble des mouvements de terrain comme pour les autres compartiments sont de petites tailles en raison de falaises avec de faibles altitudes.

La prédisposition à l'érosion des falaises est élevée pour les falaises constituées de dépôts de pente ou « heads », que l'on retrouve sur les communes listées ci-dessus.

Cependant à Saint-Jean-du-Doigt, la prédisposition à l'érosion est moyenne en raison de la présence des roches magmatiques basiques.

Comme pour les autres compartiments, localement les filons de dolérites (roches formant des boules de couleur noire), induisent des phénomènes d'érosion différentielle qui apportent une prédisposition à l'érosion élevée.

L'analyse des côtes à accumulation contraste avec les analyses des autres compartiments. Ici cette analyse montre que les plages malgré des expositions aux agents météo-marins ont en général une tendance à la stabilité ou à l'accrétion.

L'érosion est reléguée au second plan certainement en raison de leurs positions de fond de baie. Les plages qui vont avoir cette tendance à l'érosion sont donc situées dans la baie de Lannion entre les pointes du Bihit et de Séhar, celles de l'île Callot.

7. Bibliographie & webographie

Ballèvre, M., Bosse, V., Dabard, M.-P., Ducassou, C., Fourcade, S., Paquette, J.-L., Peucat, J., Pitra, P., 2012-2013, *Histoire géologique du Massif armoricain : actualité de la recherche*, Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne, (D), 10-11, 5-96

Bellessort B., Migniot C., 1987, *Catalogue sédimentologique des côtes françaises, Côtes de la Manche et de l'Atlantique, de la baie du Mont Saint Michel à la frontière espagnole*, n°65, Edition Eyrolles, coll. de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France, 559 p.

Cariolet J.M., 2011, *Inondation des côtes basses et risques associés en Bretagne – Vers une redéfinition des processus hydrodynamiques liés aux conditions météo-océaniques et des paramètres morpho-sédimentaires*, UBO, thèse, 348 p.

CETMEF (MEEDDM), 2010, *Analyse des données de houle – Roscoff – Mesures du 21/10/2005 au 08/04/2010*, Rapport, 22 p.

Chantraine J. et al, 1986, *Carte géologique de la France au 1/50 000 – Plestin-les-Grèves*, Notice n°202, Orléans : BRGM, 84 p.

Chauris L. et al, 1998, *Carte géologique de la France au 1/50 000 – Saint-Pol-de-Leon*, Notice n°201, Orléans : BRGM, 167 p.

Garreau J., 1973, *Inventaire des reliefs d'origine volcanique en μBretagne occidentale et septentrionale*, Norois, n°77, pp.5-22

Loarer R., 1975, *Ile Callot, Morphologie et sédimentologie*, Mèm. Maitrise, Géogr., Univ. Brest, 199 p.

Martin P., 1979, *Recherche de granulats en baie de Lannion*, Etude bibliographique, BRGM, 29p.

Ministères de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, de l'Equipement, des Transports et du Logement, 1997, *Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR), Guide général*, Paris, La Documentation française, 76 p.

Ministère des Transports, de l'Equipement, du Tourisme et de la Mer (MTETM), DDE Finistère, 2006, *Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles d'Inondation par Submersion Marine (PPR-SM) – Côte Nord 2 : Communes de Cléder à Saint-Pol-de-Léon*, Note de présentation, 29p.

Norroy M.-M., 1969, *La Graou, accumulation de galets en la commune de Saint-Pol-de-Léon*, Mèm. Maitrise Geogr., Univ. Brest, 92 p.

Pinot J.-P., 1995, *Quelques plages en voie d'engraissement dans la région de Lannion*, Norois, n°165, pp. 99-117

Stephan P., 2009, *Les flèches de galets de Bretagne : morphodynamiques passée, présente et prévisible*, Thèse version 1 UBO, 558 p.

Suanez S., 2005, *Lutte préventive et curative contre la prolifération des marées vertes : Rapport sur le suivi de l'évolution des dunes de Saint-Michel-en-Grève et de Tréduder et des*

travaux de rectification des filières du Yar et du Roscoat au cours de l'année 2003-2004 – Baie de Saint-Michel-en-Grève (Côtes-d'Armor), GEOMER-LEGT -Brest, Conseil Général Côtes-d'Armor, 32p.

Suanez S. et al., 2001, *Lutte préventive et curative contre la prolifération des marées vertes : Rapport sur le suivi des travaux de rectification des filières du Yar et du Roscoat au cours de l'année 2000-2001 – Baie de Saint-Michel-en-Grève (Côtes-d'Armor), LEGT-Géolittomer-Brest, Conseil Général Côtes-d'Armor, 42p.*

Suanez S. et Stephan P., 2003, *Lutte préventive et curative contre la prolifération des marées vertes : Rapport sur le suivi des dunes de Saint-Michel-en-Grève et de Tréduder et des travaux de rectification des filières du Yar et du Roscoat au cours de l'année 2002-2003 – Baie de Saint-Michel-en-Grève (Côtes-d'Armor), LEGT-Géolittomer-Brest, Conseil Général Côtes-d'Armor, 44p.*

Suanez S. et Stephan P., 2006, Forçages météo-marins et dynamique morphosédimentaire saisonnière des cordons dunaires. Exemple de la baie de Saint-Michel-en-Grève (Côtes-d'Armor, Bretagne), Géomorphologie : relief, processus, environnement, n°2, pp.91-110

Tabeaud M et al., 2009, *Le risque « coup de vent » en France depuis le XVIe siècle, Annales de Géographie, n° 667, 318-331.*

Webographie

Site internet du Projet ANR **COCORISCO** : Connaissance, compréhension et gestion des risques côtiers : <http://www.cocorisco.fr>

Site internet **GEOPORTAIL** : Le portail des territoires et des citoyens : <http://www.geoportail.gouv.fr/>, portail de l'information géographique de référence : cartes, photographies aériennes, bases de données géographiques, etc.

Site internet : **INFOTERRE**, le visualiseur des données géoscientifiques du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières : <http://infoterre.brgm.fr/>, cartes géologiques du 1/1 000 000 au 1/50 000, dossiers de la Banque de données du Sous-Sol et logs, etc.

Site internet de l'**INSEE** : Institut National de la statistique et des études économiques : <http://www.insee.fr>, statistiques nationales etc.

Site internet institutionnel du **SHOM** : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine: <http://www.shom.fr/>, cartes marines, cartes bathymétriques etc.

Site internet du **MEDDE** : <http://www.prim.net/>, qui favorise la mise à disposition, le partage et l'actualisation d'informations relatives aux risques naturels et technologiques pour renforcer notre résilience individuelle et collective.

8. Annexe 1 : Tableau des évènements dommageables

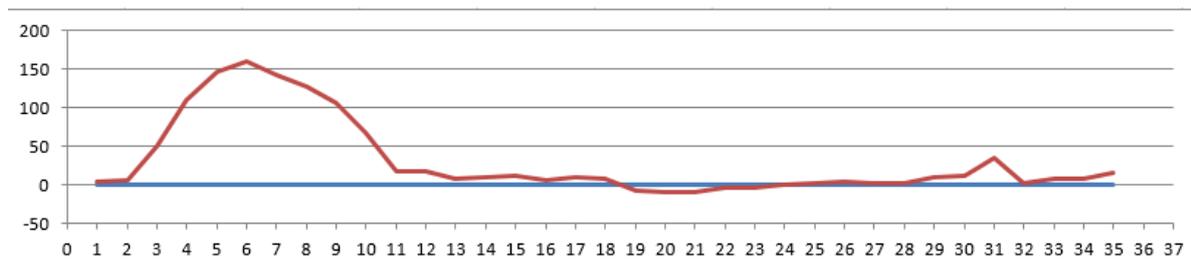
IDENTITE		LOCALISATION				DESCRIPTION ET LOCALISATION PRECISE			QUALITE	ALEA ET FACTEUR	EVENEMENT METEO				ETAT MER			CONSEQUENCE		SOURCES					
BD	UBO	ID	XRGF93France	YRGF93France	Insee	Comm	Depart	Compart	Localisation_description	Qualité	Aléa_interprété	Jour	Mois	Année	Jrée (en Dir_vent	Vit_ver	Vit_ver	Baro_hPa	Coef_mar	Haut_mer	Surcôte	Agitation	Coûts	Nb_victimes	Source_1
BD	UBO	106	192138	6861776.01	29023	CARANTEC	29	C5	Le Clouët	2	Erosion	9	2	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	107	191649	6863694.01	29023	CARANTEC	29	C5	La chaise du Cure	2	Erosion	27	7	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	108	190983.89	6864839.06	29023	CARANTEC	29	C5	Ile Callot	2	Erosion	0	11	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	110	193348.37	6859900.08	29023	CARANTEC	29	C5	Route Morlaix-Carantec	4	?	0	4	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	111	192167.62	6861420.64	29023	CARANTEC	29	C5	Roch Glaz	4	?	0	4	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	112	192860.99	6863430.01	29023	CARANTEC	29	C5	Flanc NE de la pointe	3	Erosion	11	1	1978	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	109	190698.07	6861977.48	29023	CARANTEC	29	C5	?	4	Tempête	0	4	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	101	191096.17	6863881.28	29023	CARANTEC	29	C5	Plage de la Grève Blanche	4	Tempête	0	0	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	102	191042.01	6863946.12	29023	CARANTEC	29	C5	Plage de la Grève Blanche	2	Erosion	0	0	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	103	191028.71	6863954.73	29023	CARANTEC	29	C5	Plage de la Grève Blanche	2	Erosion	0	0	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	104	192791	6860277.01	29023	CARANTEC	29	C5	Route Morlaix-Carantec	3	Erosion	0	0	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	105	191062.38	6863910.71	29023	CARANTEC	29	C5	Plage de la Grève Blanche	4	Tempête	15	10	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	113	190698.07	6861977.48	29023	CARANTEC	29	C5	?	4	Submersion	0	0	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	94	191048.92	6863929.7	29023	CARANTEC	29	C5	Plage de la Grève Blanche	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.39	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	95	190986.9	6864577.81	29023	CARANTEC	29	C5	Sud de l'île Callot	2	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.39	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	96	191035.38	6866602.88	29023	CARANTEC	29	C5	Nord de l'île Callot	2	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.39	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	97	192472.45	6862759.71	29023	CARANTEC	29	C5	?	3	Erosion	0	2	2008	-	-	-	-	106	9.39	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	98	192053.43	6863252.02	29023	CARANTEC	29	C5	Pen al Lann	2	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.39	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	99	192002.56	6862089.46	29023	CARANTEC	29	C5	Le Clouët	2	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.39	-	-	-	-	Thèse de doctorat de JM Cariolet (UBO)
BD	UBO	114	191815.38	6862436.38	29023	CARANTEC	29	C5	Le Clouët	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	115	191998.65	6862331.63	29023	CARANTEC	29	C5	Le Clouët	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	100	191202.76	6863778.85	29023	CARANTEC	29	C5	Toul-ar-Bily	2	Erosion	0	0	2010	2	-	-	-	115	9.58	-	-	-	-	DDTM 29
BD	UBO	482	207427.99	6864199.01	29073	GUIMAËC	29	C5	Plage de Poul Rodou	1	Erosion	10	3	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	483	207427.99	6864199.01	29073	GUIMAËC	29	C5	Plage de Poul Rodou	4	Ensablement	10	3	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	484	207647.01	6862045.03	29073	GUIMAËC	29	C5	! Coordonnées lambert du centroïde commune			15	10	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	485	207167	6864376.01	29073	GUIMAËC	29	C5	Falaise argileuse plag	4	Erosion	0	0	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	486	207308	6864253.01	29073	GUIMAËC	29	C5	Plage de Poul Rodou	1	Erosion	0	0	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	487	206654.54	6861787.22	29073	GUIMAËC	29	C5	?	4	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	488	207335.71	6864241	29073	GUIMAËC	29	C5	Plage de Poul Rodou	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	489	207351.97	6864232.07	29073	GUIMAËC	29	C5	Plage de Poul Rodou	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	535	189276.99	6861883.02	29079	HENVIC	29	C5	Keryenevet	2	Erosion	10	3	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	536	188829	6861673.01	29079	HENVIC	29	C5	Lingoz	2	Erosion	10	3	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	537	190587.1	6859731.79	29079	HENVIC	29	C5	! Coordonnées lambert du centroïde commune			10	3	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	873	195273	6858228	29132	LOCQUENOLE	29	C5	CD 73	3	Erosion	11	1	1978	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	874	194738.04	6857932.54	29132	LOCQUENOLE	29	C5	! Coordonnées lambert du centroïde commune			0	0	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	875	195275.14	6858236.03	29132	LOCQUENOLE	29	C5	Prat Santec	2	Erosion	15	10	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	886	211613	6862146	29133	LOCQUIREC	29	C5	L'île Blanche	2	Erosion	11	1	1978	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	887	210663.99	6863003	29133	LOCQUIREC	29	C5	Toul ar Goue	2	Erosion	11	1	1978	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	888	210129	6864283.01	29133	LOCQUIREC	29	C5	Les Sables Blancs	2	Erosion	11	1	1978	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	889	210001.96	6863213.32	29133	LOCQUIREC	29	C5	! Coordonnées lambert du centroïde commune			0	0	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	884	211613	6862146	29133	LOCQUIREC	29	C5	Plage du fond de baie	1	Erosion	0	0	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	885	211613	6862146	29133	LOCQUIREC	29	C5	Procède Cornic de la p	4	Tempête	0	0	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	897	211613	6862146	29133	LOCQUIREC	29	C5	Procède Cornic de la p	4	?	0	0	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	892	211291.83	6862432.27	29133	LOCQUIREC	29	C5	Fond de la Baie	1	Erosion	15	10	1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	893	210692.99	6863189	29133	LOCQUIREC	29	C5	Chemin de la falaise	2	Erosion	0	0	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	891	211690	6862253.01	29133	LOCQUIREC	29	C5	Dunes de l'île Blanche	1	Erosion	0	0	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	894	211617	6864461.01	29133	LOCQUIREC	29	C5	Chemin de la Pointe de ...	2	Erosion	10	3	2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	895	210738.99	6864689.01	29133	LOCQUIREC	29	C5	Pointe du Corbeau	2	Erosion	15	10	2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	896	207672.49	6864259.06	29133	LOCQUIREC	29	C5	Poul Rodou falaises	1	Erosion	0	0	2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	890	209105.49	6863742.48	29133	LOCQUIREC	29	C5	Le moulin de la rive	4	Tempête	0	0	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	876	211078.12	6862646.28	29133	LOCQUIREC	29	C5	Plage du fond de la baie	1	Erosion	2	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	877	211716.11	6862112.77	29133	LOCQUIREC	29	C5	Secteur de l'île Blanche	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	878	211545.17	6864241.2	29133	LOCQUIREC	29	C5	Plage de la Palud	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	879	211595.94	6864379.62	29133	LOCQUIREC	29	C5	Plage de Bilou	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	880	208400.08	6864136.17	29133	LOCQUIREC	29	C5	Secteur de la Corniche	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	881	210268.06	6864291.02	29133	LOCQUIREC	29	C5	Plage des Sables Blancs	1	Erosion	15	10	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	882	208422.66	6864122.76	29133	LOCQUIREC	29	C5	Secteur de la Corniche	1	Erosion	0	9	2008	-	-	-	-	106	9.7	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	898	211373.67	6864010.42	29133	LOCQUIREC	29	C5	Parking du port	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	899	211521.03	6864124.88	29133	LOCQUIREC	29	C5	Grand Hotel des Bains	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Dossier de presse
BD	UBO	900	209026.54	6863718.82	29133	LOCQUIREC	29	C5	5 rue de la Corniche	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	901	208988.65	6863719.92	29133	LOCQUIREC	29	C5	9 rue de la Corniche	1	Submersion	1	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	902	209072.95	6863737.45	29133	LOCQUIREC	29	C5	77 rue de Morlaix	1															

IDENTITE		LOCALISATION				DESCRIPTION ET LOCALISATION PRECISE				QUALITE	ALEA ET FACTEUR	EVENEMENT METEO				ETAT MER				CONSEQUENCE		SOURCES			
BD	UBO	ID	XRGF93France	YRGF93France	Insee	Comm	Depart	Compart	Localisation_description	Qualité	Aléa_interprété	Jour	Mois	Année	Jrée (en Dir_vent	Vit_ver	Vit_ver	Baro_hPa	Coef_mar	Haut_mer	Surcôte	Agitation	Coûts	Nb_victimes	Source_1
BD	UBO	1297	198095.76	6867583	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Port du Diben	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1298	198288.52	6867447.59	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Port du Diben	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1299	197732.85	6867081.16	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Port Blanc	2	Erosion	18	12	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1300	197170.52	6865799.79	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Le Guerzit	1	Erosion	15	10	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1301	197170.52	6865799.79	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Le Guerzit	1	Erosion	9	2	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1302	196396.36	6863838.15	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Térénez	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1321	196294.6	6863736.52	29188	PLOUGASNOU	29	C5	22 route de terenez	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1322	196316.65	6863801.85	29188	PLOUGASNOU	29	C5	29 route de terenez	1	Submersion	15	10	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1323	196298.23	6863747.15	29188	PLOUGASNOU	29	C5	20 route de terenez	1	Submersion	15	10	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1324	196399.22	6863890.6	29188	PLOUGASNOU	29	C5	9 route de Paris	9	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1325	196331.81	6863836.64	29188	PLOUGASNOU	29	C5	10 rue de Paris	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1326	196357.76	6863874.11	29188	PLOUGASNOU	29	C5	1 impasse de Pen an Dour	1	Submersion	25	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1327	197189.45	6865783.84	29188	PLOUGASNOU	29	C5	2 allée de Pen an Trez	1	Submersion	5	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1328	197144.05	6865761.43	29188	PLOUGASNOU	29	C5	32 route du Guerzit	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1329	197688.44	6866994.53	29188	PLOUGASNOU	29	C5	22 route de Port Blanc	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1330	197566.14	6866882.69	29188	PLOUGASNOU	29	C5	24 impasse de Keraden	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1331	198146.82	6866589.52	29188	PLOUGASNOU	29	C5	7 rue de l'Abbesse	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1332	199048.22	6867313.21	29188	PLOUGASNOU	29	C5	6 rue de Rhun Predou	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1333	199071.35	6867437.96	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Résidence Roch ar Mor	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1303	199685.91	6867282.51	29188	PLOUGASNOU	29	C5	Primel - Trégastel	2	Erosion	0	0	2010	2	-	-	-	108	9.51	-	-	-	-	DDTM 29
BD	UBO	1348	204000.91	6838923.9	29191	PLOUGONVEN	29	C5	Coat Lohès	1	Submersion/Crués	0	0	2010	-	-	-	-	108	9.19	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1349	204000.91	6838923.9	29191	PLOUGONVEN	29	C5	Coat Lohès	1	Submersion/Crués	0	0	2010	-	-	-	-	108	9.19	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1350	204517.66	6849601.6	29191	PLOUGONVEN	29	C5	Kerstrad	1	Submersion/Crués	0	0	2010	-	-	-	-	108	9.19	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1782	201992	6866169	29251	SAINT-JEAN-DU-DOIGT	29	C5	Ker Therese	2	Erosion			1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1644	202883.5	6862730.96	29251	SAINT-JEAN-DU-DOIGT	29	C5	<i>! Coordonnées lambert du centroïde commune</i>	4	Tempête			1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1642	201753.75	6866050.26	29251	SAINT-JEAN-DU-DOIGT	29	C5	Plage de Plougasnou	1	Erosion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1643	201826.13	6866055.46	29251	SAINT-JEAN-DU-DOIGT	29	C5	Plage de Plougasnou	1	Submersion	10	3	2008	-	-	-	-	106	9.61	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1645	201938.92	6866117.41	29251	SAINT-JEAN-DU-DOIGT	29	C5	Plage de Plougasnou	1	Submersion			2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1655	194676.28	6856121.06	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Lannuguy	2	Erosion			1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1658	194869.97	6852956.65	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	<i>! Coordonnées lambert du centroïde commune</i>	4	Tempête			1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1659	195342.71	6855947.94	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Lannuguy	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1660	195198.77	6856070.87	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Lannuguy	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1661	195256.56	6856004.69	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Lannuguy	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1662	195437.67	6855848.94	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	S de Lannuguy	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1663	195552.24	6855674.84	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Ty Nod	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1664	195571.28	6855654.56	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Ty Nod	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1665	195581.12	6855644.21	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Ty Nod	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1666	195625.65	6855588.89	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Ty Nod	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1667	195667.15	6855530.59	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Ty Nod	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1668	195696.75	6855483.39	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	La salette	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1669	195706.75	6855483.3	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	La salette	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1670	195736.27	6855427.1	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	La salette	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1671	195953.9	6855148.53	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Maison de retraite	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1672	196153.17	6854700.21	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Le Bonnou	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1673	196150.63	6854757.2	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Le Bonnou	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1674	196149.18	6854825.16	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Le Bonnou	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1675	196124.73	6854892.32	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Le Bonnou	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1676	196114.18	6854947.37	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Le Bonnou	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1677	196149.28	6854589.31	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Le Bonnou	1	Erosion			2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1678	196125.23	6854894.53	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	31, allée Saint François	1	Submersion			2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1656	196017.37	6855130.94	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	Rivière de Morlaix - Chantier Jézéquel	1	Erosion	1	3	2010	2	-	-	-	115	9.58	-	-	-	-	DDTM 29
BD	UBO	1657	195866.06	6853083.97	29254	SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS	29	C5	14, rue Georges Bizet	1	Submersion	28	2	2010	-	-	-	-	108	9.19	-	-	-	-	Préfecture du Finistère
BD	UBO	1697	187378.02	6866735.66	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	Grève du Man	2	Erosion			1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1698	187727	6866324.01	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	Grève du Man	1	Erosion			1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1699	188479.92	6863569.62	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	Trégondern	2	Erosion			1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1701	187385.6	6866726.59	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	Grève du Man	4	Tempête			1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1700	185730.75	6864665.71	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	<i>! Coordonnées lambert du centroïde commune</i>	4	Tempête			1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1695	187707	6866334.01	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	Route de la grève du Man	1	Erosion			1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1696	188053.54	6865752.08	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	Digue de l'île Saint-Anne	1	Erosion			1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1702	188058.89	6865746.18	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	Digue de l'île Saint-Anne	1	Tempête			1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO
BD	UBO	1703	185730.75	6864665.71	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5	<i>!</i>																

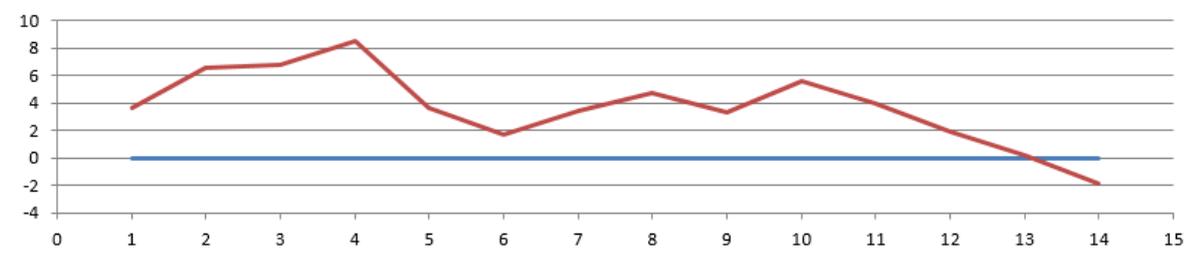
IDENTITE		LOCALISATION				DESCRIPTION ET LOCALISATION PRECISE			QUALITE	ALEA ET FACTEUR	EVENEMENT METEO				ETAT MER			CONSEQUENCE		SOURCES								
BD	ATLAS	ID	XRGF93France	YRGF93France	Insee	Comm	Depart	Compart	Localisation_description	Qualité	Aléa_interprété	Jour	Mois	Année	Jrée (en	Dir_vent	Vit_ver	Vit_ver	Baro_hPa	Coef_mar	Haut_mer	Surcôte	Agitation	Couts	Nb_victimes	Source_1		
BD ATLAS	2554	196109.67	6858331.56	29151	MORLAIX	29	C5		un naufrage	3	Naufrage	31	12	1924	5	-	-	-	-	78	8.48	-	-	-	-	6	Bibliothèque nationale de France BnF (Gallica)	
BD ATLAS	2556	195879.19	6857966.74	29151	MORLAIX	29	C5		Maisons proches de la mer ont souffert	3	Erosion	31	12	1924	5	-	-	-	-	78	8.48	-	-	-	-	-	Bibliothèque nationale de France BnF (Gallica)	
BD ATLAS	2561	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	29	C5		Crue à Morlaix	3	Cruces	25	2	1925	2	N	-	-	-	108	9.46	-	-	-	-	-	CRDP de Rennes	
BD ATLAS	2620	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	29	C5		Crue à Morlaix	3	Cruces	11	2	1974	1	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	A Hénaff_UBO	
BD ATLAS	2622	217180.02	6862842.54	22319	SAINT-MICHEL-EN-GREVE	22	C5		Inondations à Saint-Michel-En-Grève	3	Cruces	11	2	1974	2	-	-	-	-	78	8.62	-	-	152450	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2623	214404.2	6861233.42	22194	PLESTIN-LES-GREVES	22	C5		Inondations à Plestin-Lès-Grèves	3	Cruces	11	2	1974	2	-	-	-	-	78	8.64	-	-	152450	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2626	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	22	C5		Inondations à Morlaix	3	Cruces	17	5	1974	1	SO	-	-	-	50	7.19	-	-	-	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2627	225601.31	6868547.75	22113	LANNION	22	C5		Inondations à Lannion	3	Cruces	17	5	1974	1	SO	-	-	-	50	7.33	-	-	-	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2707	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	29	C5		Crue à Morlaix	3	Cruces	23	1	1990	23	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	Préfecture d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2709	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	29	C5		crue à Morlaix	3	Cruces	17	1	1995	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2713	191084.86	6863895.37	29023	CARANTEC	29	C5		Le sable de la plage de la Grève Blanche (Carantec) a disparu sur une ét	2	Erosion	19	2	1996	3	N à NE	120	-	-	111	9.21	-	4 m	-	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2725	188253.26	6865635.57	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5		Sur 120 m, brise-lames et plaque de ciment de la digue de l'île Sainte-A	2	Erosion	19	2	1996	3	N à NE	126	-	-	111	9.21	-	4 m	-	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2726	187867.8	6866104.35	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5		Le camping est sous les eaux,	2	Submersion	19	2	1996	3	-	126	-	-	111	9.21	-	-	-	-	-	Archives départementales d'Ille-et-Vilaine	
BD ATLAS	2731	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	29	C5		crue à Morlaix	3	Cruces	30	12	2000	-	-	-	-	67	8.11	-	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2732	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	29	C5		crue à Morlaix	3	Cruces	28	2	2001	2	-	-	-	-	77	8.37	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2734	214928.41	6873762.84	22343	ILE MOLENE	22	C5		Plusieurs parois de sables se sont effondrées, Les ganivelles installées p	2	Erosion	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	9.71	-	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor
BD ATLAS	2806	218960.58	6869153.28	22336	SERVEL	22	C5		La cale d'accès à la plage de Beg Léguer est en partie détruite,	2	Erosion	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	9.63	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2807	216933.22	6871994.03	22343	TREBEURDEN	22	C5		Les 15 candélabres de la promenade de Tresmeur ont subi de fortes dé	2	Erosion	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	9.71	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2808	216832.13	6872123.65	22343	TREBEURDEN	22	C5		La digue a été détruite à plusieurs endroits et fortement endommagée	2	Erosion	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	9.71	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2809	216946.27	6874482.57	22343	TREBEURDEN	22	C5		L'accès aux plages de Toeno a été ensablé et par endroit détruit, Un acc	2	Erosion	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	9.71	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2810	218312.26	6870561.39	22343	TREBEURDEN	22	C5		Des morceaux de falaise se sont décrochés le long du chemin des Doua	2	Erosion	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	9.71	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2811	216980.23	6867152.15	22349	TREDREZ-LOCQUEMEAU	22	C5		Habitations inondées (jusqu'à 70 cm d'eau), portails et murets cassés, g	3	Submersion/Erosion	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	6.63	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2812	216135.48	6865376.69	22349	TREDREZ-LOCQUEMEAU	22	C5		Bateaux à la côte	3	Naufrage	9	3	2008	3	-	-	-	-	106	6.63	-	-	-	-	-	Préfecture des Côtes d'Armor	
BD ATLAS	2834	195864.45	6857952.24	29151	MORLAIX	29	C5		Bateaux ayant rompus leurs amarres	3	Naufrage au mouillage	28	10	1909	3	-	-	-	-	113	9.61	-	-	-	-	1	Bibliothèque nationale de France BnF (Gallica)	
BD ATLAS	2852	197810.11	6854704.89	29151	MORLAIX	29	C5		1000 victimes à Morlaix	4	Submersion	0	0	1172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000	A Hénaff_UBO		
BD ATLAS	2854	187536.66	6864645.24	29259	SAINT-POL-DE-LEON	29	C5		Raz de marée sans précédent, submersion du littoral de l'évêché de Sai	4	Submersion	0	0	1172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bibliothèque nationale de France BnF (Gallica)	
BD ATLAS	2866	217084.55	6862816.25	22319	SAINT-MICHEL-EN-GREVE	22	C5		Attaque mur du cimetière Saint Michel en grève	4	Erosion	31	12	1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SOCOTEC / CNRS Dinard	
BD ATLAS	2867	217073.49	6862573.84	22319	SAINT-MICHEL-EN-GREVE	22	C5		250 m de perré détruits à Saint-Michel-En-Grève	4	Erosion	0	0	1873	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A Hénaff_UBO	
BD ATLAS	2883	214619.88	6870225.68	22113	LANNION	22	C5		Un bateau perdu	4	Naufrage en mer	3	2	1902	1	E	violent	-	-	35	6.71	-	-	-	-	-	Bibliothèque nationale de France BnF (Gallica)	
BD ATLAS	2893	217055.6	6862554.47	22319	SAINT-MICHEL-EN-GREVE	22	C5		Dégat lors construction brise lame Saint-Michel-En-Grève	4	Erosion	0	2	1916	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BD ATLAS	2894	217139.51	6862815.93	22319	SAINT-MICHEL-EN-GREVE	22	C5		dégat toiture église de Saint Michel en grève	4	Tempête	31	1	1920	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SOCOTEC / CNRS Dinard	

9. Annexe 2 : Graphiques d'évolution des plages

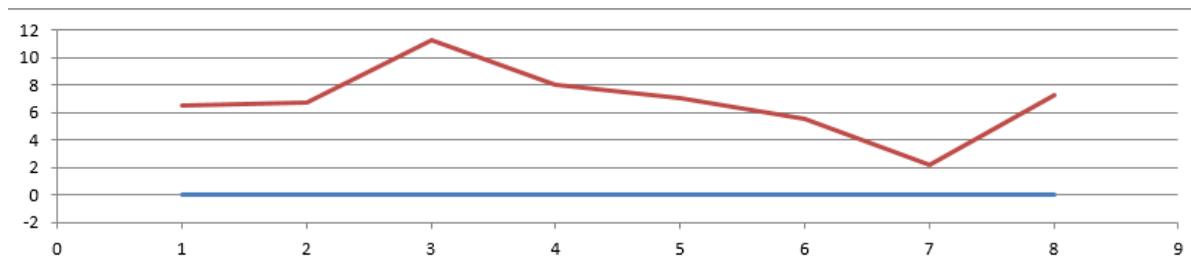
C5 - P1 - Plage du Fond de la Baie



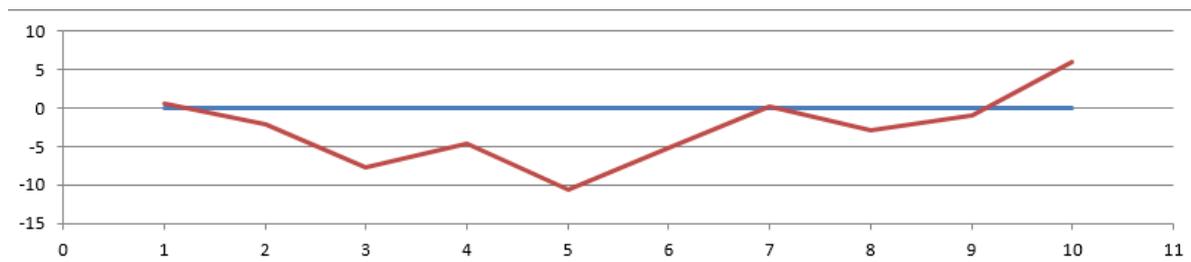
C5 - P2 - Plage de Porz Biliec



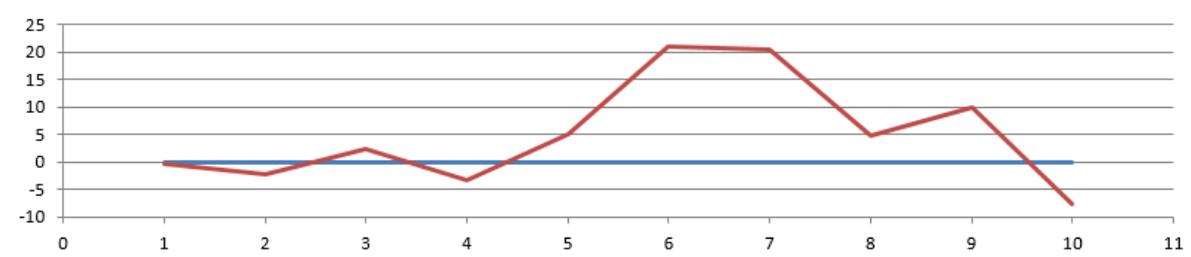
C5 - P3 - Plage des Sables Blancs



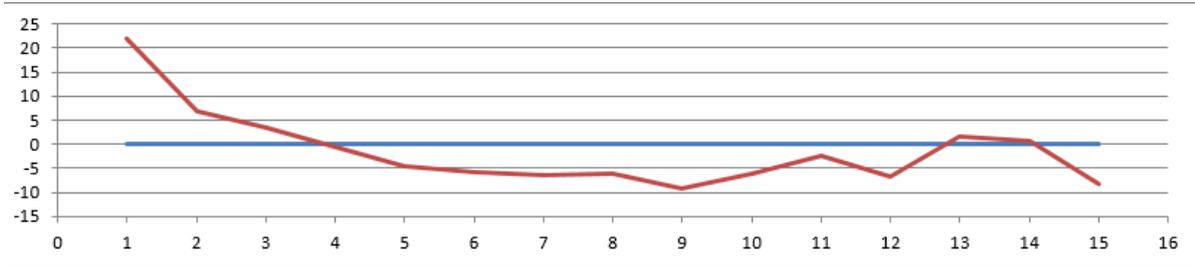
C5 - P4 - Le Moulin de la Rive



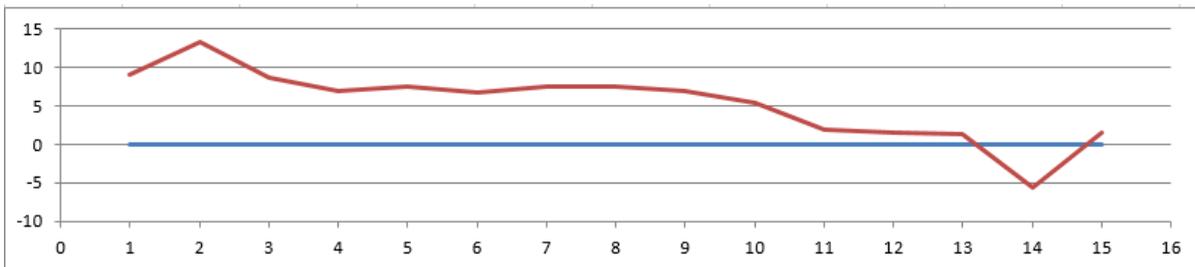
C5 - P5 - Plage de Poul Rodou



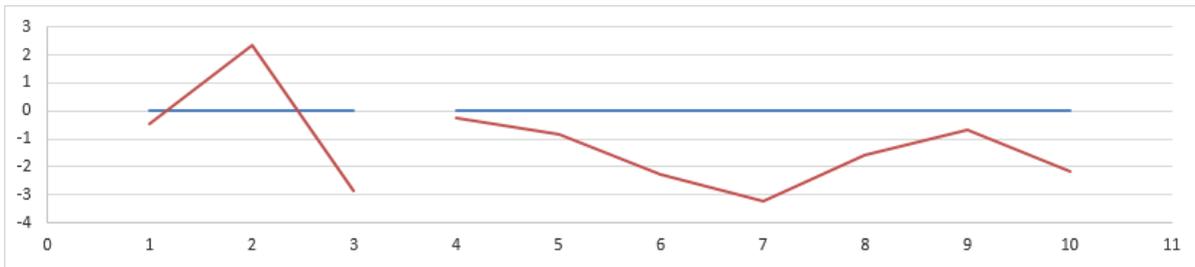
C5 - P6 - Plage de Plougasnou St Jean Du Doigt



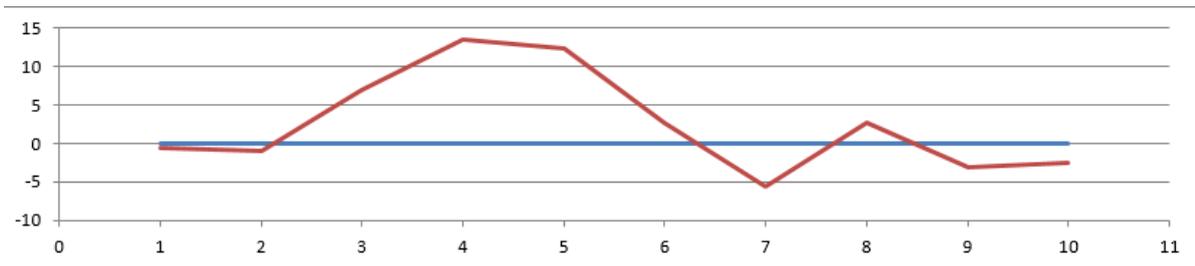
C5 - P7 - Plage de Primel



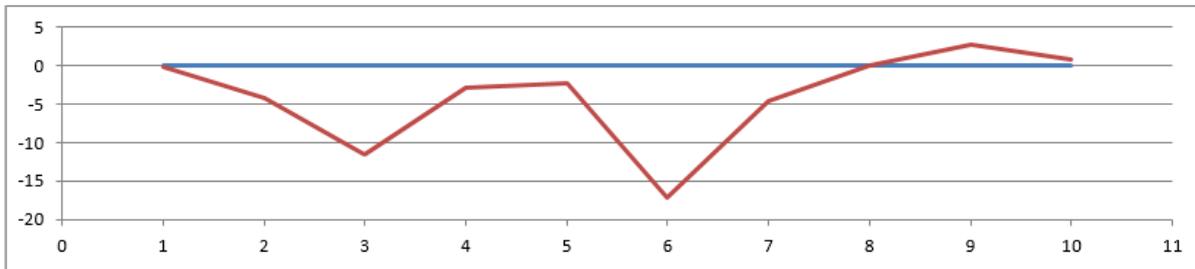
C5 - P8 - Pointe de Primel (nord)



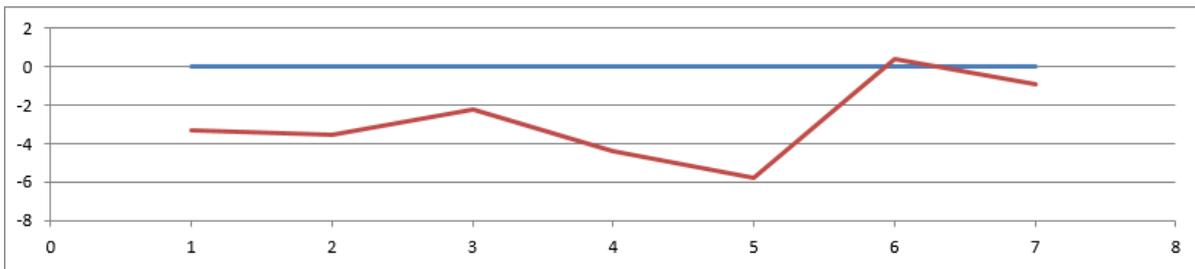
C5 - P10 - Plage de Trégastel



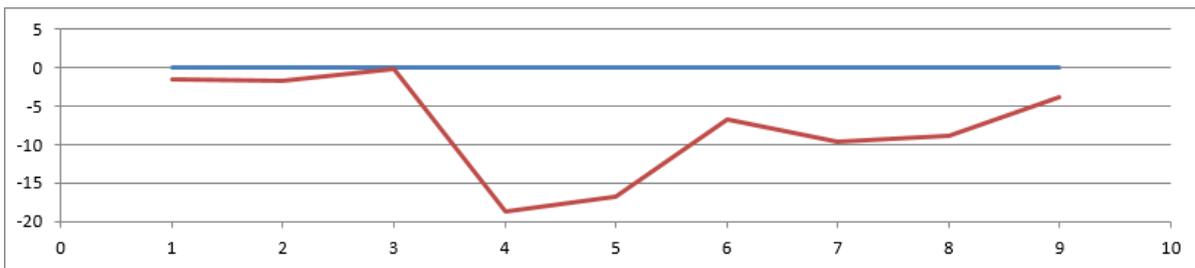
C5 - P11 – Tombolo de la pointe du Diben



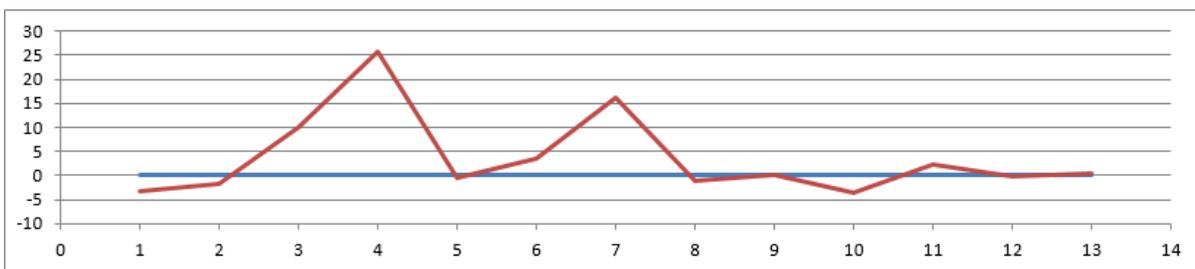
C5 - P12 - Plage du Port Blanc



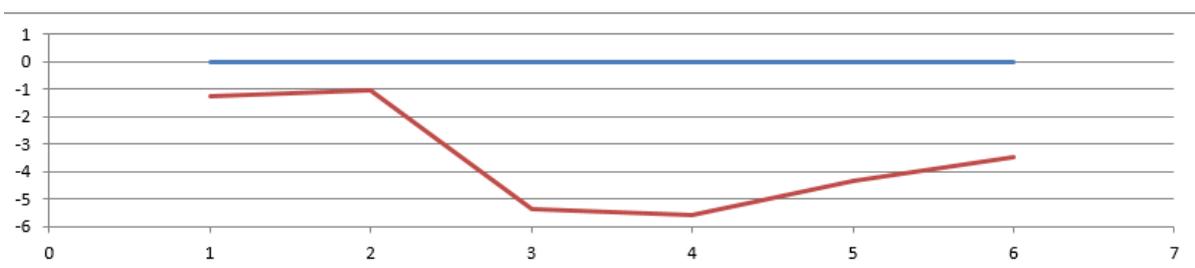
C5 - P13 - Plage de Guerzit



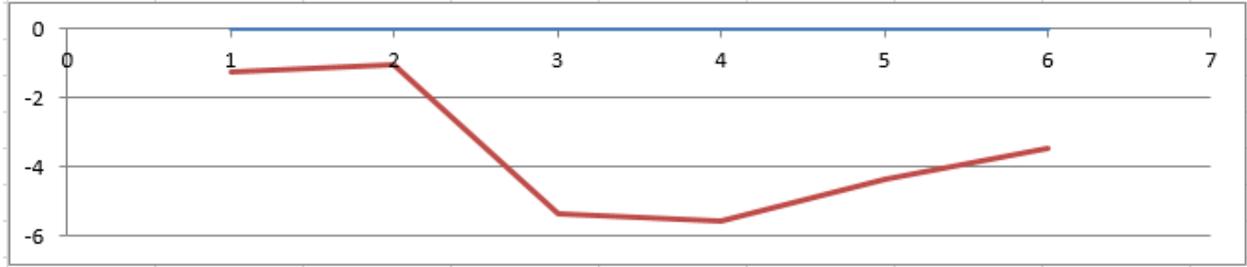
C5 - P14 - Plage de St Samson



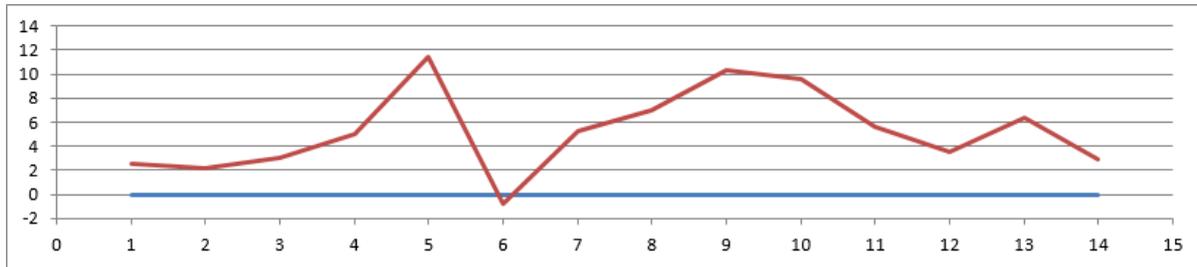
C5 - P15 – Tréourhant - 2



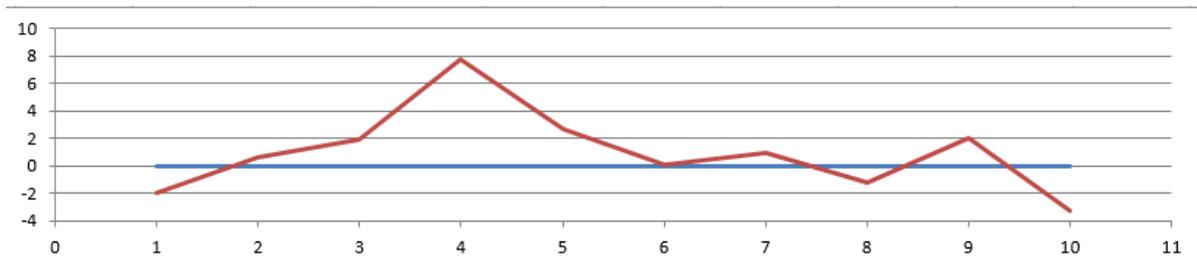
C5 - P16 – Tréourhant - 1



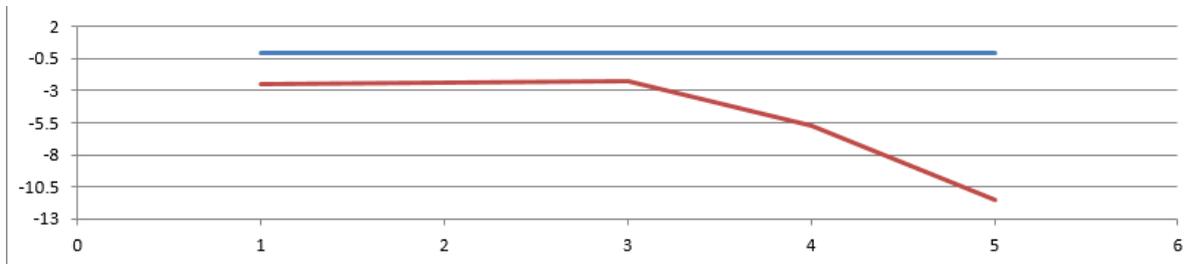
C5 - P17 - Tombolo de Terenez



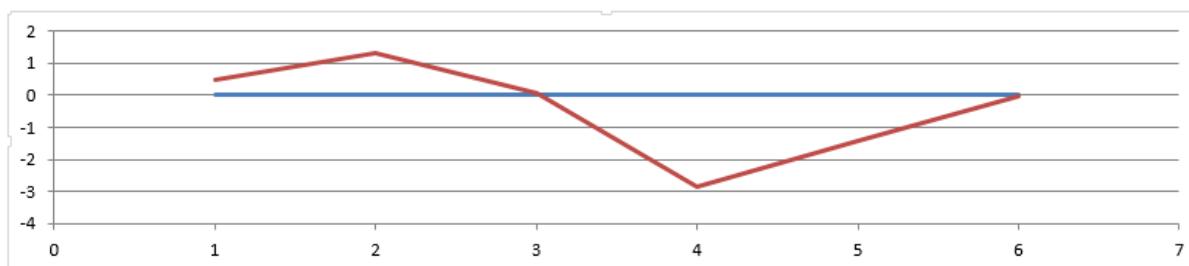
C5 - P18 - Flèche Anse de Terenez



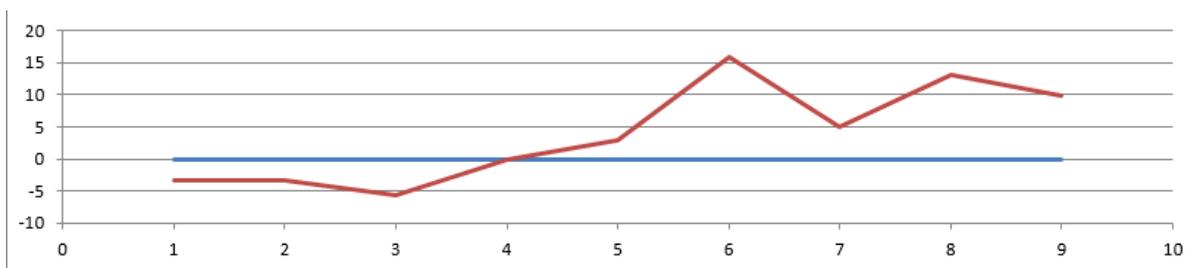
C5 - P19 - Barnenez (est)



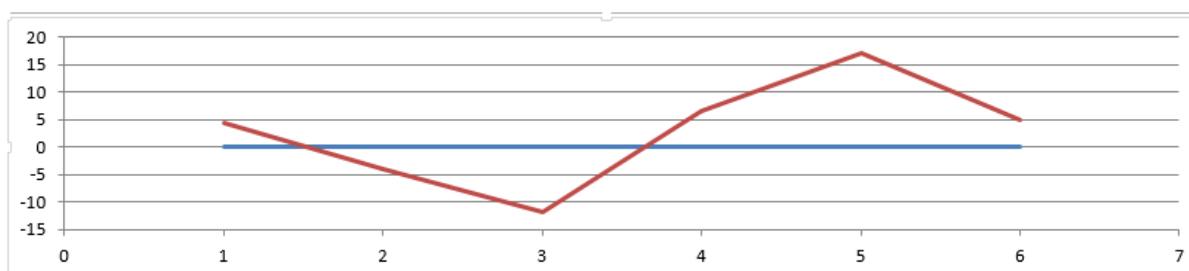
C5 - P20 - Barnenez (ouest)



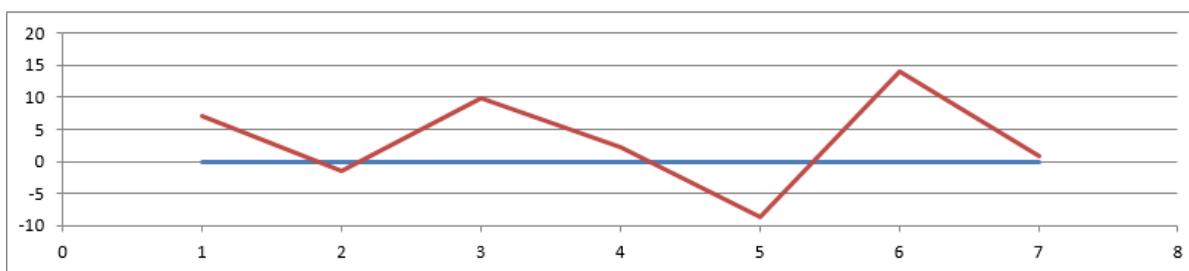
C5 - P21 - La Palud de Kerarmel



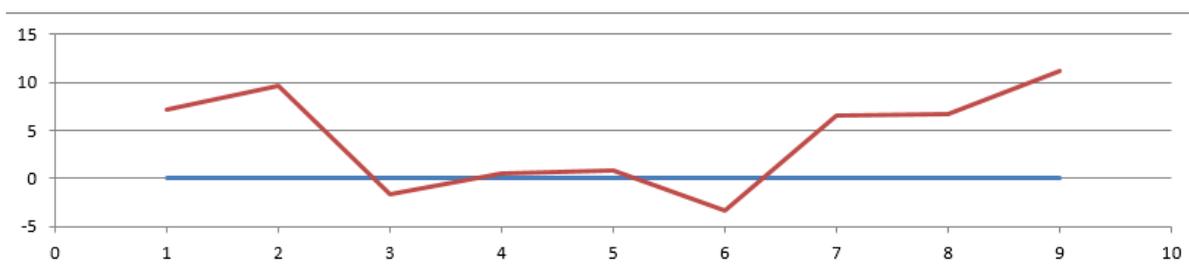
C5 - P22 - Mez ar Sant (nord)



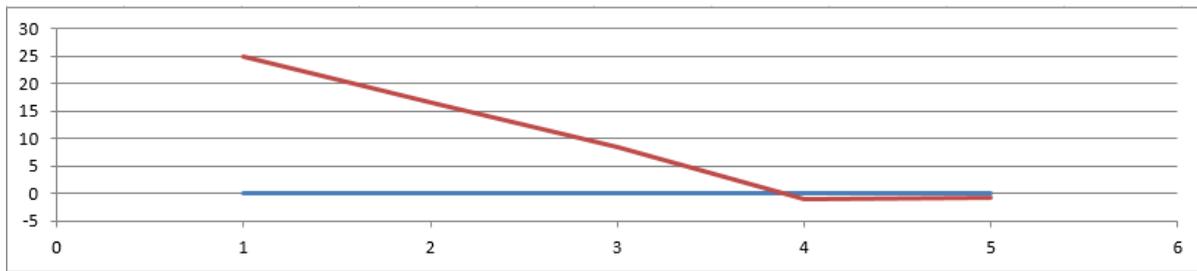
C5 - P23 - Mez ar Sant



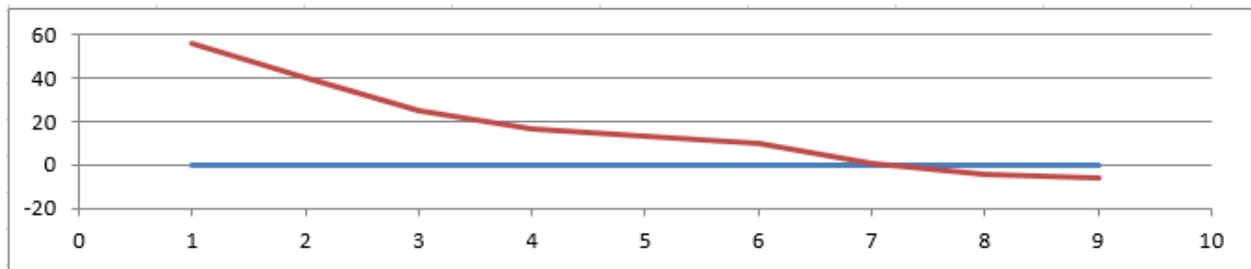
C5 - P24 - La Palud – Rivière de Morlaix (est)



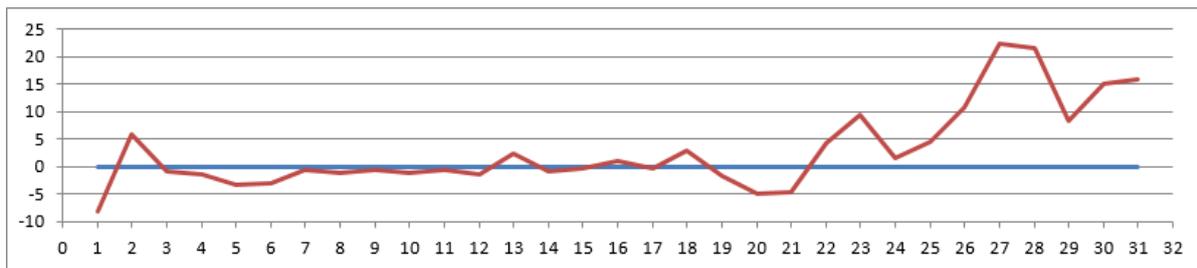
C5 - P25 - La Palud Locquéolé



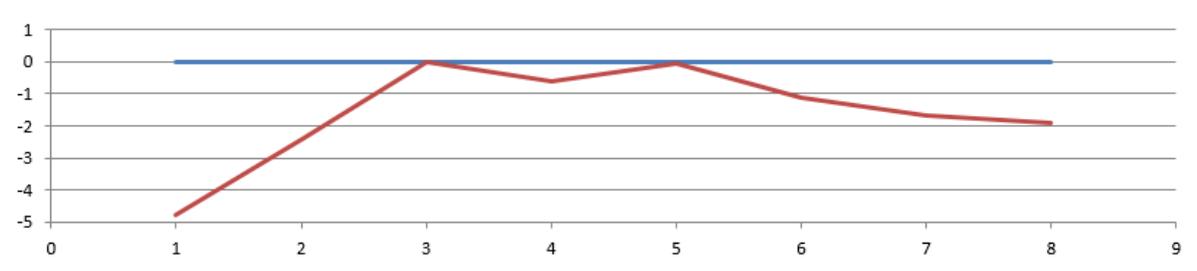
C5 - P26 – La Palud – Rivière de Morlaix (ouest)



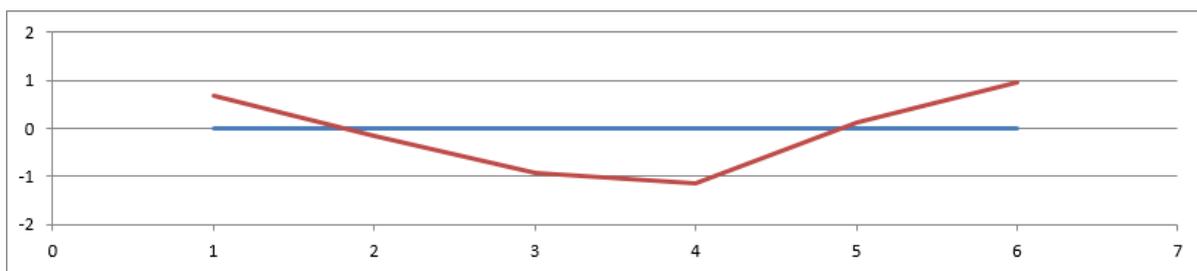
C5 - P27 - Plage du Clouet



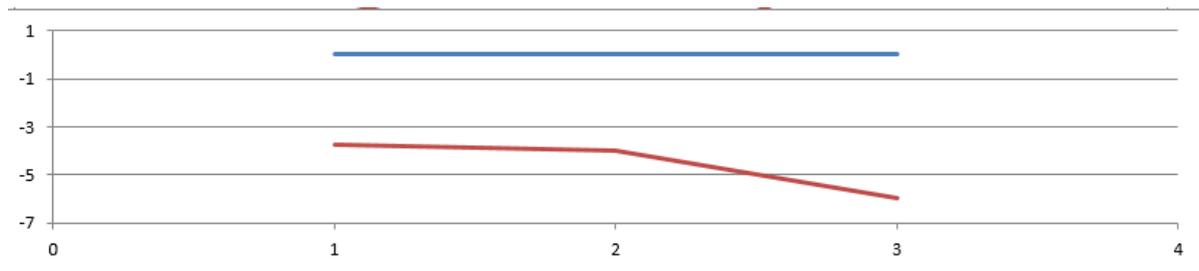
C5 - P28 - Plage de Tahiti



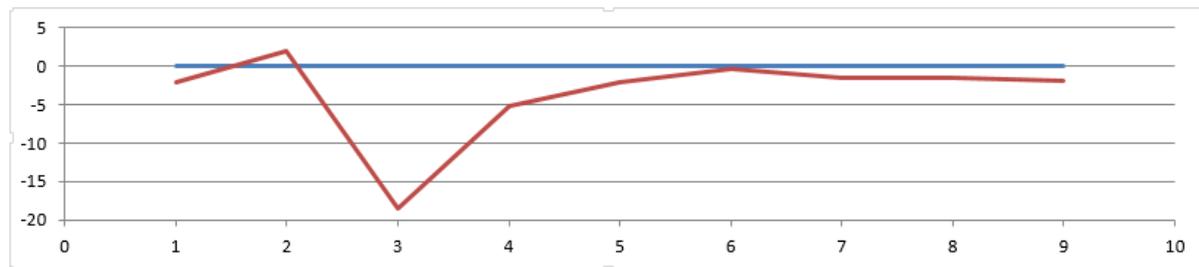
C5 - P29 - Plage du Cosmeur



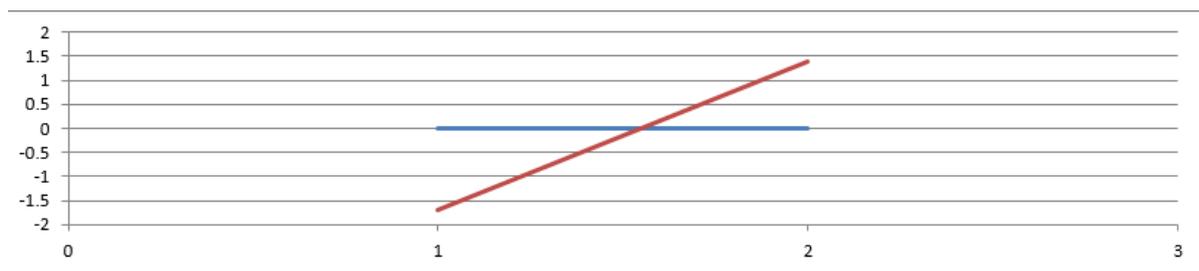
C5 - P30 - Plage du Penquer



C5 - P31 - Plage de Kelenn



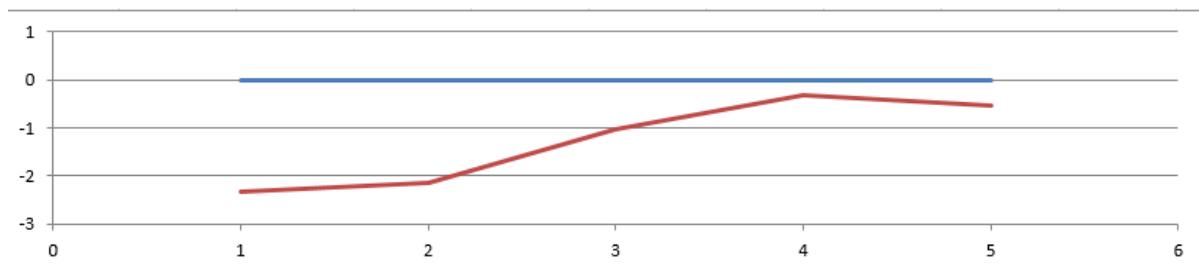
C5 - P32 - Plage de la Chaise du Cure



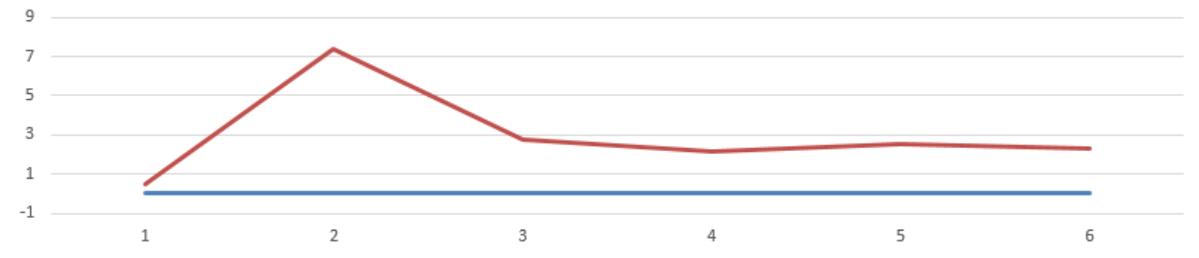
C5 - P33 - Porz Pol



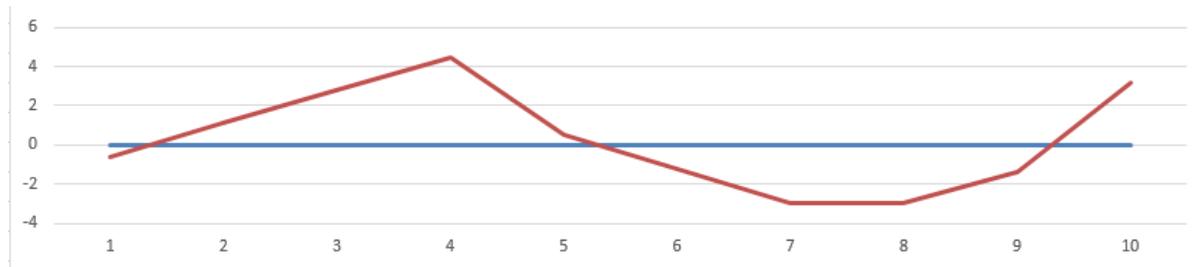
C5 - P34 - La Grève Blanche



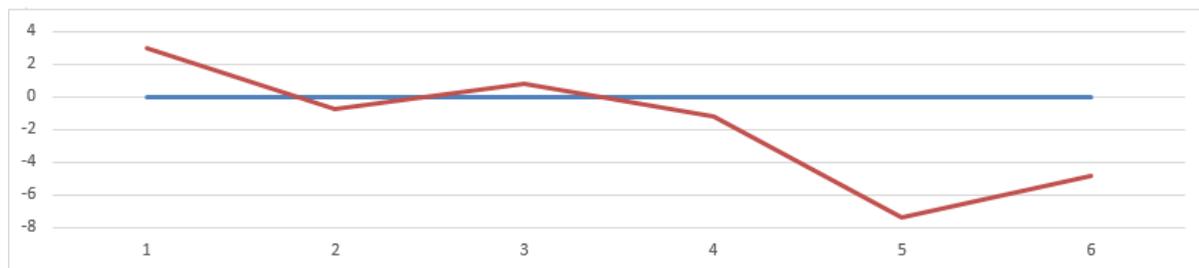
C5 - P35 - Ile Calot (sud) – 3



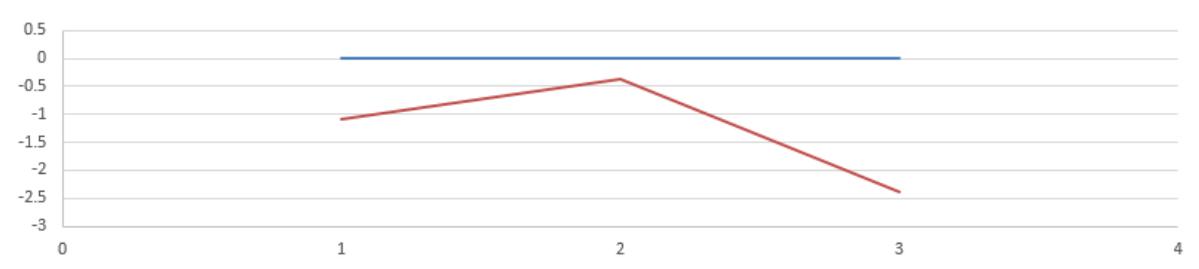
C5 - P36 - Ile Calot (est)



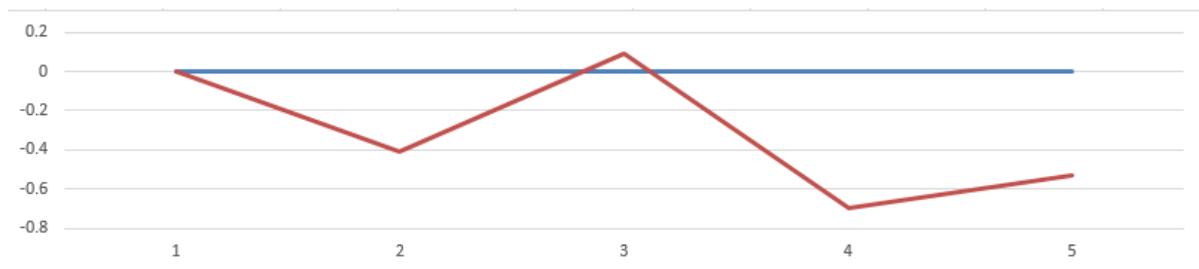
C5 - P37 - Plage de Park an Iliz



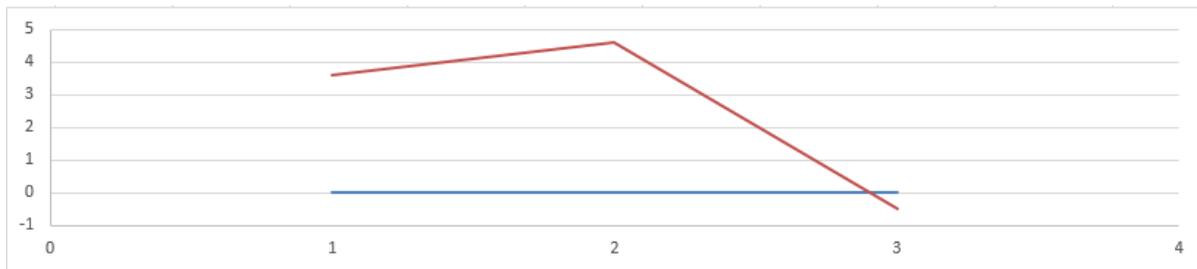
C5 - P38 - Ile Calot (nord) - 4



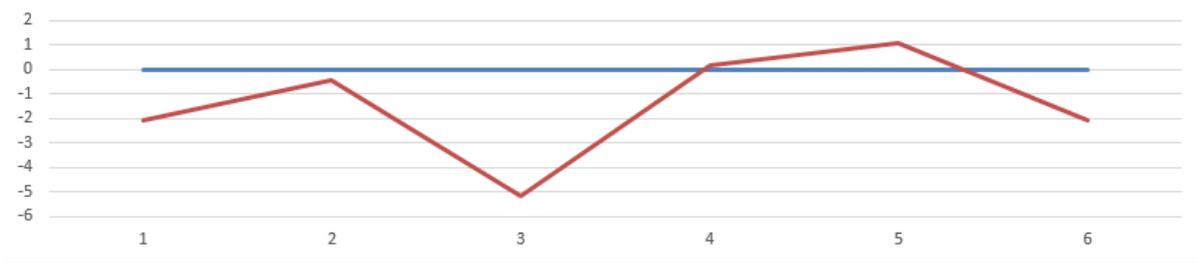
C5 - P39 - Ile Calot (nord) - 3



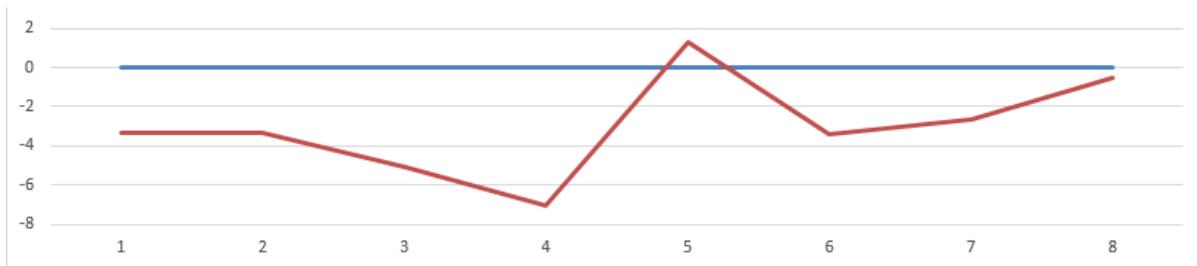
C5 – P40 - Ile Calot (nord) - 1



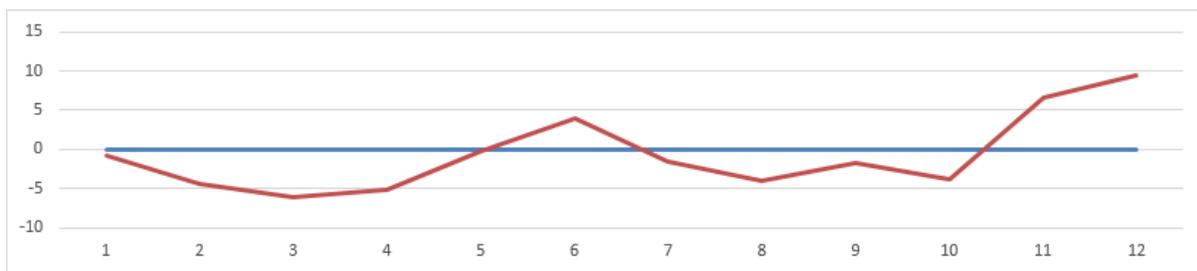
C5 – P41 - Ile Calot (nord) - 2



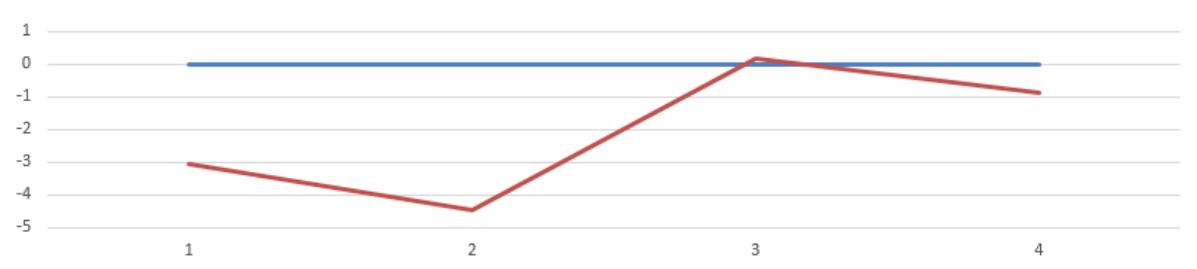
C5 - P42 - Plage de Park An Aod



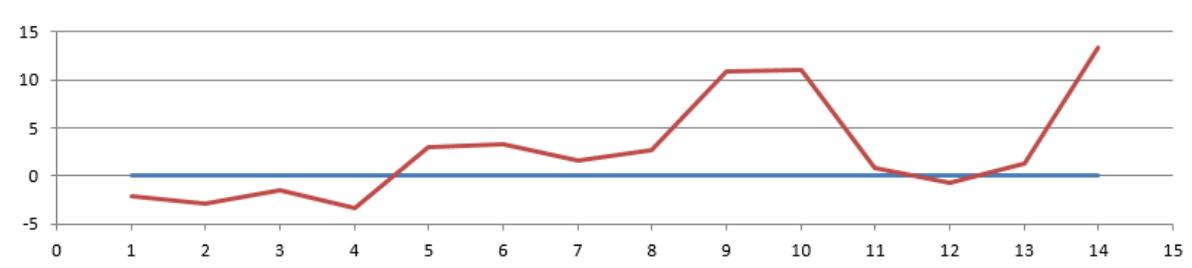
C5 – P43 - Ile Calot (sud) – 1



C5 – P44 - Ile Calot (sud) - 2



C5 - P45 - Plage du Port





Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale BRETAGNE

Atalante Beaulieu – 2, rue de Jouanet
35700 – Rennes – France

Tél. : 02 99 84 26 70 – Fax : 02 99 84 26 79