



Synthèse des travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte

Rapport final

BRGM/RP-59396-FR

janvier 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets)
de Service public du BRGM 2010-LIT-A07
Convention MEEDDM/DEB-BRGM 2010

T. Bulteau, M. Garcin

Avec la participation de
C. Oliveros et N. Lenôtre

Vérificateur :

Nom : C. Mallet

Date : 16/02/2011

Signature :

Approbateur :

Nom : H. Modaressi

Date : 02/03/2011

Signature :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Mots-clés : Littoral, Observatoire, Trait de côte, Érosion, Synthèse, France, DOM, Réseau.

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

Bulteau T., Garcin M., avec la participation de **Oliveros C., Lenôtre N.** (2011) – Synthèse des travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte. Rapport BRGM/RP-59396-FR, 156 p., 27 fig., 4 tab., 1 ann.

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Cette « synthèse des travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte » a été commandée par le Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement (convention MEEDDM/DEB-BRGM 2010) et s'inscrit dans la stratégie nationale de gestion du trait de côte de l'Etat (engagement 74f du Grenelle de la mer).

Ce rapport comporte cinq parties principales.

Dans la première partie une présentation générale du sujet et du contexte est effectuée. Sont notamment présentés un rappel des définitions utilisées, les différents facteurs jouant un rôle dans l'évolution du trait de côte, les méthodes et outils couramment utilisés, le rôle des observatoires et une typologie de ceux-ci.

La seconde partie est un recensement aussi exhaustif que possible des dispositifs d'observation du trait de côte (observatoires, réseaux d'observation, Systèmes d'Information sur le Littoral) en France métropolitaine et dans les DOM en 2010. Afin de faciliter la lecture, nous avons classé les structures par façade maritime puis par région et enfin par type. Nous avons en effet adopté une typologie des observatoires en fonction de différents critères permettant d'évaluer leur importance relative en termes de suivi opérationnel. Cinquante-deux opérations de suivi du trait de côte tous types confondus ont été recensées au cours de cette étude.

La troisième partie de ce rapport présente succinctement la situation des observatoires au Royaume-Uni et aux Pays-Bas.

La quatrième inclut une analyse critique des observatoires identifiés, mettant en exergue la grande hétérogénéité des actions menées en France concernant le suivi du trait de côte, mais également la richesse des informations et données déjà existantes ainsi que la motivation et la diversité des acteurs participant à ce suivi.

Dans la cinquième partie, une proposition de structure organisationnelle pour un réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte est proposée. Cette structure s'appuie sur l'articulation des observatoires déjà existants. Notre proposition est fondée sur la mise en réseau des différents acteurs à trois niveaux (infrarégional, régional, national) avec une organisation hiérarchique basée sur la typologie des observatoires adoptée en première partie. La structure proposée préserve ainsi le mode de fonctionnement et les spécificités de chaque observatoire tout en garantissant une visibilité des données ainsi qu'un véritable partage de connaissance.

La présente étude fournit un état des lieux des dispositifs de suivi du trait de côte en France qui sera utile au groupe de travail national sur la « *stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de la défense contre la mer* ».

Sommaire

1. Introduction	11
2. Contexte.....	13
3. Le suivi du trait de côte	15
3.1 DÉFINITION.....	15
3.2 FACTEURS D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE	15
3.2.1 Les processus marins	16
3.2.2 Les processus continentaux	16
3.2.3 Les aménagements et actions anthropiques	17
3.3 MÉTHODES ET OUTILS DE SUIVI DU TRAIT DE CÔTE.....	17
3.3.1 Outils fréquemment utilisés	17
3.3.2 Méthodes	19
3.3.2.1 Type de suivi	19
3.3.2.2 Morphologie du site d'étude.....	20
3.3.2.3 État du littoral.....	21
3.3.3 Compléments aux mesures et suivis du trait de côte.....	21
3.4 DONNÉES ET MÉTADONNÉES.....	21
3.5 RÔLE DES OBSERVATOIRES.....	23
4. Bilan de l'existant.....	25
4.1 TYPOLOGIE DES OBSERVATOIRES	25
4.2 LES SIL NATIONAUX	28
4.2.1 Observatoire du Littoral	28
4.2.2 Géolittoral.....	30
4.2.3 BOSCO (Base d'Observations pour le Suivi des Côtes).....	32
4.3 LES OBSERVATOIRES EN FRANCE MÉTROPOLITAINE.....	33
4.3.1 Façade Atlantique-Manche-Mer du Nord.....	33
4.3.1.1 Nord Pas-de-Calais	33
4.3.1.2 Picardie	38
4.3.1.3 Haute et Basse-Normandie.....	43
4.3.1.4 Bretagne.....	50
4.3.1.5 Pays de la Loire.....	57
4.3.1.6 Poitou-Charentes.....	61

4.3.1.7	Aquitaine.....	63
4.3.2	Façade Méditerranée	77
4.3.2.1	Languedoc-Roussillon	77
4.3.2.2	PACA.....	89
4.3.2.3	Corse	93
4.4	LES OBSERVATOIRES DANS LES DOM.....	96
4.4.1	Océan indien	96
4.4.1.1	La Réunion	96
4.4.1.2	Mayotte.....	101
4.4.2	Atlantique-Caraïbes.....	103
4.4.2.1	Guyane	103
4.4.2.2	Martinique	105
4.4.2.3	Guadeloupe	107
5.	Exemple d'observatoires dans d'autres pays européens	109
5.1	ROYAUME-UNI	109
5.2	PAYS-BAS	111
6.	Analyse critique des observatoires et réseaux d'observation en France	113
6.1	HÉTÉROGÉNÉITE DES STRUCTURES.....	113
6.1.1	À l'échelle nationale.....	113
6.1.1.1	Plusieurs types d'observatoire	113
6.1.1.2	Couverture géographique	113
6.1.1.3	Diversités des maîtres d'œuvre	114
6.1.1.4	Variété des données.....	114
6.1.1.5	Interopérabilité	115
6.1.1.6	Communication et visibilité des observatoires.....	116
6.1.2	Par région.....	117
6.1.2.1	Nord Pas-de-Calais.....	117
6.1.2.2	Picardie.....	117
6.1.2.3	Haute et Basse-Normandie.....	117
6.1.2.4	Bretagne	118
6.1.2.5	Pays de la Loire	118
6.1.2.6	Poitou-Charentes	119
6.1.2.7	Aquitaine.....	119
6.1.2.8	Languedoc-Roussillon	119
6.1.2.9	PACA.....	120
6.1.2.10	Corse	121
6.1.2.11	Les DOMs.....	121
6.1.3	Comparaisons avec l'Angleterre et les Pays-Bas	122

6.2 LES RAISONS DE LA PERENNITÉ DES OBSERVATOIRES.....	122
6.2.1 Financement	122
6.2.2 La séparation des rôles	123
6.3 BESOINS POUR LA CRÉATION D'UN RÉSEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE COTE	125
6.3.1 Couverture spatiale	126
6.3.2 Échange au niveau régional	126
6.3.3 Échange au niveau façade maritime ou national	127
6.3.4 Uniformisation des méthodes	127
6.3.5 Interopérabilité des bases de données	128
6.3.6 Indépendance des informations à l'échelle nationale vis-à-vis des méthodes et outils ayant servi à acquérir les données dont elles découlent	128
6.3.7 Sauvetage et capitalisation de données	129
7. Proposition de structure organisationnelle.....	131
7.1 DESCRIPTION DE LA STRUCTURE.....	131
7.1.1 Organisation des observatoires en réseaux régionaux	131
7.1.2 Échanges entre les observatoires type 4 régionaux et les Systèmes d'Information régionaux.....	132
7.1.3 Échanges entre les observatoires type 4 régionaux et BOSCO.....	133
7.1.4 Place des SIL Observatoire du Littoral et Géolittoral	133
7.2 MODE DE FONCTIONNEMENT	134
7.2.1 Échelle régionale.....	134
7.2.2 Échelle nationale	135
7.2.3 Financement	136
7.2.4 Communication	136
7.2.5 Articulation avec les gestionnaires et les décideurs, intégration dans le réseau institutionnel.....	137
7.3 RÔLE DES DIFFÉRENTS ORGANISMES INTERVENANTS SUR LE LITTORAL	138
7.4 LIENS AVEC LA POLITIQUE DES RISQUES ET LA GESTION DU TRAIT DE CÔTE	140
8. Conclusions	143
9. Références bibliographiques	145

Liste des figures

Figure 1 : Page d'accueil du site internet de l'Observatoire du littoral (janvier 2010).	29
Figure 2 : Page d'accueil du site internet du Géolittoral (janvier 2011).	31
Figure 3 : Page d'accueil du site internet de BOSCO (janvier 2010).	32
Figure 4 : Localisation des observatoires de type 1 en Manche et en Bretagne.	35
Figure 5 : Localisation des observatoires de type 2 en Manche Bretagne.	35
Figure 6 : Localisation des observatoires de type 3 en Manche et en Bretagne.	36
Figure 7 : Localisation des observatoires de type 4 en Manche et en Bretagne.	36
Figure 8 : Exemple de carte fournie par l'OLIBAN et accessible par Internet (janvier 2010).	49
Figure 9 : Exemple de fiche d'évolution du trait de côte sur une station de l'OLIBAN (janvier 2010).	49
Figure 10 : Localisation des observatoires de type 1 en Atlantique.	65
Figure 11 : Localisation des observatoires de type 2 en Atlantique.	65
Figure 12 : Localisation des observatoires de type 3 en Atlantique.	66
Figure 13 : Localisation des observatoires de type 4 en Atlantique.	66
Figure 14 : Page d'accueil du site internet de l'Observatoire de la Côte Aquitaine.	74
Figure 15 : Exemple d'évolution de la côte sableuse, au niveau du bassin d'Arcachon (site internet de l'Observatoire de la Côte Aquitaine).	75
Figure 16 : Localisation des observatoires de type 1 en Méditerranée.	84
Figure 17 : Localisation des observatoires de type 2 en Méditerranée.	84
Figure 18 : Localisation des observatoires de type 3 en Méditerranée.	85
Figure 19 : Localisation des observatoires de type 4 en Méditerranée.	85
Figure 20 : Le réseau d'observatoire du littoral de la Corse en 2008 (illustration issue de Balouin et al., 2009)	95
Figure 21 : Localisation des 12 sites (fond de carte IGN) - illustration tirée de Blangy et al., 2009.	100
Figure 22 : Localisation des sites constituant le réseau de suivi du littoral mahorais (illustration issue de De la Torre et al., 2006)	102
Figure 23 : Interopérabilité des observatoires (52 recensés) – i.e. observatoires renseignant une base de métadonnées interopérable.	115
Figure 24 : Interopérabilité des observatoires (37 recensés de type 2 ou plus) – i.e. observatoires renseignant une base de métadonnées interopérable.	116
Figure 25 : Articulation de l'observatoire régional dans le réseau institutionnel.	137
Figure 26 : Schéma organisationnel des observatoires.	141
Figure 27 : Flux de données et de métadonnées entre les différents niveaux d'observatoires, les SI et les SILS.	142

Liste des tableaux

Tableau 1 : Typologie des opérations de suivi du trait de côte.....	27
Tableau 2 : Synthèse des principales données collectées en 2007-2008 par l'Observatoire de la Côte Aquitaine relatives au suivi du trait de côte (tableau issu de Mugica <i>et al.</i> , 2009b).....	72
Tableau 3 : Caractéristiques du ROL en 2008 (tableau issu de Balouin <i>et al.</i> , 2009).....	94
Tableau 4 : Caractéristiques et principales missions des structures participant au réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte.....	139

Liste des annexes

Annexe 1 Coordonnées des principaux correspondants régionaux contactés.....	151
---	-----

1. Introduction

Le littoral, zone de transition entre terre et mer, est un milieu fragile soumis à de fortes pressions naturelles et anthropiques, et aux interactions entre celles-ci. Ce n'est pas une limite fixe et pérenne, au contraire, il s'agit d'une zone extrêmement sensible aux contraintes qu'elle subit. Cela conduit à des évolutions contrastées du trait de côte qu'il est nécessaire de prévoir surtout dans un contexte de changement climatique. Dans un souci de prévision et de prévention, l'engagement 74f du Grenelle de la mer recommande de « *développer une méthodologie et une stratégie nationale pour la gestion du trait de côte, pour le recul stratégique et la défense contre la mer* ». Comme préalable à cette action, le MEDDTL a demandé au BRGM de réaliser une synthèse des travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte à une échelle régionale et infrarégionale sur le territoire métropolitain et dans les DOM (convention MEEDDM/DEB-BRGM 2010).

Le projet a été réalisé en deux phases. La première a consisté à faire un bilan des observatoires et réseaux d'observation de suivi de l'évolution des côtes existants à une échelle régionale et infrarégionale en métropole et dans les DOM. La seconde phase a pour but de proposer une articulation logique entre les différents acteurs identifiés dans la première partie autour d'un réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte.

Pour réaliser le bilan de l'existant en matière de suivi du trait de côte, il a été effectué dans un premier temps un recensement des observatoires et réseaux d'observation. Par observatoire, on entend une structure qui produit des données relatives au trait de côte, de manière plus ou moins régulière et sur une zone plus ou moins étendue, dans le but d'analyser les variations observées et finalement comprendre et prévoir l'évolution du trait de côte sur cette zone. Par réseau d'observation, on entend toute structure composée de plusieurs observatoires ou d'organismes indépendants qui collectent entre autres des données relatives au trait de côte. Ensuite, des enquêtes directes auprès des responsables de ces observatoires ont permis de mettre en évidence leur mode de fonctionnement et d'avoir des précisions sur leurs aspects techniques. Une analyse critique des observatoires a alors été réalisée ce qui a permis de dégager plusieurs faits marquants.

À partir de ce bilan et des besoins exprimés par le comité de pilotage de la présente étude, des propositions d'organisation et d'articulation entre les observatoires à l'échelle nationale ont été formulées.

Le rapport rappelle le contexte de l'étude puis présente, dans un premier temps, les concepts relatifs au trait de côte ainsi que les méthodes de suivi généralement utilisées et le rôle central des observatoires dans le cadre de la GIZC (Gestion Intégrée de la Zone Côtière). Dans un second temps, le bilan de l'existant en France et dans les DOM est réalisé, et des exemples d'actions menées dans d'autres pays européens sont présentés. Une analyse critique des observatoires et réseaux d'observation

recensés est ensuite effectuée. Enfin, une proposition de structure organisationnelle est présentée et discutée.

2. Contexte

Le littoral est un milieu très fragile et très sollicité. Le phénomène naturel d'érosion côtière qui affecte une grande partie des côtes françaises (e.g. 24 % du littoral métropolitain recule du fait de l'érosion ; Eurosion, 2004), menace parfois les ouvrages ou enjeux localisés à proximité. Ce constat et l'occupation croissante du littoral ont globalement conduit les décideurs à refuser le recul du rivage dans les zones à enjeux forts. La gestion du littoral s'est souvent résumée à la fixation du trait de côte par la construction d'ouvrages dits de défense contre la mer qui perturbent l'équilibre dynamique du milieu, voire exacerbent le phénomène d'érosion (MEEDDM, 2010).

On trouve en France des ouvrages côtiers sur près de 20 % du littoral et malgré ces défenses, près de 50 % de ce linéaire s'érode (SOeS / Observatoire du Littoral, d'après Eurosion database, 2004). Se pose alors la question de la pertinence de ces actions dans une logique de développement durable. Il devient finalement nécessaire de mieux appréhender le fonctionnement des milieux littoraux avant d'agir. Pour cela, un suivi du trait de côte à long terme (ou pérenne) est indispensable afin d'observer les variations à diverses échelles de temps et d'espace. Le rôle central des observatoires est dès lors évident et c'est dans une optique de cohérence au niveau national que l'État souhaite créer un réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte.

3. Le suivi du trait de côte

Avant d'aborder l'état des lieux des observatoires et réseaux d'observation, quelques définitions et concepts sont rappelés dans ce chapitre, notamment le trait de côte, les facteurs d'évolution, et les outils de suivi généralement employés pour suivre l'évolution du trait de côte dans le temps.

Ce chapitre se veut plus un aide-mémoire ou un résumé qu'une description complète des différentes notions évoquées ci-dessus. Pour plus d'informations, on se reportera au Guide de gestion du trait de côte du MEDDTL (MEEDDM, 2010) duquel cette partie est majoritairement inspirée.

3.1 DÉFINITION

Le trait de côte n'a pas une unique définition. Par exemple sur certaines cartes IGN, il s'agit des « laisses de pleine mer » tandis que pour le SHOM, il s'agit de la limite supérieure atteinte par la mer aux plus fortes marées. Cette dernière définition est aussi celle retenue dans le guide de gestion du trait de côte du MEDDTL (MEEDDM, 2010). Ainsi, le trait de côte peut être caractérisé par la corniche d'une falaise rocheuse ou dunaire, dans le cas de dunes en érosion, ou être matérialisé par la limite de végétation pour les dunes en accrétion. La variabilité de la définition du trait de côte provient de la particularité morpho-dynamique du littoral : c'est une zone en mouvement, sans cesse changeante, qui n'admet pas de limite fixe. De plus, chaque façade maritime est différente en termes de conditions de marnage et de types de côte (rocheuse, meuble, artificialisée) ce qui induit des divergences de définition du trait de côte. Par exemple, sur la façade méditerranéenne où il n'y a quasiment pas de marnage, le trait de côte est souvent déterminé par les observatoires comme étant la limite supérieure de la zone du jet-de-rive (*swash*), ou le milieu de cette zone.

Pour effectuer un suivi dans le temps du trait de côte, il importe de travailler avec la même définition pour la zone étudiée. Il s'agit avant tout de faire des comparaisons entre différentes observations. Par conséquent, le choix de la définition du trait de côte n'est pas fondamental pourvu que l'on conserve la même définition pendant toute la durée du suivi. Par contre, l'analyse de l'évolution du trait de côte couvrant plusieurs sites où sa définition diffère posera des problèmes.

3.2 FACTEURS D'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

La gestion de la zone côtière nécessite une bonne connaissance des processus responsables de la mobilité (érosion/accumulation) du littoral. Quatre types de processus interviennent dans la mobilité du trait de côte :

- la baisse d'apport de sédiment d'origine continentale par les fleuves depuis la fin du dernier épisode glaciaire (Paskoff, 2005) ;
- les processus marins (houle, marée, courants associés...) ;

- les processus continentaux (vent, gel, hydrologie, altérations physico-chimiques des roches...);
- les processus anthropiques (ouvrages de défense...) qui agissent sur les matériaux et/ou déplacent les sédiments (sables, galets...).

Les matériaux peuvent être déplacés par charriage (les matériaux sont roulés et glissent), saltation (le transport s'effectue par sauts successifs) ou suspension (les sédiments sont dispersés dans l'eau ou l'air sous l'effet de la turbulence).

3.2.1 Les processus marins

Le profil des plages de sable ou de galets est en équilibre dynamique avec les conditions de forçage : par houle de tempêtes, les sédiments migrent vers le bas estran (phénomène de démaigrissement) ; par houle de beau temps, les sédiments remontent vers l'estran et le profil se relève (phénomène d'engraissement). Cet ajustement morpho-sédimentaire des plages aux conditions d'agitation est appelé variation saisonnière du profil de plage. On observe en effet en France métropolitaine plus de tempêtes en hiver et plus de périodes de calme en été.

Les courants liés à la houle sont prédominants près de la côte. Ils peuvent être longitudinaux (phénomène de dérive littorale) ou transversaux (en partie responsables du profil de plage). Les courants de marée sont eux prépondérants au large et dominés par les courants de houle à l'approche de la côte.

L'action incessante et directe des vagues est également en partie responsable de l'érosion des côtes rocheuses (impact de la pression de l'eau, abrasion due à la présence de sédiments en suspension).

La position du trait de côte est aussi fonction du niveau marin. Il y a aujourd'hui un consensus scientifique sur l'augmentation du niveau de la mer due au changement climatique actuel et au réchauffement des températures atmosphériques, malgré l'existence de débats quant à l'évaluation quantitative de cette augmentation.

3.2.2 Les processus continentaux

Les processus d'érosion continentaux sont complexes. Dans le cas des côtes rocheuses, la préparation des roches (ou météorisation) peut être mécanique (variation de température (gel/dégel) ou variation des teneurs en eau de la roche), physico-chimique (altération des roches -dissolution, hydrolyse...-) ou biologique (animaux fouisseurs, racines de végétaux disloquant la roche...).

Les débris sont ensuite évacués selon divers modes de déplacement : les mouvements individuels (chutes de pierre, écroulements...), les mouvements de masse (glissements de terrain, éboulements...) et le ruissellement. Les facteurs contrôlant ces modes de transport sont principalement la pesanteur et les agents atmosphériques (vent, précipitations).

Le vent est un agent de transport fondamental pour les côtes d'accumulation sableuse. Au-delà de son influence sur la houle, il façonne la morphologie des dunes et par conséquent influence la position du trait de côte.

3.2.3 Les aménagements et actions anthropiques

Les aménagements (digues, épis, brise-lames, etc.) et actions anthropiques (rechargement de plage, prélèvements de granulats...) modifient les conditions côtières et conduisent à des modifications des processus naturels par adaptation du système à ces nouvelles conditions.

Initialement les ouvrages répondent à une problématique bien précise et locale et sont généralement efficaces (localement). En contrepartie, ces ouvrages « durs » bloquent souvent les processus naturels tels que la dérive littorale conduisant à un déficit sédimentaire des zones voisines. Celles-ci se retrouvent alors soumises à une érosion accrue du fait d'un bilan sédimentaire négatif.

D'autres actions anthropiques sont à l'origine d'une érosion accentuée du littoral, telles que la charge gravitaire des habitations en bord de falaises, la réduction des apports solides fluviaux due à la présence de barrages sur le cours des fleuves ou les extractions de sable.

3.3 MÉTHODES ET OUTILS DE SUIVI DU TRAIT DE CÔTE

3.3.1 Outils fréquemment utilisés

Il existe de nombreuses techniques pour appréhender l'évolution morphologique du littoral. La liste ci-dessous n'est pas exhaustive mais donne un bon aperçu des outils les plus couramment employés par les observatoires pour suivre l'évolution du trait de côte.

Tachéomètre : Un tachéomètre est un théodolite (appareil servant à mesurer l'angle entre deux points) qui mesure également des distances grâce à un télémètre à visée infrarouge intégré à l'appareil. Les plus récents tachéomètres stockent les mesures dans une carte mémoire, pour les transférer et les traiter ensuite par ordinateur. L'utilisation d'un tachéomètre pour des levés topographiques impliquent de rattacher les mesures à un repère fixe local, en particulier pour les données altimétriques. La précision d'un tachéomètre est généralement meilleure que celle des DGPS centimétriques.

DGPS (Differential Global Positioning System) : Un GPS différentiel est une amélioration du GPS. Il utilise un réseau de stations fixes de référence transmettant l'écart entre leur position réelle connue et la position indiquée par les satellites. Il permet de réaliser des levés topographiques de grande précision (centimétrique voire subcentimétrique pour les plus performants), mais en général inférieure à celle des tachéomètres. L'avantage d'un DGPS réside dans la rapidité de la mesure et l'automatisation, aucun repère général n'étant nécessaire.

Laser aéroporté (LiDAR) : Le LiDAR (Light Detection and Ranging), ou télédétection par laser aéroporté, permet d'effectuer des levés topo-bathymétriques avec une précision décimétrique et une résolution inférieure au mètre, et donne ainsi accès à une représentation 3D de la surface terrestre. Le fonctionnement d'un LiDAR est similaire à celui d'un radar en utilisant non plus une onde radio mais une onde lumineuse (laser). La distance à un objet ou à une surface est calculée via la mesure du temps écoulé entre l'impulsion lumineuse et la réception du signal réfléchi. Un des avantages du LiDAR (par rapport au DGPS notamment) est de pouvoir couvrir une vaste étendue en peu de temps (35 à 40 km² par heure de vol). Il est particulièrement adapté pour obtenir des mesures topographiques et/ou bathymétriques (en fonction du type de LiDAR) pour des faibles profondeurs (inférieures à 40 m) et dans des zones peu turbides. Il présente un grand intérêt dans l'étude des processus hydrosédimentaires et de l'évolution du trait de côte, notamment pour les sites sensibles à forte variabilité. Pour être utile, il faut néanmoins réitérer les missions de collecte de données afin d'aboutir à une réelle analyse diachronique. À l'heure actuelle, tous les observatoires n'ont pas de LiDAR à leur disposition.

Un programme national de cartographie précise de l'interface terre-mer à l'aide du LiDAR a été lancé par ailleurs par le SHOM et l'IGN : Litto3D. Il a pour but de produire un modèle numérique de terrain couvrant l'intégralité des côtes métropolitaines ainsi que celles des DOM, depuis l'altitude + 10 m au-dessus de l'estran jusqu'à l'isobathe -10 m (ou sur une distance de 10 km), avec une précision de l'ordre de 30 cm et une résolution métrique. Les données sont en cours d'acquisition dans différents secteurs, notamment à la Réunion. Ce MNT fournira un état initial précis de l'altimétrie de l'interface terre-mer.

Photogrammétrie et orthophotographie : la photogrammétrie est une technique qui permet d'effectuer des mesures dans une scène à partir de clichés photographiques en utilisant la parallaxe entre ces clichés pris selon des points de vue différents. L'orthophotographie est une application de la photogrammétrie aérienne. Il s'agit d'obtenir une image aérienne verticale rectifiée géométriquement de façon à ce qu'elle soit superposable en tout point à une carte plane qui lui correspond. Ainsi, le traitement des clichés aériens de l'IGN par exemple, en orthophotographies permet de localiser avec précision le trait de côte (une fois la définition du trait de côte acquise, cf. § Définition), et la comparaison de plusieurs orthophotographies permet de mesurer quantitativement les évolutions.

Sondeur bathymétrique : un sondeur bathymétrique sert à mesurer la profondeur. Les sondeurs utilisent les ondes acoustiques et fonctionnent selon le même principe que le radar (profondeur déduite du temps de trajet de l'onde acoustique émise et réfléchie par le fond). Ils sont généralement embarqués à bord de bateaux et peuvent être utilisés quelle que soit la turbidité de l'eau.

Suivi photographique : Il s'agit de prendre une série de clichés à partir d'un même point de vue (au sol ou aérien), à des intervalles réguliers qui peuvent varier de la saison au siècle. Si le suivi est rigoureux et systématique, il permet une étude diachronique avec identification des changements. Cet outil, plus qualitatif que quantitatif, est complémentaire des photographies aériennes verticales et possède un bon rapport

coût/efficacité. Il est insuffisant pour estimer précisément les volumes de matériaux mobilisés et le suivi de différents compartiments sédimentaires, mais peut être porteur d'un message clair, car visuel, pour les décideurs.

Imagerie satellitale : L'imagerie satellitale (notamment SPOT 5 avec une résolution de 2,5 m ou FORMOSAT-2 avec une résolution de 2 m) est également employée par certains observatoires. Elle est utilisée de la même manière que les photos aériennes de l'IGN, c'est-à-dire soit analysée par photo-interprétation soit par traitement d'image.

Imagerie vidéo : Des caméras vidéos sont installées sur un site à étudier, les images sont stockées périodiquement (plusieurs fois par jour) avec l'objectif de procéder à des comparaisons et de suivre l'évolution du trait de côte. Grâce à une méthode basée sur le principe de photogrammétrie, il est possible de calculer quantitativement cette évolution (Kosta System <http://web.univ-pau.fr/CASAGEC/3921/>). Cette technique est autonome et relativement peu coûteuse (en moyen humain et financier) par rapport à des mesures effectuées au DGPS à la même résolution. De surcroît, elle permet des suivis à long terme, réguliers et à haute fréquence.

Scanner 3D : Le scanner 3D est utilisé pour le suivi des falaises rocheuses ou dunaires et permet d'obtenir une image 3D à très haute résolution à partir de mesure effectuées au sol ou à partir d'un véhicule.

3.3.2 Méthodes

Les méthodes utilisées ainsi que la fréquence des levés de terrain ou des études varient notamment en fonction du type de suivi (trait de côte s.s., suivi des processus hydrosédimentaires...), de la morphologie du site (accessibilité, long linéaire de côte par opposition à des plages isolées par exemple...) et de l'état du littoral (évolution rapide ou au contraire côte relativement stable).

3.3.2.1 Type de suivi

Pour comprendre les phénomènes naturels mis en cause dans la mobilité du trait de côte, on ne peut pas se contenter de suivre simplement ses déplacements au cours du temps. Le littoral étant un système ouvert, il convient d'appréhender son évolution à travers l'analyse de son bilan sédimentaire au sein de chaque cellule hydro-sédimentaire. Ces cellules sont délimitées par des frontières fixes (caps rocheux, jetées, digues...) ou mobiles (dunes, limite d'action des houles, point d'inversion de la dérive littorale...) et peuvent renfermer plusieurs types de côte. Les mesures prises dans une cellule sédimentaire spécifique peuvent avoir un impact sur d'autres secteurs de la même cellule, mais n'auront pas, par définition, d'incidence significative sur les cellules adjacentes. Afin d'évaluer les échanges sédimentaires et la morphodynamique des côtes, on procède généralement à des suivis de profils transversaux ou « cross-shore » de ces cellules (à l'exception des côtes rocheuses) acquis par divers moyens topographiques (suivi de piquets, tachéomètre, DGPS, photogrammétrie...). Ces levés topographiques sont généralement prolongés par des levés bathymétriques (en utilisant des sondeurs par exemple) afin de prendre en compte les échanges

sédimentaires entre la plage et l'avant-côte. Dans l'idéal, il faudrait aller jusqu'à la profondeur limite de remaniement des sédiments par les agents hydrodynamiques, dite profondeur de fermeture. Ces profils transversaux fournissent de précieuses informations sur l'évolution de la morphologie de la plage et sont indispensables pour comprendre la dynamique sédimentaire. En effet, lorsque le trait de côte recule significativement sans se reconstituer, cela signifie qu'il y a déjà des pertes de sable ou de sédiment dans la partie sous-marine et que le rechargement naturel ne peut se faire. Un recul d'un mètre dans une zone où la plage sous-marine est bien alimentée et un recul d'un mètre dans une zone en déficit sédimentaire traduisent deux réalités totalement différentes. Cependant, les processus de transport des sédiments sont tridimensionnels et peuvent induire des changements brutaux de comportement du système sur de courtes distances ; des levés ponctuels en deux dimensions tels que les profils transversaux ne peuvent rendre compte de la complexité du système. L'utilisation du LiDAR présente l'avantage de fournir une cartographie 3D complète de la zone à étudier, ce qui permet d'envisager les processus sédimentaires dans leur globalité. Malheureusement, son coût rend le LiDAR pour l'instant hors de portée de la plupart des observatoires ou réseaux d'observation.

Le suivi du trait de côte actuel proprement dit se fait généralement sur le terrain au moyen d'un GPS différentiel (ou DGPS). L'analyse de photographies aériennes (orthophotographies) permet également de numériser et suivre l'évolution du trait de côte sur une longue période. En analysant des photographies anciennes et en comparant avec des photographies plus récentes, on peut avoir accès à l'évolution à long terme (50 ans, voire plus) du trait de côte.

Pour réaliser un suivi fin des processus sédimentaires, la fréquence des levés doit être élevée (mesures mensuelles, hebdomadaires). Il est alors important d'utiliser un outil de mesure capable de rendre compte de faibles variations (précision centimétrique). Pour un suivi à plus long terme, la fréquence est plus faible (inter-mensuelle, annuelle, interannuelle) et une très grande précision n'est pas nécessairement requise : les évolutions entre deux levés successifs se comptent en dizaine de centimètres voire en mètre. On peut alors utiliser un appareil de moindre précision.

3.3.2.2 Morphologie du site d'étude

Le type d'appareil utilisé dans le suivi de l'évolution du trait de côte est parfois contraint par la localisation géographique et la morphologie du site d'étude.

Il est parfois impossible d'utiliser un DGPS à cause de la topographie du terrain faisant obstacle aux ondes radio, ou de la présence de bâtiments ou d'ouvrages portuaires ; on a alors recours au tachéomètre et il est nécessaire de rattacher les données à un repère général, comme indiqué plus avant. Il faut noter que certains observatoires utilisent le tachéomètre depuis leur création, les GPS étant de conception plus récente.

Certaines zones peuvent poser des problèmes d'accessibilité et contraindre fortement le type d'appareil utilisable. Par exemple la présence de vase, sables mouvants ou chenaux complique sérieusement l'utilisation des appareils de mesure au sol. Les moyens aéroportés sont mieux adaptés à ce genre de situation (Rieb et Walker, 2001).

Enfin, lorsque la zone à étudier est constituée d'un linéaire de côte important, il peut être long de procéder à la couverture de l'ensemble par des méthodes terrestres. Si la campagne de mesures s'étale sur plusieurs mois et que le site est à évolution rapide, les données n'auront que peu de valeur car il ne sera pas possible de procéder à une interprétation croisée des données à l'intérieur d'une même zone. Il est alors nécessaire de recourir à des moyens aéroportés qui permettent de couvrir une grande surface rapidement.

3.3.2.3 État du littoral

La tendance évolutive du trait de côte (recul ou avancée rapide, stabilité...) détermine la fréquence des mesures de terrain pour assurer un suivi approprié. Plus l'évolution est caractérisée et rapide, plus un suivi régulier et fréquent s'impose.

Ainsi, pour des littoraux à évolution modérée et pour un suivi à long terme, la fréquence des levés de terrain est fixée à 5 ans pour les côtes sableuses et de 10 à 20 ans pour les côtes à falaise selon la nature géologique du site (MEEDDM, 2010). Les sites à trait de côte très mobile nécessitent un suivi plus régulier (1 an en choisissant une saison d'intervention fixe d'année en année, voire plusieurs fois par an pour rendre compte des variations saisonnières). Le contexte implique alors une forte disponibilité du matériel et/ou des moyens humains.

Dans certains cas, une campagne d'acquisition de données est aussi effectuée après chaque événement (tempête, éboulement de falaise...), afin de rendre compte de l'évolution instantanée du trait de côte.

3.3.3 Compléments aux mesures et suivis du trait de côte

Pour pouvoir identifier les processus d'évolution en cours et prévisibles et être interprétées facilement, les données de terrain récoltées doivent s'accompagner d'indications morphologiques telles que la forme des cordons dunaires, le type de contact entre dune et plage, ou la présence d'éboulis ou de cordons de galets en pied de falaise.

De même des suivis peuvent être effectués sur les côtes à falaises rocheuses à l'aide d'inclinomètres, de piézomètres, d'humitub (® BRGM), de capteurs de pression, etc.

Enfin, la modélisation numérique de la houle et des vagues peut aussi apporter une aide à la compréhension des phénomènes responsables de la mobilité du trait de côte, par l'étude et la caractérisation des forçages dynamiques.

3.4 DONNÉES ET MÉTADONNÉES

Les données récoltées sur le terrain doivent être vérifiées, validées puis analysées, notamment par comparaison avec des données antérieures. C'est cette analyse diachronique qui permet effectivement de mettre en évidence les évolutions du trait de côte dans le temps. Pour certains observatoires, les données géo-référencées sont

incorporées dans un SIG (Système d'Information Géographique¹) qui permet de réaliser des analyses et synthèses cartographiques.

Dans l'idéal, une base de métadonnées est associée aux données. Une métadonnée est une donnée sur une donnée, c'est-à-dire qu'elle décrit en détails la donnée sans la fournir directement. Elle contient des éléments relatifs à l'identification (résumé, intitulé de la donnée, intervenants...), la représentation spatiale et temporelle, la qualité, le contenu, les modalités d'accès et d'utilisation, et des informations sur la métadonnée elle-même (auteur, date, langue...). Par exemple pour une série de photographies de plage, la métadonnée pourrait consister entre autres en les dates de prise de vue, l'auteur, le lieu, et la description qualitative de l'image. Une base de métadonnées est très pratique pour rechercher rapidement des lots de données répondant ou pouvant répondre à un besoin spécifique.

Lorsqu'une base de métadonnées existe et qu'elle est accessible en ligne par exemple, cela permet à n'importe qui de rechercher les données existantes pour cet observatoire et de savoir ainsi ce qui est fait en termes de suivi du trait de côte dans le cadre de l'observatoire en question. Autrement dit, une base de métadonnées publique confère une *visibilité* aux travaux réalisés par l'observatoire sans pour autant fournir les données.

La directive européenne INSPIRE est entrée en vigueur le 15 mai 2007, et sa transcription en droit français date du 15 mai 2009. Cette directive vise à organiser et faciliter la mise à disposition et le partage d'informations géographiques, à des fins de politique environnementale. Les principes fondateurs sont les suivants (pour plus d'informations, consulter par exemple le site <http://inspire.brgm.fr/Pages/Accueil.aspx>) :

- il doit être aisé de rechercher les données spatiales disponibles, de connaître leur description et leurs conditions d'utilisation. Ce principe fait appel à la notion de **catalogue de métadonnées** ;
- les données doivent être stockées et entretenues au niveau le plus approprié ;
- il doit être possible de combiner les données provenant de différentes sources de manière cohérente, et de les partager entre plusieurs utilisateurs et applications. C'est la notion d'**interopérabilité** qui est visée ici ;
- les données doivent être collectées au niveau d'autorité publique approprié et **partagées** à tous les niveaux d'autorité publique ;
- les conditions de la mise à disposition des données ne doivent pas faire obstacle à leur utilisation extensive ;
- Internet doit être le vecteur central du partage de l'information.

¹ « Système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace » (*Société française de photogrammétrie et télédétection, 1989*).

La directive INSPIRE concerne les données géographiques numériques et s'adresse à l'ensemble des acteurs publics détenant des données relatives aux thèmes définis dans les annexes de la directive.

La directive s'accompagne de normes ISO avec notamment les normes :

- ISO 19115 : cette norme vise à assurer l'**interopérabilité des métadonnées** en spécifiant les champs à renseigner suivant un modèle standard internationalement reconnu. Elle permet de faciliter le partage et l'échange de métadonnées entre différents acteurs et systèmes, et d'améliorer la recherche de données géographiques par l'intermédiaire d'interfaces uniques ;
- ISO 19139 : elle permet l'échange et la mutualisation des métadonnées proprement dits. Elle traduit la norme ISO 19115 au format XML (*eXtensible Markup Language*) pour assurer l'interopérabilité des systèmes.

3.5 RÔLE DES OBSERVATOIRES

Depuis les années 90, des techniques « douces », réversibles, de gestion du littoral sont de plus en plus employées (rechargement ou drainage de plage, accompagnement de la mobilité des dunes...) au détriment des méthodes traditionnelles d'implantation d'ouvrages massifs de défense contre la mer. De plus, la mise en œuvre en France de la GIZC (Gestion Intégrée de la Zone Côtière), décidée par le Comité interministériel le 29 avril 2003, a transféré l'application des politiques de développement durable au littoral. Celui-ci doit désormais être appréhendé comme un système, et les problématiques de la terre, de la mer, et des enjeux rendant compte de toutes les activités qui s'y exercent, ainsi que les différents acteurs, doivent y être intégrées. Ainsi, l'intervention sur les côtes n'est plus une opération définitive ; la gestion du littoral est dynamique, résultat d'une démarche continue entre observations et actions. Le suivi de l'évolution du trait de côte fait donc partie intégrante de la solution puisqu'il permet de fournir une synthèse régionale sur la connaissance du secteur, de détecter les zones vulnérables, de proposer un diagnostic à une échelle locale et d'optimiser en continu la technique de gestion retenue. Les observatoires ont ainsi un rôle central dans la gestion du littoral.

Dans le cadre de la GIZC, certains observatoires s'intéressent à d'autres indicateurs en plus du trait de côte ou de la morphologie des plages, tels que la faune et la flore ou la pollution, l'occupation du sol, le développement urbain et les déchets, en raison de leur signification sur l'état écologique et la valeur patrimoniale du milieu. L'inventaire de toutes les données récoltées par tous les acteurs dépasse largement le cadre de cette étude, et nous nous sommes limités dans la suite de ce rapport à ne rendre compte que des données relatives au trait de côte.

4. Bilan de l'existant

4.1 TYPOLOGIE DES OBSERVATOIRES

L'enquête menée dans le cadre de cette étude de recensement des observatoires et des réseaux d'observation à l'échelle nationale a mis en lumière un certain nombre de points.

La situation en France (métropolitaine et DOM) varie grandement en fonction des régions maritimes étudiées. Dans certaines régions il n'y a aucun observatoire continu et, par conséquent, aucun suivi régulier du trait de côte. Des études ponctuelles y ont toutefois été effectuées par des organismes variés dans le cadre de projet bien précis et la plupart du temps locaux. Ces projets ont permis l'acquisition d'une quantité significative de données. Dans d'autres régions, on trouve des « super-observatoires » qui couvrent la totalité du littoral régional et font des suivis réguliers et pérennes de la côte. Entre ces deux extrêmes, on trouve des observatoires ou assimilés, de moindre importance, qui s'intéressent à des zones précises du littoral régional. La diversité des acteurs est aussi un point à noter. Il peut s'agir d'universités, de collectivités, d'établissements publics, de services déconcentrés de l'État... Tous ces acteurs ont leur propre vision des choses et leur propre méthodologie, en fonction du cadre de leurs études et suivis.

Afin d'organiser les sections suivantes (bilan de l'existant en France par région) de façon cohérente et d'améliorer la lisibilité de ce rapport, nous avons défini une typologie des observatoires *sensu lato* (Tableau 1).

Nous avons ainsi décidé de regrouper tous les travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte sous le terme générique d'« observatoires », y compris les études ponctuelles. La typologie permet de différencier un véritable observatoire (type 3 ou 4) des autres structures (telles que les SIL -Système d'Information sur le Littoral²-) et/ou des études plus ponctuelles (type 1 ou 2).

Si la visibilité des observatoires de type 4 et des SIL (type 5) est indéniable, il n'en va pas de même pour les observatoires de type 1 qui sont en outre extrêmement nombreux. L'objectif final de ce projet étant de proposer des pistes pour la création d'un réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte, il est important d'identifier les acteurs majeurs de l'observation du trait de côte pouvant potentiellement jouer un rôle dans un réseau national, mais il serait hors du cadre de ce projet de recenser la multitude d'études existantes sur l'observation du trait de côte. Nous avons donc décidé d'exposer une liste exhaustive des observatoires de type 3, 4, 5 avec des renseignements détaillés et de rendre compte des observatoires de type 1 et 2 lorsque

² Les Systèmes d'Information sur le Littoral sont « des centres de traitement de l'information permettant de produire des documents d'analyse et de synthèse, des diagnostics et des indicateurs sur l'évolution du littoral, sous forme de tableaux, de diagrammes ou de cartes, lisibles par des non spécialistes » (Bersani *et al.*, 2006).

l'information est disponible, sans rentrer dans les détails et sans fournir de liste exhaustive.

Type	Catégorie	Fréquence	Application	Échelle spatiale	Déclenchement	Mise à jour des données
1	Opération (observatoire ponctuel)	Mesures période unique, étude ponctuelle	Projet d'aménagements littoraux, risque	Généralement réduite, locale	Ponctuel	Opportuniste voire jamais
2		Mesures multitudes, non planifié	Aménagements littoraux, risque, activité de recherche	Réduite	Ponctuel	Opportuniste
3	Observatoire	Suivi pluriannuel de courte durée / plutôt mono-paramètres	Activité de recherche, veille	Réduite à étendue mais espace prédéfini	Programmé	Fréquence programmée
4		Observatoires pérennes (longue durée de vie, multi paramètres)	Suivi de l'évolution du trait de côte à différentes échelles de temps et à visée opérationnelle	Assez étendue à étendue, espace prédéfini	Programmé	Fréquence programmée et action si événement exceptionnel (tempête)
SIL	Méta-observatoire	Pas d'acquisition	Suivi du littoral (sens large : plusieurs thématiques, vision globale...)	Régionale à nationale	Pas d'acquisition propre	Fonction des accords avec les fournisseurs de données

Tableau 1 : Typologie des opérations de suivi du trait de côte.

4.2 LES SIL NATIONAUX

Les Systèmes d'Information sur le Littoral mutualisent les données existantes afin de produire des documents d'analyse et de synthèse à destination du grand public et des non-spécialistes en général. Les SIL ne sont donc pas des observatoires au sens strict puisqu'ils ne récoltent pas de données sur le terrain et ne font pas de suivi du trait de côte. Cependant, les SIL nationaux ont la particularité de recenser et mutualiser des données à l'échelle nationale et il nous a semblé important de les inclure dans cette étude.

4.2.1 Observatoire du Littoral

L'Observatoire du Littoral a été créé en France par l'IFEN en septembre 2003 et a fait l'objet d'une convention cadre cosignée par le MEDDTL, la Datar et le Secrétariat Général de la Mer. L'objectif principal est de collecter des données, de les traiter et de mettre à disposition du public une information (géographique et statistique) fiable sur le littoral. En 2008, suite à la suppression de l'IFEN, l'Observatoire du Littoral a changé de statut puisqu'il est désormais mis en œuvre par le SOeS (Service de l'Observation et des Statistiques).

La création de l'Observatoire du Littoral vient de la nécessité d'avoir à disposition des décideurs, une information claire et complète à l'échelle nationale (métropole et DOM) sur la zone à enjeux multiples qu'est le littoral.

Les données récoltées et analysées proviennent de bases de données nationales. Une liste indicative non exhaustive des données utilisées est fournie ci-dessous :

- topographie et fond géographiques (cartes 1/25 000 scannées de l'IGN) ;
- limites administratives ;
- occupation du sol (CORINE Landcover) ;
- hydrographie et zones humides (BDD Carthage) ;
- bathymétrie (SHOM) ;
- nature des fonds sous-marins (IFREMER) ;
- espaces naturels (Muséum National d'Histoire Naturelle) ;
- limites maritimes (territoriale et ZEE) ;
- réseaux routiers et ferrés ;
- phares, chenaux d'entrée ;
- usages en mer ;
- trait de côte (Eurosion database, 1/100 000 et Histolitt)...

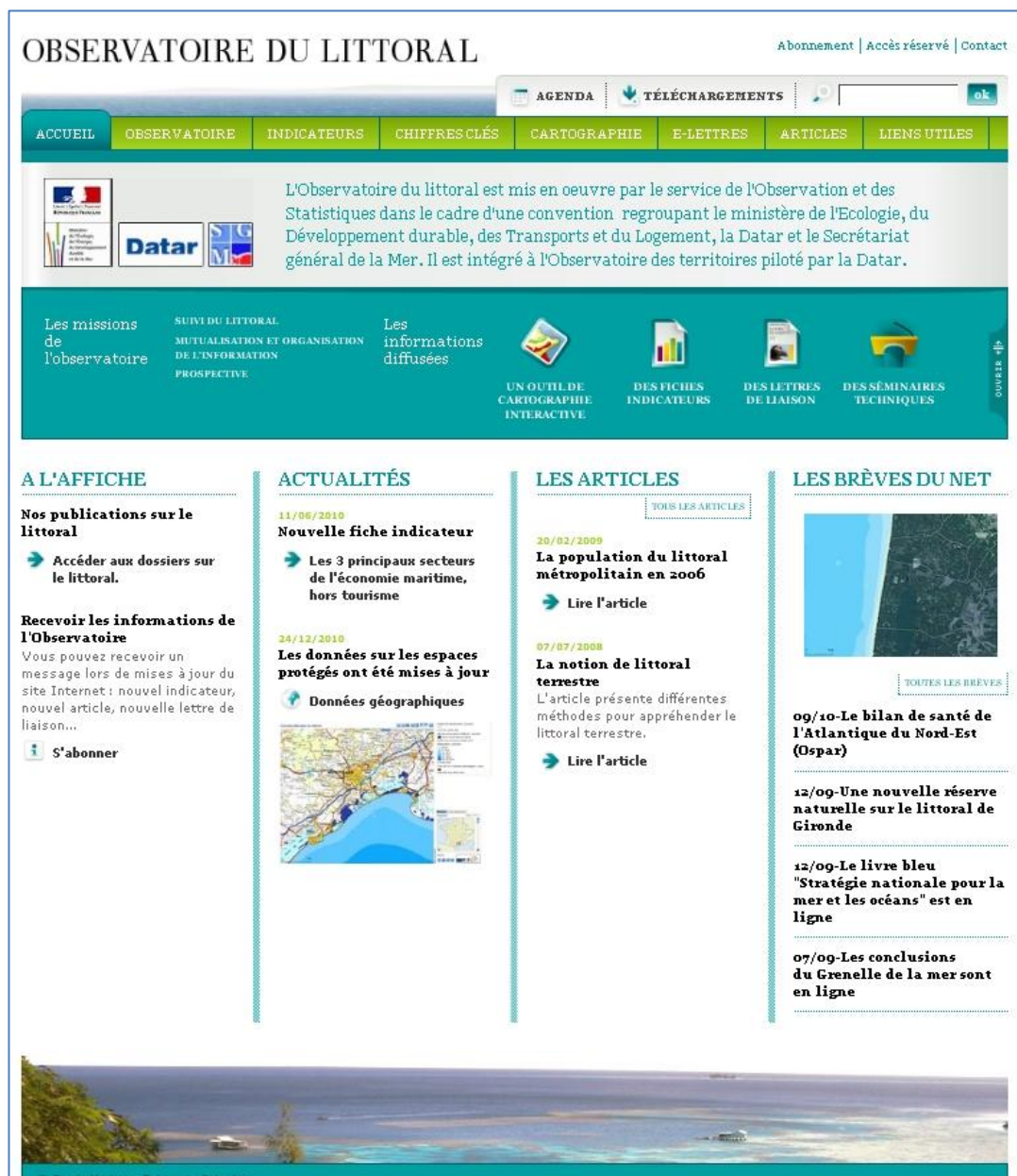


Figure 1 : Page d'accueil du site internet de l'Observatoire du littoral (janvier 2010).

L'Observatoire du Littoral a aussi pour mission de produire des statistiques concernant les données du littoral, afin d'être plus directement exploitables par le public.

La fréquence d'intégration de nouvelles données dépend des organismes concernés et des accords avec ceux-ci.

Ces informations sont disponibles à des échelles comprises entre le 1/50 000 et le 1/100 000.

Les données, quantitatives et/ou qualitatives, sont agrégées, analysées et restituées au public sous de nombreuses formes (graphes, illustrations, fiches-indicateur...). Elles sont accessibles via un outil de cartographie interactive interopérable en ligne (GEOIDD Litto) qui intègre des données géographiques et statistiques.

L'Observatoire a mis en place un système d'abonnement (gratuit) sur son site internet (<http://www.littoral.ifen.fr/>) qui permet aux abonnés d'être tenus au courant de toute nouvelle publication (article ou fiche-indicateur) et de l'actualité de l'Observatoire.

L'Observatoire rédige des articles sur différents thèmes ayant trait au littoral, et qui sont publiés en ligne sur son site. Des fiches-indicateur sur les grands domaines du littoral (e.g. l'érosion en France <http://www.littoral.ifen.fr/uploads/media/erosion.pdf>) sont également rédigées et publiées en ligne. Des lettres de liaison à destination du grand public sont publiées sur le site internet de l'Observatoire. Enfin, des dossiers plus complets sur certains domaines particuliers sont élaborés ponctuellement et diffusés par le ministère.

4.2.2 Géolittoral

Suite au naufrage de l'Erika et aux tempêtes de décembre 1999, le CIADT du 28 février 2000 a décidé :

- de créer un système d'information géographique interministériel (Sigi) littoral ;
- de produire une orthophotographie libre de droit sur le littoral Atlantique-Manche-mer du Nord (puis extension de ce projet au littoral méditerranéen par le CIADT du 9 juillet 2001) ;
- d'élaborer une nouvelle cartographie des côtes de la mer du Nord, Manche et Atlantique (Bersani *et al.*, 2006).

C'est le ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (METL) qui a été chargé de mettre en œuvre ces décisions, en concertation avec les ministères de l'Intérieur, de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, de l'Agriculture et de la Pêche, du Tourisme et de la Santé.

À l'heure actuelle, l'orthophotographie sur le littoral Atlantique-Manche-mer du Nord reste la seule suite concrète au CIADT de 2000 et la composante principale du Sigi littoral « Géolittoral » hébergé par le CETE Normandie-Centre à Rouen (Bersani *et al.*, 2006 ; <http://www.geolittoral.equipement.gouv.fr>).

L'orthophotographie a été réalisée par l'IGN sur la période 2000-2004. Elle couvre le littoral de la frontière espagnole à la frontière belge, sur une bande d'environ 6 km de large à l'intérieur des terres à partir de l'estran (Bersani *et al.*, 2006). Chaque image est au 1/25 000 avec une résolution de 50 cm (identique à la BDOrtho de l'IGN) et utilise la projection Lambert II étendu. La réalisation des prises de vues a été effectuée à des dates et heures prédéfinies en fonction des conditions de marée (coefficient supérieur ou égal à 95 avec hauteur d'eau inférieure ou égale à 1 m), ce qui a eu pour conséquences de limiter la prise de vues à quelques jours dans l'année, en particulier dans le nord, et a conduit à un étalement dans le temps des campagnes de terrain.

L'orthophotographie est téléchargeable gratuitement sur le site du Géolittoral : <http://www.geolittoral.equipement.gouv.fr>. Le Géolittoral héberge aussi l'Inventaire Permanent du Littoral (IPLI) de 1977 et de 1982 (occupation du sol).



Figure 2 : Page d'accueil du site internet du Géolittoral (janvier 2011).

En 2007, l'Association Nationale des Élus du Littoral (ANEL) et la Direction Générale de la Modernisation de l'État (DGME) du Ministère du Budget, des Comptes Publics et de la Fonction Publique ont mis en œuvre un projet de Système d'Information Géographique à destination de l'ensemble des communes du littoral Atlantique-Manche-mer du Nord. Le CETE Normandie-Centre a été le maître d'œuvre de ce projet. Les fonctionnalités de l'outil permettent aux services communaux d'avoir à disposition un ensemble de données sur le littoral, de réaliser des cartographies, de créer de nouvelles couches d'informations.

Ce projet est fourni aux communes par l'intermédiaire d'un CD contenant un logiciel SIG dans le domaine du libre (gvSIG), des données localisées, des données structurées prêtes à être renseignées et enfin un didacticiel aidant les futurs utilisateurs dans l'apprentissage de l'outil. Le fond image utilisé est l'orthophotographie littorale, référentiel grande échelle du littoral disponible sur le Géolittoral (Figure 2).

4.2.3 BOSCO (Base d'Observations pour le Suivi des Côtes)



Figure 3 : Page d'accueil du site internet de BOSCO (janvier 2010).

Le programme BOSCO, engagé par le BRGM et le CETMEF en 1999, a pour objectif de capitaliser et recenser les données relatives au suivi de l'évolution du trait de côte et aux caractéristiques dynamiques et sédimentaires du littoral à l'échelle nationale (France métropolitaine et départements d'outremer). Il s'agit d'une base de métadonnées nationale qui complète les deux autres SIL. BOSCO est accessible via internet (<http://www.bosco.tm.fr> ; Figure 3), et utilise l'outil Géosource développé par le BRGM pour décrire les métadonnées, selon les normes internationales ISO 19115 et 19139.

Cette base de métadonnées en ligne s'adresse en priorité aux administrations de l'Etat, aux établissements publics, aux collectivités territoriales, aux instances de recherche scientifiques et techniques et aux bureaux d'études.

Les données sont structurées autour de 8 thèmes : géomorphologie, sédimentologie et géologie, bathymétrie et topographie, hydrologie continentale, hydrodynamique, météorologie et climatologie, ouvrages côtiers et autres aménagements, contraintes et enjeux terrestres et maritimes.

Les fournisseurs de données gèrent l'accès à leurs données. Ils ont la possibilité, s'ils le souhaitent, de charger directement leurs données sur le serveur BOSCO. Ils peuvent également fournir l'adresse de leur propre serveur où sont stockées les données. Dans les deux cas, le fournisseur peut imposer des restrictions d'accès.

Toutefois, l'alimentation de BOSCO en données dépend entièrement de la bonne volonté des fournisseurs de données. L'intérêt d'un tel système d'information n'est pas forcément perçu par les organismes concernés et le temps requis pour renseigner la base BOSCO rebute souvent les fournisseurs de données et requiert par conséquent des financements incitatifs.

4.3 LES OBSERVATOIRES EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

Nous présentons ci-dessous l'ensemble des informations sur les observatoires qui ont été rassemblées durant cette étude. Les observatoires sont présentés par façade, par région, puis par type.

4.3.1 Façade Atlantique-Manche-Mer du Nord

4.3.1.1 Nord Pas-de-Calais

- **Observatoire de type 1**

DREAL Nord Pas-de-Calais

Dans le cadre d'une étude sur la submersion marine dans le Nord Pas-de-Calais, l'ex DIREN a procédé en 2008-2009 à une cartographie 3D de toute la côte par LiDAR. Il est prévu de réitérer cette action dans le cadre du GIS CLAREC (voir § OLIBAN), ce qui permettrait à terme de procéder à une comparaison diachronique et de mettre en évidence les évolutions géomorphologiques de la côte.

Les données ne sont pour le moment pas accessibles ni visibles (i.e. pas de métadonnées, voir §3.4), mais elles devraient être bientôt renseignées sur la plateforme régionale PPige (Plateforme Publique de l'information géographique du Nord - Pas-de-Calais). Un projet est également en cours de préparation qui consistera à réaliser un « état zéro » bathymétrique du littoral du Nord - Pas-de-Calais.

- **Observatoire de type 2**

Le LOG (Laboratoire Océanographie et Géosciences) de l'Université du Littoral Côte d'Opale

Le LOG (Laboratoire Océanographie et Géosciences) est une UMR créée en janvier 2008. Ses tutelles sont l'université de Lille 1, l'ULCO (L'Université du Littoral Côte d'Opale) ainsi que le CNRS. Il a intégré l'ancien laboratoire Géodal qui était spécialisé dans les géosciences. L'une des thématiques du LOG concerne donc la Morphodynamique des Littoraux (équipe MDL). L'équipe MDL est répartie sur deux sites : Dunkerque et Wimereux.

Le domaine d'étude est la façade Manche-Mer du Nord, allant de la frontière belge jusqu'à Cayeux en Picardie. Cependant les plages étudiées ne couvrent pas de manière continue tout le domaine d'étude. En outremer, l'équipe MDL effectue des travaux de recherche en Guyane (voir la section sur les DOM). Il n'y a pas de suivi régulier effectué par le LOG sur le littoral ce qui justifie le classement en observatoire de type 2. La récolte de données se fait en fonction des opportunités qui peuvent prendre la forme de contrats avec des collectivités, de projets de recherche et de thèses. Les premiers profils de plage ont été effectués en 1995-1996 dans le cadre d'une thèse. Depuis les sites d'étude sont suivis avec une fréquence variable. Des phases d'arrêt peuvent durer plusieurs années pour certains sites. Dans le cadre du projet ANR VULSACO, des suivis après tempête ont été mis en place sur l'Est Dunkerquois.

Le suivi des plages (trait de côte et profils de plage) est effectué au tachéomètre et aussi de plus en plus au DGPS centimétrique. L'analyse de photographies aériennes (depuis 1949 pour les plus anciennes photographies) ainsi que l'imagerie satellitale sont aussi beaucoup utilisées pour suivre la mobilité du trait de côte à long terme. Des levés surfaciques de plage (pour créer un MNT -Modèle Numérique de Terrain-) sont effectués sur certaines portions locales de plage. La bathymétrie des zones subtidales de plage est obtenue par numérisation d'anciennes cartes et grâce aux données du SHOM.

Actuellement, un recensement des données topographiques et morphologiques détenues par le LOG est en cours, avec notamment une classification des sites (photo-interprétation (long terme), profils topographiques (moyen terme ou long terme)), et un système de couches SIG géoréférencées. À terme, un SIG sera développé en interne. Il n'y a pas pour le moment de base de métadonnées et le téléchargement des données n'est pas envisageable à court terme.

Le LOG est soutenu financièrement par les tutelles ; la majeure partie du financement provient néanmoins de projets de recherche ANR (tels que VULSACO, BAR) et des collectivités (recherche contractuelle). Plus récemment, le LOG a passé un contrat avec le GPMD (Grand Port Maritime de Dunkerque) afin de suivre les impacts d'ouvrages sur la dynamique littorale. Le LOG reçoit aussi une subvention de l'Etat via la DREAL qui finance le survol du LiDAR du GIS CLAREC sur la région Nord Pas-de-Calais. Dans ce cadre, un nouveau survol aura probablement lieu en 2011.

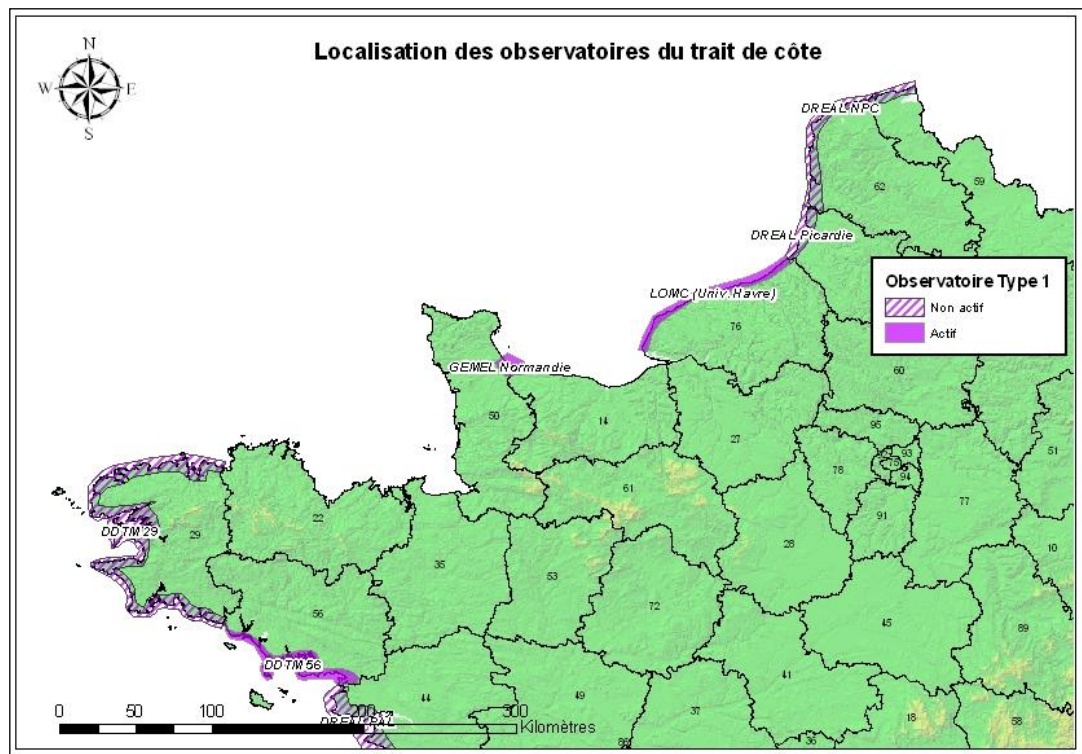


Figure 4 : Localisation des observatoires de type 1 en Manche et en Bretagne.

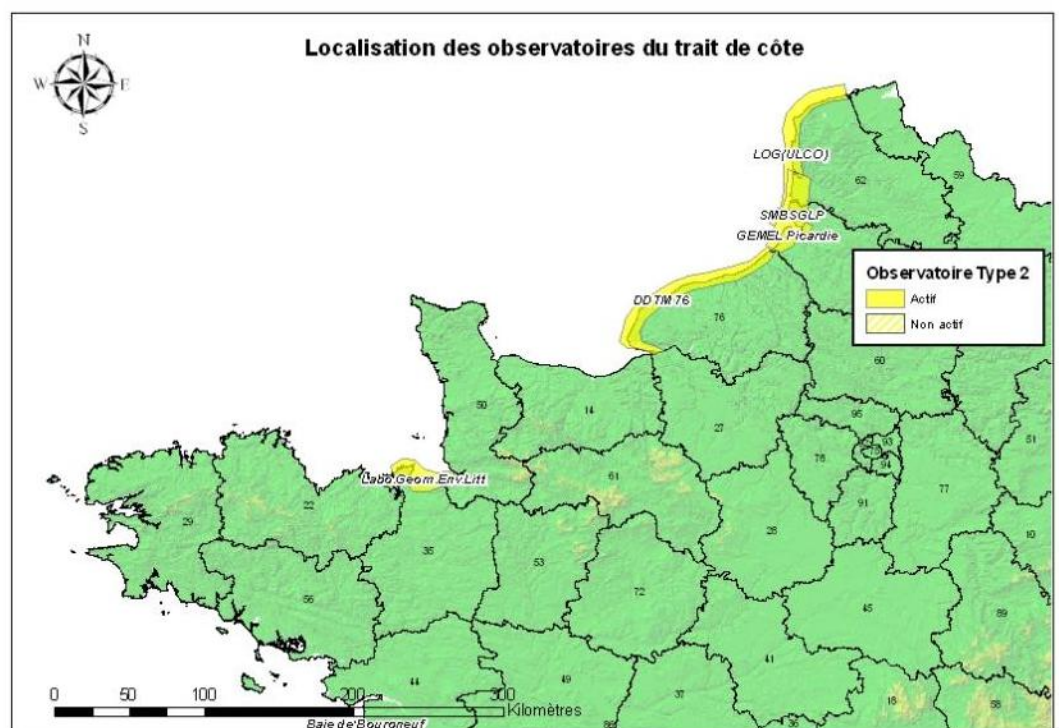


Figure 5 : Localisation des observatoires de type 2 en Manche Bretagne.

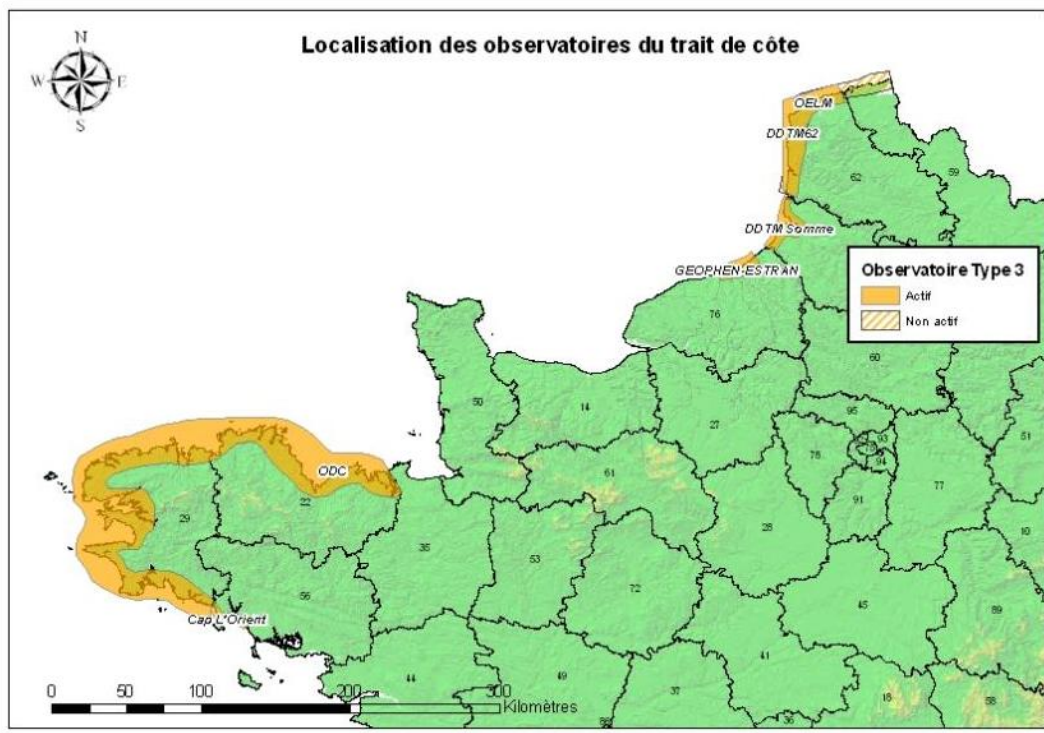


Figure 6 : Localisation des observatoires de type 3 en Manche et en Bretagne

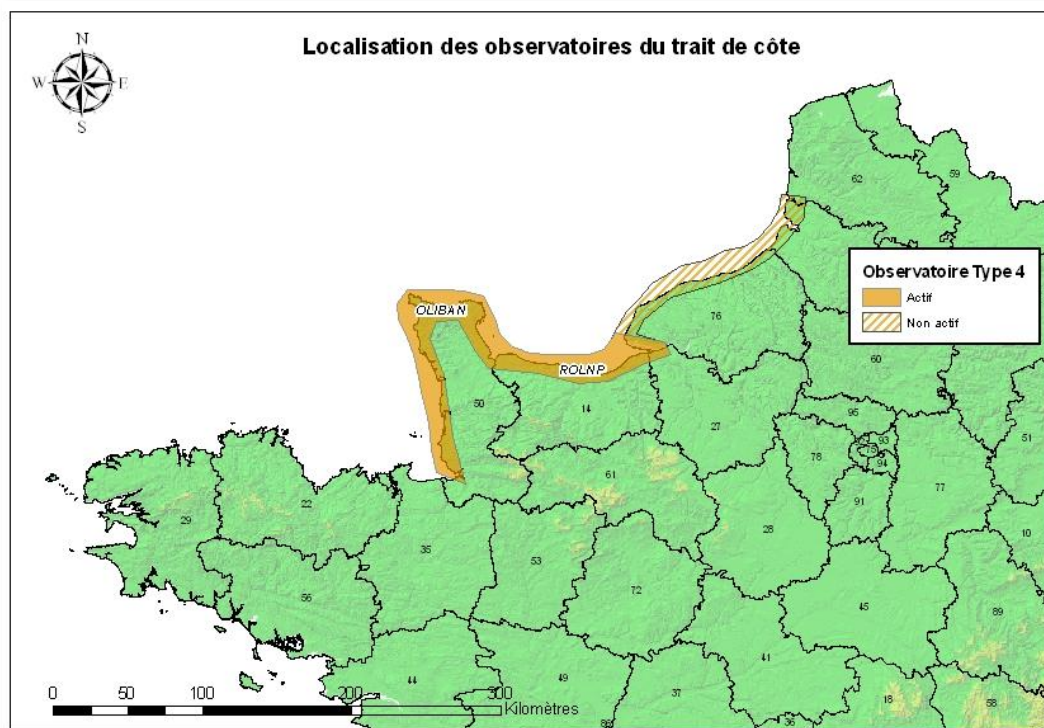


Figure 7 : Localisation des observatoires de type 4 en Manche et en Bretagne.

Concernant le personnel de l'équipe MDL du LOG, on dénombre sur le site de Dunkerque, deux enseignant-chercheurs, un ingénieur d'étude ainsi qu'un assistant ingénieur, et sur le site de Wimereux, 4 enseignant-chercheurs.

Le matériel utilisé par l'équipe MDL comprend :

- un DGPS centimétrique ;
- 3 tachéomètres TC407 et un 307 équipé d'une visée laser ;
- le LiDAR du GIS CLAREC ;
- un quad, récemment acquis.

- **Observatoires de type 3**

Observatoire de l'Environnement Littoral et Marin (OELM)

L'OELM a été mis en place en 1994 à l'initiative du Conseil Régional Nord Pas-de-Calais. Sa création fait suite à un audit réalisé auprès des acteurs du littoral régional en 1991 afin de connaître les besoins et les préoccupations des collectivités en matière d'érosion côtière. Les principaux objectifs de l'OELM étaient donc de promouvoir la GIZC et de constituer une plateforme de travail et de collaboration des différents acteurs (chercheurs, élus, services de l'Etat, établissements publics...) (PLAGE, 2003). Rapidement, l'OELM a été rattaché à une structure associative en lien avec la Région : Espace Naturel Régional (ENR). Son nom officiel devient alors ENR/Environnement Littoral et Marin (par soucis de simplicité, nous avons conservé le sigle OELM dans la suite de ce rapport).

L'OELM centralisait, analysait et exploitait les données de terrain récoltées par les universités telles que l'ULCO (Université du Littoral Côte d'Opale) ou les services de l'Etat (notamment le Service Maritime Boulogne Calais), via des conventions ou des contrats. L'équipe de l'observatoire elle-même (une dizaine de personnes) n'a jamais effectué de campagne de mesures à l'exception d'un suivi photographique qualitatif sur 4 sites (Hardelot, Sangatte, Audresselles, Wissant) pendant quelques années.

Le financement de l'OELM était assuré à 50 % par la Région et à 50 % par des fonds FEDER (Europe).

En 1996, l'OELM et ses partenaires (services de l'État, Conseils généraux, Conseil régional, Syndicat Mixte Côte d'Opale (SMCO), Ifremer, ONF, Conservatoire du Littoral, BRGM, Conseil scientifique de l'environnement Nord - Pas-de-Calais) ont lancé un programme d'amélioration de la connaissance du fonctionnement du littoral et des phénomènes d'érosion, pour mieux les gérer. Des méthodologies de suivi expérimental ont été testées sur site telles que la piézométrie, le suivi photographique, la photogrammétrie, l'analyse de vitesse de sédimentation.

En 1999, le SMCO prit la maîtrise d'ouvrage d'une seconde phase qui aboutit en 2003 au PLAGE (Plan Littoral d'Actions pour le Gestion de l'Érosion). L'OELM en fut le principal maître d'œuvre. Les partenaires étaient nombreux, notamment la Région, les élus des communes et intercommunalités, les différents services de l'État (Services

Maritimes du Nord et du Pas-de-Calais, DRE, DIREN). Le PLAGE était un outil d'aide à la décision à destination des élus et des gestionnaires du littoral. Les données concernant la géomorphologie des plages et des falaises ainsi que le trait de côte ont été recensées en 1998, complétées parfois par des campagnes de terrain. Le document PLAGE ainsi que le SIG créé à cette occasion constituent un « état zéro » de la situation du littoral. Il était prévu par la suite d'actualiser le SIG avec des données plus récentes issues de suivis de l'évolution du littoral. Les conclusions du PLAGE proposaient également des orientations de gestion des phénomènes d'érosion dans une logique durable (anticipation, accompagnement du fonctionnement dynamique du littoral, organisation des actions sur des périmètres pertinents (unités hydrosédimentaires de gestion), prise en compte du coût des aménagements et de la valeur des biens menacés...). Cependant, aucune action concrète n'a été entreprise depuis 2003.

L'observatoire a été intégré directement à la Région Nord - Pas-de-Calais en 2003 pour devenir le Service Environnement Littoral et Marin. Finalement, celui-ci a été dissous en 2007 probablement à cause de la trop grande proximité entre instance décisionnelle (la Région) et suivi opérationnel (l'observatoire) et des tensions et conflits générés par une telle situation : si les problématiques littorales ne sont pas dans les priorités de l'instance décisionnelle qui contrôle financièrement un observatoire, ce dernier peut disparaître progressivement par manque de moyens.

DDTM Pas-de-Calais

Depuis une dizaine d'années, la DDTM Pas-de-Calais procède deux fois par an (en mars et en septembre) à des levés de profils de plage par tachéomètre ou DGPS (acquis en 2008). Les sites qui font l'objet d'un suivi sont des zones sensibles et particulièrement vulnérables à l'aléa érosion côtière, notamment les pieds d'ouvrage. Les données récoltées sont stockées sous Excel et il n'y a pas de valorisation de ces données par manque de temps. Certaines de ces données ont été recensées lors de l'élaboration du PLAGE. De façon générale, les données sont accessibles sur demande mais pour le moment, il n'y a pas de base de métadonnées pour ces suivis biannuels des côtes.

4.3.1.2 Picardie

- **Observatoire de type 1**

DREAL Picardie

La DREAL Picardie n'effectue pas de suivi de terrain sur le littoral. C'est la DDTM Somme qui s'en charge (cf. § DDTM Somme).

Cependant une étude bibliographique sur le risque littoral débutée en 2009, et qui sera achevée fin 2010, a pour objectif de faire la synthèse de la connaissance des risques sur le linéaire côtier picard, afin d'avoir une vision d'ensemble de la situation et de mettre en place une stratégie de GIZC à l'échelle de la région.

- **Observatoires de type 2**

GEMEL Picardie (Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux)

Le GEMEL est une association interrégionale de recherche et d'animation scientifique créée en 1981. Il regroupe une dizaine de personnes réparties sur deux sites, un à Saint-Valéry-sur-Somme en Picardie et un à Luc-sur-Mer en Normandie.

Sur la baie de Somme, au moins tous les 5 ans depuis la création du GEMEL, sont réalisés des suivis du littoral avec notamment des profils de plage au DGPS pour évaluer l'évolution morphosédimentaire, ainsi que des mesures granulométriques des sédiments sableux. Un suivi de la végétation comme marqueur de la limite terre-mer met en évidence l'évolution de l'ensablement de la baie. Les sites étudiés sont fonction des thématiques traitées (étude des invertébrés benthiques, études des végétations littorales...). Le pas de temps n'est pas clairement défini, le suivi est fonction des financements (d'où le classement en type 2).

Des collaborations avec des universités, telles que l'Université d'Amiens ou l'Institut Lasalle Beauvais, ont donné lieu à des études ponctuelles (caractérisation géomorphologique des sites, levés DGPS...) sur des sites sensibles de la côte picarde (poulier de galets à Cayeux sur Mer, plages de Quend et de Fort-Mahon).

Les données sont incorporées dans un système de gestion de données, le SIEL (Système d'Information en Environnement Littoral), avec un catalogue de métadonnées basé sur Géosource (donc respectant la norme ISO 19115). Celui-ci est d'ailleurs disponible en ligne à l'adresse suivante (la mise à jour date de 2007) : <http://gemel.association.free.fr/catalogue/catalogue.html>. Un catalogue de métadonnées est également renseigné sur le SINP (Système d'Information sur la Nature et les Paysages) géré par la DREAL.

Le GEMEL a effectué en 2009 des interventions pour des scolaires, des universitaires, le grand public ou des groupes spécialisés. Le site web de l'association est opérationnel et régulièrement mis à jour : <http://www.gemel.org>.

SMBSGLP (Syndicat Mixte de la Baie de Somme – Grand Littoral Picard)

Le SMBSGLP n'a pas de budget propre pour le suivi régulier du trait de côte. Des études et levés de terrain sont effectués ponctuellement au travers de programme d'investissement (e.g. construction d'ouvrages) sur sa zone de compétence qui s'étend grossièrement de Mers-les-Bains au Touquet. Par exemple, comme suite à l'installation du système « Ecoplage » (système de drainage de l'estran qui limite l'érosion des plages sableuses) au Nord de la baie de Somme à Quend en septembre 2008, des profils de plage (un tous les 50 m environ) sont réalisés tous les 6 mois (en juin et décembre) pour évaluer l'efficacité de l'installation.

Les données obtenues sont stockées et ne font pas l'objet d'une valorisation particulière par manque de temps et de moyens humains et financiers. Aucune base de métadonnées n'est renseignée, ce qui limite grandement la visibilité des données.

- **Observatoires de type 3**

DDTM Somme

Le pôle « Gestion du littoral » de la DDTM Somme a été créé en 2007. Depuis, un suivi régulier (plusieurs fois par an) de la côte est effectué avec des levés DGPS du trait de côte ainsi que des observations visuelles de l'état des ouvrages côtiers. La totalité des 70 km de côte est couverte bien que l'accent soit mis sur le secteur des Bas-Champs de Cayeux. Les données récoltées ne sont pas exploitées, il s'agit avant tout d'une veille et surveillance des ouvrages. Elles peuvent être disponibles sur demande mais l'absence de visibilité (pas de renseignement de base de métadonnées notamment) rend cette éventualité peu fréquente. Un projet de SIG est actuellement en cours qui valorisera sans doute les données trait de côte du pôle. Enfin, de nombreuses photographies aériennes prises durant les 60 dernières années ainsi que des documents anciens tels que des plans de bornage sont stockées en archive à la DDTM. Le traitement numérique (photogrammétrie) de ces photographies permettrait de mettre en évidence l'évolution historique du trait de côte, mais le manque de crédits rend cette analyse pour le moment impossible.

- **Observatoire de type 4**

ROLNP (Réseau d'Observation du Littoral Normand-Picard)

Le ROLNP est en phase de lancement. Il est donc sans doute prématuré de le présenter comme un observatoire pérenne de type 4. C'est cependant sa vocation, c'est pourquoi nous l'avons inclus dans cette partie. Ce qui suit est un résumé succinct du rapport de la mission de préfiguration du ROLNP (Thierry *et al.*, 2009).

Historique

Le Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard (ROLNP) est actuellement en cours de lancement. Il devient progressivement opérationnel depuis septembre 2010.

Une mission de préfiguration a été confiée d'avril à septembre 2009 au Syndicat Mixte Littoral Normand (Thierry *et al.*, 2009), constitué des deux régions Haute et Basse Normandie et du Conservatoire du Littoral, avec pour objectifs principaux d'affiner les besoins des partenaires, faire l'état des observatoires existants et étudier les perspectives de collaboration, préparer le mode d'organisation du ROLNP, évaluer les moyens nécessaires au réseau.

Raison d'être

La création du ROLNP provient de la volonté des régions Haute-Normandie, Basse-Normandie et Picardie de mutualiser leurs efforts afin d'améliorer la connaissance des phénomènes et des enjeux de la façade, pour que les décideurs puissent disposer d'informations claires et complètes à une échelle spatiale régionale et interrégionale. Il y a un fort besoin de lien entre les connaissances sur les problèmes littoraux, et entre les différentes structures de suivi du littoral existantes.

Les objectifs du ROLNP sont (Thierry *et al.*, 2009) :

- « d'identifier, consolider, valoriser la connaissance scientifique et technique sur les problématiques littorales [dans la zone géographique d'action du réseau], et diffuser une information partagée auprès des différents acteurs du territoire » ;
- « d'assurer le lien entre les démarches sectorielles d'observation du littoral » afin d'harmoniser les connaissances et de favoriser les échanges entre acteurs ;
- « de faire émerger un besoin de connaissances supplémentaires » (pour mieux comprendre les phénomènes littoraux dans leur globalité) ;
- « de constituer le siège d'une expertise partagée ».

Financement

Le ROLNP sera financé par les trois Régions concernées. L'État pourrait être associé au projet via les contrats CPER, avec possibilité de financements européens.

Acteurs

Les différents contributeurs du ROLNP signeront une charte d'association définissant le cadre de collaboration et fixant les principes et engagements communs au sein du réseau. Ce système est plus souple qu'une convention et il ne fixe pas de durée ni d'engagement contractuel.

L'organisation interne du ROLNP est constituée par un comité de pilotage, qui a pour mission notamment de décider les modalités de fonctionnement et de gestion du réseau, et de valider un programme d'actions, un comité technique, qui est chargé d'assister et de préparer les travaux du comité de pilotage, un comité d'orientation, associant les contributeurs volontaires du réseau et qui valide les résultats produits et apporte son avis d'expert sur certaines questions, et une cellule d'animation, qui assure la vie du réseau en mettant en œuvre les axes de travail et le programme d'actions définis par le comité de pilotage.

Extension géographique

Le périmètre de travail du ROLNP s'étend de la baie du Mont-Saint-Michel à la baie d'Authie. Il est prévu d'inclure des secteurs restreints dépendants des Régions voisines comme la baie de Cancale en Ille-et-Vilaine ou le nord de la baie d'Authie dans le Pas-de-Calais, afin de prendre en compte toutes les cellules sédimentaires dans l'étude des phénomènes littoraux (transport de sédiments notamment). De façon générale, l'objet d'étude est la bande côtière depuis les bassins versants jusqu'à la zone subtidale.

Données

Les thématiques abordées seront variées :

- « mobilité de la bande côtière (de la compréhension des phénomènes et identification des aléas, à la gestion des risques côtiers) » ;

- « analyse des enjeux environnementaux [(notamment biodiversité)] et socio-économiques sur le littoral » ;
- « l'adaptation aux changements globaux affectant le littoral » (notamment le changement climatique).

Les données seront récupérées par l'intermédiaire des membres du réseau, le ROLNP ayant pour but de valoriser l'information.

Le ROLNP aura aussi à terme une capacité d'expertise grâce notamment à un « tableau de bord du littoral » constitué d'indicateurs (rassemblant une ou plusieurs données qui varient dans le temps et dans l'espace) afin d'assurer le suivi temporel des phénomènes.

Système et architecture

Le ROLNP développera un SIG pour valoriser l'information (cartes d'aléas, vulnérabilité, présentation des enjeux...) ainsi que son propre catalogue de métadonnées. Les contributeurs décideront de la visibilité de leurs données (entièrement accessibles aux autres contributeurs du ROLNP ou uniquement les métadonnées), saisiront a minima leurs métadonnées et auront accès en retour aux informations partagées par les autres membres du réseau.

Tous les outils développés par le ROLNP respecteront la norme ISO 19115 et seront donc interopérables afin de faciliter les échanges avec d'autres organismes, en particulier les systèmes d'informations nationaux BOSCO, Observatoire du Littoral, ou les autres observatoires du littoral, tels que l'Observatoire de la Côte Aquitaine.

Communication

Un portail internet sera créé afin d'acquérir une certaine visibilité et de diffuser l'information aux différents publics visés : élus, experts, grand public. Un bulletin de liaison pourra être créé et diffusé via le portail internet (et en version papier), afin d'animer le réseau et présenter les actualités. L'émission de synthèses et de documents vulgarisés sur les thématiques du ROLNP sera effectuée régulièrement en ligne. Cela permettra aussi de rendre compte des évolutions constatées grâce au « tableau de bord du littoral » (cf. § *Données*).

Ce système de vulgarisation et d'indicateurs s'apparente au fonctionnement de l'Observatoire du Littoral, à une échelle interrégionale.

Un séminaire spécifique pourra être envisagé de manière périodique (tous les deux ans par exemple) afin de valoriser la connaissance vers l'extérieur et communiquer sur les actions menées par le ROLNP.

La communication au sein du réseau de contributeurs est essentielle. Des échanges techniques auront lieu périodiquement et un accès extranet restreint et sécurisé, accessible via le portail internet, sera proposé pour permettre la consultation

d'informations internes au réseau (documents de travail, catalogue de métadonnées...).

4.3.1.3 Haute et Basse-Normandie

- **Observatoire de type 1**

GEMEL Normandie (Groupe d'Étude des Milieux Estuariens et Littoraux)

Le GEMEL Normandie ne fait pas de suivi du trait de côte sur le terrain. Cependant dans le cadre d'un SIG actuellement en cours de création sur l'estran de la baie des Veys (débuté en 2009), en partenariat avec l'Agence de l'Eau Seine Normandie, la DIREN Basse-Normandie et le Conseil Général de la Manche, des photographies aériennes de l'IGN, dont les plus anciennes remontent à 1947, sont numérisées et analysées ; un suivi du trait de côte historique est ainsi disponible.

- **Observatoires de type 2**

LOMC (Laboratoire Ondes et Milieux Complexes) – Université du Havre

Le LOMC est un laboratoire de recherche regroupant plusieurs thématiques : géologie, mécanique des fluides, génie civil, génie côtier... Un des axes de recherche concerne l'étude de l'érosion des falaises de craie de la Haute-Normandie. Deux thèses sont en cours sur ce sujet, l'une portant sur la modélisation numérique et expérimentale du glissement de falaise (secteur étudié situé entre le Havre et le Cap d'Antifer), l'autre sur l'érosion des falaises sur le territoire de la CODAH (Communauté de l'agglomération havraise) avec notamment l'analyse de données LiDAR sur le littoral. Le LOMC n'effectue pas de levés topographiques, les mesures de terrain sont constituées par des mesures sur les roches (fracturation, lithologie, etc.).

Dans le cadre du projet ROCC (Interreg II) sur l'érosion des falaises crayeuses et qui s'est achevé en 2002, le LOMC a produit un outil SIG regroupant l'ensemble des données et paramètres contrôlant l'érosion sur le littoral haut-normand du Tilleul jusqu'à Ault (en Picardie). Il s'agit de cartes à l'échelle 1/25 000^e sur fond IGN. Le but était de déterminer les facteurs responsables de l'effondrement des falaises. De nombreuses mesures de terrain ont été réalisées dans ce cadre (mesures de fracturation, lithologie des craies, observations des effondrements -amplitude, volume, période-, cônes de dissolution...). Le trait de côte n'a pas été relevé, il a été matérialisé sur les fonds de carte IGN. Le SIG développé dans le cadre du projet ROCC est disponible uniquement sous forme de CD-Rom que les partenaires du projet ont reçu en 2002. Par ailleurs les données ne sont incorporées dans aucune base de données ou métadonnées externe.

DDTM Seine Maritime

Dans le cadre de la directive « évaluation et gestion des risques d'inondation », un recensement des ouvrages de défense contre la mer a été réalisé en 2010 afin de renseigner la base de données BarDigues. De plus, la DDTM effectue depuis plusieurs

années un suivi photographique de l'état des galets sur certaines communes du département. Les clichés sont pris lors des marées de forts coefficients. L'intégration des données collectées par la DDTM dans la mission MIMEL³ est à l'étude.

- **Observatoire de type 3**

Laboratoire GEOPHEN de l'Université de Caen et l'association ESTRAN

Le laboratoire GEOPHEN (Géographie Physique et Environnement) fait partie de l'UMR LETG (Littoral Environnement Télédétection Géomatique, UMR 6554 CNRS) qui regroupe 4 laboratoires, Géomer à Brest, Géolittomer à Nantes, Géophen à Caen et Costel à Rennes. Les activités de recherche de GEOPHEN s'orientent autour de la dynamique des géosystèmes actuels (mouvements de terrain, érosion des sols, dynamique des littoraux, évolution des paysages...) et passés (analyse du fonctionnement des systèmes morphogéniques holocènes, paléoenvironnements et histoire des paysages).

Un suivi de l'érosion des falaises normandes au sein de la Cité de la mer de Dieppe a débuté en 2002. L'observatoire est composé de GEOPHEN et d'une association loi 1901, ESTRAN (Espace Scientifique et Technique des Ressources Aquatiques et de la Navigation), créée en 1987. Une convention de partenariat a été établie entre les deux structures. Le Conseil général de Seine-Maritime est le principal financeur de l'observatoire auquel s'ajoute la Communauté d'Agglomération de la région dieppoise.

La zone étudiée s'étendait initialement sur 30 km environ entre Quiberville et Berneval, mais depuis 2005 elle est réduite aux 15 km entre Puys et Sainte-Marguerite-sur-Mer (décision liée à un manque de temps et de moyen humain). Le suivi consiste à localiser sur une carte les éboulements survenus entre deux acquisitions, et à en estimer les dimensions (longueurs, hauteurs et largeurs) effectuées à l'aide d'un distance-mètre laser. Des photographies sont également prises lors de chaque passage. Le suivi est effectué à une fréquence quasi hebdomadaire et de manière continue sur la totalité du linéaire côtier. Le Service Littoral d'ESTRAN a en charge ces levés de terrain. Les données sont ensuite transmises au laboratoire GEOPHEN qui se charge du traitement et de l'analyse (le but étant de dégager des tendances quant aux facteurs favorisant les éboulements).

D'autre part, depuis octobre 2009, GEOPHEN procède à un suivi régulier (tous les 3-4 mois) des falaises à l'aide d'un scanner terrestre. Il s'agit du scanner ATM3D acquis par le laboratoire GEOMER de Brest (voir § ODC) qui est mis à disposition de GEOPHEN. Cette technique permet de mesurer de manière fine et précise les volumes des éboulements par comparaison diachronique des images.

³ La MIMEL (Mission Interministérielle de la Mer et du Littoral), rassemblant Hauts- et Bas-Normands, a été décidée par le Comité interministériel pour l'aménagement du territoire (CIADT) de septembre 2004. Elle vise à renforcer la coordination et la transversalité des approches des services de l'Etat intervenant sur les questions littorales et maritimes. Elle était portée jusqu'en 2010 par l'ex DIREN Basse-Normandie (DIREN de façade au niveau maritime) et a été reprise depuis par la Direction Interrégionale de la Mer Manche-Mer du Nord.

Enfin, il convient de noter qu'un levé longitudinal du trait de côte (sommets de falaise) au DGPS est inadapté au contexte géographique car trop dangereux et source d'erreurs (lorsque le bord de falaise est inaccessible par exemple). Une méthode aérienne est requise.

Les données sont incorporées dans un SIG mais ne sont pas visibles (pas de base de métadonnées renseignée). La mise à disposition des données n'est pour le moment pas envisageable car elles n'ont pas encore été valorisées (production scientifique en cours, notamment dans le cadre d'une thèse).

Le Service Littoral de l'association ESTRAN publie de manière bimestrielle une lettre d'information qui permet d'aviser le public sur les actions du service.

- **Observatoires de type 4**

ROLNP

Voir description en Picardie.

OLIBAN (Observatoire du Littoral BAS-Normand) – Laboratoire GRESARC de l'Université de Caen

Organisation

L'Université de Caen Basse-Normandie a créé en 1985 le CREC (Centre Régional d'Études Côtières), renommé Centre de Recherches en Environnement Côtier en 2004, qui fédère 5 laboratoires dont le laboratoire M2C (Morpho-dynamique Continentale et Côtière) qui est une UMR CNRS. Le GRESARC (Groupe de Recherche sur les Environnements Sédimentaires Aménagés et les Risques Côtiers) est une branche appliquée du laboratoire M2C qui est chargée du suivi du trait de côte sur le littoral Bas-Normand. Le GRESARC est basée à la station marine de l'université à Luc-sur-Mer.

Le projet GR²TC (Gestion des Ressources, Risques et Technologies dans le domaine Côtier) est un projet qui s'inscrit dans le cadre du CPER 2007-2013 par l'État et la Région Basse-Normandie. Son objectif est de mieux comprendre les risques naturels et anthropiques sur le littoral bas-normand dans une logique de gestion/prévention/prévision afin de valoriser les ressources exploitables et développer l'économie locale.

GR²TC comprend 7 sous-projets dont le sous-projet OLIBAN ou Observatoire du Littoral BAS-Normand. L'objectif est d'améliorer les connaissances de la dynamique du littoral en s'intéressant aux aspects physiques, physico-chimiques et biologiques, ainsi que de suivre l'évolution des côtes à court, moyen et long terme (cette dernière activité étant pilotée par le GRESARC). Le programme CLAREC, qui consiste à suivre les changements de relief de l'interface Terre-Mer grâce à la technologie LiDAR, fait partie de l'OLIBAN. Les partenaires concernés par l'OLIBAN sont :

- Laboratoire M2C, CNRS-UCBN, Caen ;

- Laboratoire PE2M, IFREMER-UCBN, Caen ;
- Laboratoire GEOPHEN, CNRS-UCBN, Caen ;
- Laboratoire GEOSYSCOM, CNRS-UCBN, Caen ;
- CREC (Centre de Recherche en Environnement Côtier), Station marine, Luc-sur-Mer ;
- Laboratoire LERMA, Intechmer-CNAM, Cherbourg.

L'OLIBAN a pour ambition de fournir aux acteurs de la zone littorale des informations de qualité et des données précises sur l'évolution des côtes à l'échelle locale, régionale et interrégionale, ainsi que de porter à connaissance du public les résultats des analyses de données dans le cadre d'une vulgarisation scientifique.

Historique et raison d'être

Les premiers levés de terrain du trait de côte faits par le GRESARC débutent au début des années 90 dans le département de la Manche, avec un double objectif :

- être en mesure de prévoir avec plus de précision l'évolution future du trait de côte afin de gérer au mieux l'aménagement du littoral (notamment les ouvrages de défense contre la mer) ;
- affiner à moyen terme l'évolution du stock sédimentaire côtier. Les extractions de sable ont en effet considérablement affaibli le stock de sédiments sableux des plages de la Manche. Elles ont été directement ou indirectement responsables d'une érosion accélérée, parfois localement, de la côte.

En 1991, les premières cartes des risques submersion et érosion sont créées. Le suivi du littoral s'inscrit alors dans une optique d'actualisation de la cartographie afin de définir les priorités en termes de défenses contre la mer et d'optimiser les politiques de gestion du littoral.

Le suivi du trait de côte dans le département du Calvados débute en 1995.

Les opérations de suivi menées par le GRESARC prennent le nom d'OLIBAN en 2007 avec le CPER.

Financement

Les maîtres d'ouvrage des activités de suivi du GRESARC sont les Conseils Généraux de la Manche et du Calvados. La Région soutient aussi financièrement ces activités. L'État a participé dans le passé aux opérations de suivis mais ce n'est plus le cas dans le cadre du dernier CPER.

Extension géographique

La zone d'étude couvre l'ensemble du linéaire côtier de la Basse-Normandie, avec quelques sites d'étude en Haute-Normandie.

Données

Département de la Manche :

Le suivi de l'évolution des plages et du trait de côte concerne l'ensemble des côtes de la baie des Veys à la baie du Mont-Saint-Michel. Il repose sur un réseau de repères implantés sur les hauts estrans des plages du département. Les mesures ont débuté :

- depuis 1991 sur la côte Ouest du Cotentin entre le cap de Carteret et le bec d'Andaine ;
- depuis 1996 sur la côte Est, Nord-Est et Nord Cotentin d'Utah-beach à Urville-Nacqueville ;
- depuis 1997 sur la côte Nord-Ouest du Cotentin entre le cap de Carteret et Vauville.

Les repères sont implantés au droit de 157 stations réparties sur 55 communes littorales. Chaque station comporte généralement 2 bornes en bois distantes d'une vingtaine de mètres. Le réseau de repères mis en place permet de mesurer l'évolution altimétrique des plages ainsi que l'évolution planimétrique du trait de côte. Celui-ci est matérialisé soit par une limite de la végétation vivace, soit par une microfalaise dunaire d'érosion (en fonction de la tendance évolutive, i.e. engraissement ou érosion). Certaines stations sont dédiées exclusivement à l'altimétrie de plage, d'autres au trait de côte, d'autres aux deux et d'autres encore ne font l'objet que d'un suivi photographique.

La réalisation des profils de plage s'effectue sur une période minimale de 13 jours de terrain, effectuée à deux techniciens, pour une campagne de levés. Les levés sont réalisés pendant des cycles marégraphiques supérieurs à un coefficient de 90 environ et toujours à marée basse. Il est en effet important que l'estran soit le plus large possible pour que les profils soient représentatifs. Une quinzaine de points sont pris sur les profils à partir du sommet du cordon dunaire ou des ouvrages de protection contre la mer. Les points levés sont singuliers et correspondent à des limites morphologiques dont les caractéristiques sont identifiées en vue de l'analyse globale de l'évolution du profil.

Pour les levés topographiques, un théodolite et un distance-mètre électro-optique sont utilisés. Un véhicule tout-terrain de type quad est nécessaire pour les campagnes de terrain. La longueur minimale des profils de plage est en effet de 200-250m et l'espacement entre chaque profil varie entre quelques centaines de mètre et plusieurs kilomètres. Au cours d'un levé, environ 700 km sont parcourus sur les estrans du département de la Manche.

Le traitement des données (calculs topographiques, correction des fichiers...) nécessite l'utilisation de logiciels de topométrie.

La fréquence des levés est de 3 campagnes annuelles, ce qui permet d'apprécier les fluctuations saisonnières de l'évolution de la côte. Elles ont lieu préférentiellement en automne, fin d'hiver et début d'été. Cependant, lorsque des événements extrêmes se

produisent (tempêtes...), des levés sont effectués peu après afin d'observer les impacts sur les côtes. L'entretien des bornes est fait régulièrement par le CREC.

Département du Calvados :

Depuis 1995, le suivi de l'évolution du littoral du Calvados couvre l'ensemble des côtes sableuses de la baie de Veys à l'embouchure de la Seine. Comme dans le département de la Manche, le suivi repose sur un réseau de repères balisant 35 stations de mesures réparties sur 7 secteurs distincts qui couvrent 18 communes littorales.

La réalisation des profils de plage s'effectue sur une période minimale de 5 jours de terrain, à deux techniciens, pour une campagne de levés. Ceux-ci sont effectués pendant les cycles marégraphiques supérieurs à un coefficient de 70 environ. Les détails techniques des levés de terrain sont les mêmes que dans le département de la Manche.

Il faut aussi noter que le GRESARC effectue ponctuellement des suivis spécifiques dans le cadre de la recherche contractuelle. Par exemple, un suivi soutenu de la plage de Villers-sur-Mer a été effectué pendant 4 ans à partir de l'installation en 2003 du procédé Ecoplage. Ce suivi s'est fait en partenariat avec l'entreprise. De même, suite au rechargement de la plage de Barneville dans la Manche, des suivis spécifiques ont été mis en place, financés par le Conseil Général.

L'équipe est constituée de 4 personnes (techniciens et ingénieurs) à temps plein et d'un superviseur (enseignant chercheur).

Système et architecture

Une application de cartographie web est accessible en ligne depuis le site du CREC (<http://www.unicaen.fr/crec/>). Toutes les informations récoltées dans le cadre de l'OLIBAN y sont répertoriées (Figure 8 et Figure 9). Les conditions de marée, de vent, de vagues depuis les années 1990 sont disponibles en de nombreux points de la façade bas-normande. Des données sur la taille des sédiments des plages, baies et estuaires sont également disponibles. Concernant le trait de côte, en zoomant à une échelle 1/25 000, les tracés historiques de la côte apparaissent permettant de visualiser l'évolution du trait de côte depuis plus de 50 ans.

Les métadonnées associées aux données de l'OLIBAN ont été renseignées dans la base de métadonnées nationale BOSCO il y a quelques années. La mise à jour n'a pas été faite depuis par manque de temps et de moyens humain et financier.

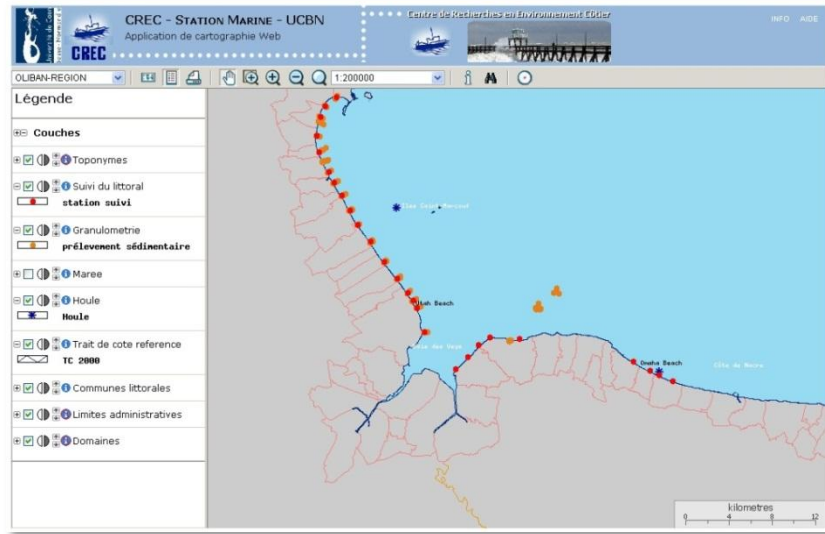


Figure 8 : Exemple de carte fournie par l'OLIBAN et accessible par Internet (janvier 2010).

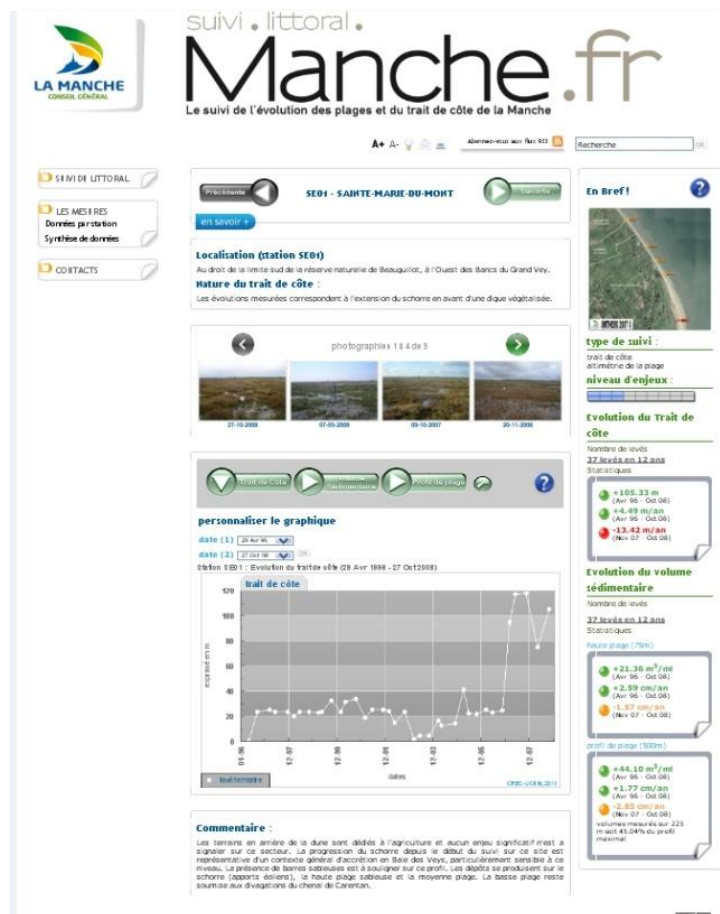


Figure 9 : Exemple de fiche d'évolution du trait de côte sur une station de l'OLIBAN (janvier 2010).

Les données elles-mêmes ne sont généralement pas publiques, l'accès étant conditionné par des conventions de partenariat. Les données LiDAR obtenues dans le cadre du projet CLAREC (voir plus bas) sont, quant à elles, destinées à être rendues publiques après un délai pouvant aller de 24 à 36 mois (délai nécessaire pour le traitement des données brutes).

Communication

Toute la description des suivis effectués par le GRESARC est disponible sur les sites internet (réalisés par le CREC) des deux départements de la Manche et du Calvados (<http://crec.unicaen.fr/>).

Le projet CLAREC

Le projet CLAREC (Contrôle par Laser Aéroporté des Risques Environnementaux Côtiers) est un projet de recherche interrégional débuté en décembre 2008 dont l'objectif est de suivre l'évolution du littoral au sens large dans le contexte du changement climatique à l'origine d'une intensification des risques côtiers pouvant affecter le façade Manche-Mer du Nord. Un LiDAR topographique a été acquis, cofinancé par les régions Basse et Haute-Normandie, Picardie et Nord Pas-de-Calais, ainsi que le CNRS. Le projet regroupe une centaine de chercheurs répartis dans les 4 régions identifiées, et dont les équipes de recherche sont structurées dans un GIS (Groupement d'Intérêt Scientifique). Les laboratoires porteurs du projet sont :

- M2C de l'Université de Caen ;
- GEOPHEN de l'Université de Caen ;
- l'ex laboratoire Géodal (désormais LOG) de l'Université du Littoral Côte d'Opale.

Ce projet est né de la volonté d'avoir des données topographiques fines et précises sur le littoral, notamment dans les zones intertidales. Les levés sont en effet très précis avec une marge d'erreur de ± 7 cm sur sol nu.

Les vols du LiDAR sur une zone du littoral sont dépendants d'une problématique de recherche. Les partenaires du GIS doivent donc avoir un projet de recherche bien identifié qui justifie l'acquisition de données sur la zone étudiée. Certains sites font l'objet d'un suivi régulier par LiDAR, tels que le Mont-Saint-Michel avec un levé tous les 6 mois. L'exploitation des données LiDAR CLAREC, dans le cadre de l'OLIBAN pour le suivi du littoral bas-normand, est en phase d'étude de faisabilité (notamment les aspects technique et financier).

4.3.1.4 Bretagne

- **Observatoires de type 1**

DDTM Morbihan

La DDTM du Morbihan a lancé un appel d'offre en janvier 2009 pour réaliser un atlas des risques littoraux à l'échelle du département. L'étude est en cours de réalisation par

le bureau d'études DHI en partenariat avec GEOS, et devrait être achevée en 2011. Il s'agit de faire un état des lieux des aléas submersion marine et érosion côtière sur la totalité du linéaire côtier du département, y compris les zones d'estuaire et les îles. La décision fait suite aux dégâts générés par la tempête Johanna du 10 mars 2008. La phase 1 du projet consistant à collecter les données existantes est aujourd'hui terminée. La deuxième phase de modélisation de la submersion marine et estimation du taux d'érosion par analyse de photographies historiques et modélisation hydrosédimentaire est en cours.

L'atlas devrait permettre à terme de répondre aux interrogations des riverains et des collectivités sur les risques littoraux dans le Morbihan. Il servira de base pour l'élaboration de PPR dans les communes concernées et la protection des sites sensibles en collaboration avec les collectivités. L'échelle sera de 1/25 000 pour la submersion marine, avec des zooms à 1/5 000 sur certains sites, et de 1/10 000 pour l'érosion.

Les données de terrain récoltées dans le cadre de cette étude (notamment un levé topographique par LiDAR ainsi que des levés bathymétriques sur quelques sites) seront disponibles et libres d'utilisation. La manière d'accéder aux données n'est pas encore décidée (mise en ligne sur le site de la DDTM, accès via demande, etc.). Les résultats seront publiés sur le site *cartorisques* : <http://cartorisque.prim.net/>.

DDTM Finistère

Un recensement précis des ouvrages de défense contre la mer (type, état général, dimension, géo-référencement...) du littoral finistérien a été effectué en 2008 en collaboration avec l'Université de Bretagne Occidentale (UBO). De plus, un atlas des aléas littoraux a été débuté en 2008 et achevé en 2010, représentant sous forme cartographique, les dégâts côtiers (érosion du trait de côte, dégâts sur les ouvrages) et les risques de submersion. Ce travail qualitatif a permis de mettre à jour le SIG maritime de la DDTM sur le suivi des événements se produisant sur le trait de côte et dont les premières données proviennent d'une étude réalisée par l'UBO en 2003.

- **Observatoire de type 2**

Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral (EPHE)

Le Laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral de Dinard fait partie de l'UMR 8586-CNRS et est rattaché à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE).

Le laboratoire ne fait pas de suivi systématique du trait de côte. Son activité sur la dynamique sédimentaire et l'évolution des côtes date de 1985, bien qu'à l'origine les travaux de recherche fussent centrés sur la cartographie des fonds marins.

Le financement du laboratoire est assuré d'une part par le CNRS et l'EPHE, et d'autre part par des contrats de recherche avec différents organismes (Ifremer, services de l'Etat, BRGM, Conservatoire du Littoral, collectivités...).

Une étude sur l'érosion côtière a été réalisée en 2004 sur l'ensemble du littoral des Côtes d'Armor pour le compte de l'ex-DDE (Service Prospective Planification et Contrôles). Cette étude a été menée conjointement avec le laboratoire GRESARC de l'Université de Caen et s'est déroulée en deux phases. La première phase a consisté à faire un recensement de la géomorphologie côtière (falaise, roches, sable, cordon de galets, etc.), de l'aléa érosion (comprenant l'érosion marine associée à la submersion (rupture de cordons littoraux, risque de submersion, franchissement d'ouvrage...), l'érosion continentale (érosion de falaises meubles), et l'érosion anthropique -fréquentation de massifs dunaires-) et des aménagements (tels que digues, ports, protections ponctuelles de particuliers, jetées, épis, etc.). Dix-neuf cartes d'aléa au 1/25 000 ont été ainsi réalisées sur les 49 communes littorales des Côtes d'Armor. Cette phase de l'étude s'est appuyée sur la BD Ortho de l'IGN, les données relatives au trait de côte du Schéma de Mise en Valeur de la Mer du Trégor Goëlo, ainsi que par des observations et mesures sur le terrain. Quinze sites particulièrement sensibles (forts enjeux et/ou évolution rapide) ont été identifiés lors de cette première phase de l'étude et ont fait l'objet d'une cartographie des enjeux lors de la seconde phase de l'étude : deux cartes au 1/5 000, représentant respectivement l'occupation des parcelles cadastrales et l'usage du sol dans la bande des 200 m, ont été réalisées pour chacun des sites identifiés. De cette analyse découlent des préconisations d'aménagements et de gestion de la frange littorale selon chaque type d'aléa.

De façon générale, le laboratoire s'intéresse principalement aux zones subtidale et intertidale ; on trouve donc peu d'études concernant le trait de côte proprement dit.

En Ile-et-Vilaine, des études ponctuelles ont été réalisées en partenariat avec l'Ifremer avec notamment des cartes au 1/50 000 sur les formations superficielles sous-marines (de Paimpol à Saint-Malo en 2006, de Saint-Malo à Granville en 2008) ainsi qu'une carte morpho-sédimentaire de la baie du Mont-Saint-Michel en 2009. À noter également une étude en 2002 intitulée « La Baie du Mont-Saint-Michel et l'Estuaire de la Rance : Environnements sédimentaires, aménagements et évolution récente ».

L'ex-Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement a commandé au laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral et au service botanique de l'Université de Rennes en 2002, une étude sur la reconnaissance de la limite terrestre du domaine maritime. Cette étude a consisté à mettre au point une méthode pour prendre en compte des critères morpho-sédimentaires et botaniques pour délimiter le trait de côte (Bonnot-Courtois et Levasseur 2002).

Les données recueillies par le laboratoire sont stockées soit sous format papier soit sous format numérique. Concernant la baie du Mont-Saint-Michel, les données et métadonnées associées sont renseignées dans la BDD SIMON de l'Ifremer.

- **Observatoires de type 3**

Observatoire du Littoral de Cap l'Orient (Communauté d'agglomération du Pays de Lorient)

Cap l'Orient s'est engagé depuis 1999 à réhabiliter le littoral lorientais dont le trait de côte subit une évolution régressive de par l'érosion côtière et les pressions anthropiques telles que le tourisme, la pêche, les activités portuaires... Certains secteurs à évolution rapide et inquiétante ont fait l'objet dans le passé d'aménagements côtiers et d'édification d'ouvrages de protection coûteux, souvent dans l'urgence, et sans avoir le recul nécessaire à une bonne gestion de l'espace littoral, ce qui s'est soldé par un bilan mitigé puisque les problèmes n'ont pas été entièrement résolus. C'est donc une véritable politique de prévention et d'intervention sur la frange côtière que Cap l'Orient a engagé en 1999 qui a été formalisée dans le cadre de sa Charte pour l'Environnement et le Développement Durable signée en 2002, et son action n° 3 « Création d'un observatoire du littoral ». Le but est d'améliorer les connaissances de la frange littorale afin de bâtir une réelle stratégie de gestion du trait de côte.

Cap l'Orient est le maître d'ouvrage du programme de surveillance de l'érosion côtière sur l'ensemble de son littoral. Sa mise en œuvre pratique est assurée par le bureau d'études GEOS. Les financements proviennent de Cap l'Orient, de la DREAL Bretagne, du Conseil Régional et du Conseil Général du Morbihan. Il s'agit d'établir un bilan des connaissances en rassemblant les données et informations existantes sur le littoral, d'identifier les signes d'érosion et d'estimer le degré de sensibilité des côtes, de mettre en place un outil de surveillance (suivi photographique) et de dégager les enjeux et secteurs d'intervention prioritaires pour les futurs aménagements et/ou opérations de gestion.

L'état des lieux a été réalisé entre 1999 et 2003, la zone d'étude couvre le territoire entre la Laïta et la Rivière d'Etel et incluant également les rivages de Groix, de la Rade de Lorient et de la Petite Mer de Gâvres. L'espace a été divisé en 8 séquences littorales pour lesquelles ont été déterminés l'évolution historique du trait de côte, la géomorphologie, le régime des vents, l'hydrodynamisme, la sédimentologie, ainsi que les activités humaines (urbanisation, fréquentation, ouvrages de défense contre la mer, extraction de sable...). Ce bilan a été effectué à partir d'études et de données existantes, de photographies aériennes et de cartes anciennes (Geos 2001 et 2003).

Une étude complémentaire sur la modélisation de la propagation des houles du large vers la côte et le déplacement des sédiments le long du littoral a également été effectuée par le bureau d'études DHI Environnement. Les 8 séquences littorales ont été ensuite découpées en 417 segments littoraux définis selon 3 critères : morphologie, intervention humaine, occupation de l'arrière-côte. Le suivi photographique de ces segments est l'outil de surveillance de l'observatoire. Les sites étudiés sont photographiés à intervalle régulier (une mise à jour de l'ensemble des segments a été effectuée en 2009) en suivant la méthodologie développée par l'Observatoire photographique du paysage (Direction de la Nature et des Paysages du MEEDDM). Des clichés sont également pris après chaque événement important (tempêtes...). Enfin, les 417 segments littoraux ont été regroupés en 60 unités de gestion représentant des entités morphologiquement et dynamiquement cohérentes. C'est à l'échelle de ces unités de gestion qu'ont été définis le degré de sensibilité de la frange littorale et les priorités d'intervention. Quatre degrés de priorité ont été ainsi établis,

allant des sites considérés comme peu sensibles à l'érosion aux sites menacés à court terme et à forts enjeux humains, économiques ou environnementaux.

Cap l'Orient possède un service dédié à l'élaboration du SIGEC (SIG de l'Erosion Côtière du Pays de Lorient). Toutes les informations et photographies du programme de surveillance de l'érosion côtière y sont répertoriées. Ce SIG n'est cependant pas directement accessible en ligne. Il est mis à disposition des communes qui en font la demande à la Communauté d'agglomération.

Suite au constat de la priorité de certains sites sensibles pour lesquels elle a une compétence légitime, des aménagements de réhabilitation du littoral ont été entrepris par Cap l'Orient (secteur de Groix entre Locmaria et la pointe des Chats, protection des falaises de Pen er Malo, ganivelles pour la reconstruction dunaire, délimitation claire de zones de stationnement afin d'éviter la pression des véhicules sur des sites de plus en plus endommagés...). Pour les autres secteurs, il revient aux communes et à leurs partenaires -État (DREAL), région et département- qui financent la plupart des projets, de mener à bien les mesures de protection nécessaires. Le suivi de ces aménagements dans le cadre de l'observatoire photographique a permis de légitimer et justifier ces travaux, avec une reconstruction des sites parfois spectaculaire en à peine 10 ans.

Des actions de communication ont été menées afin de sensibiliser le public à la nécessité de réhabiliter le littoral, aux risques côtiers et d'expliquer la démarche entreprise par Cap l'Orient. Par exemple, des plaquettes d'information ont été distribuées en mairie et des articles sont parus dans les lettres et magazines d'information de la Communauté d'agglomération.

Pour le moment et par manque de crédits, l'observatoire se restreint à un état des lieux basé sur des données historiques et un suivi actuel constitué par des séries photographiques. La volonté de Cap l'Orient est de pouvoir procéder à des suivis quantitatifs de plages avec levés topographiques de profils et du trait de côte, études granulométriques et levés bathymétriques. Cette étape est nécessaire pour pouvoir faire des modélisations précises de transports sédimentaires afin de mieux comprendre la dynamique du système.

ODC (Observatoire du Domaine Côtier) de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM)

L'IUEM, créé en 1991, est un institut regroupant les laboratoires et enseignements marins de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO). Le CNRS a reconnu en 2000 l'IUEM comme étant une Fédération de Recherche. L'institut regroupe plusieurs UMR, l'une d'entre elles étant le LETG (Littoral Environnement Télédétection Géomatique) qui est constitué de 4 composantes : les laboratoires Géomer à Brest, Géolittomer à Nantes, Géophen à Caen et Costel à Rennes. Les tutelles de l'IUEM sont l'UBO, le CNRS et l'IRD. Les 3 axes de travail de Géomer sont la géomatique, la géomorphologie et la fréquentation et gestion de l'environnement littoral.

Un Observatoire du Domaine Côtier (ODC) a vu le jour à l'IUEM en 2000. Parmi les thématiques traitées, on trouve notamment l'érosion, la mobilité du trait de côte, les bilans sédimentaires... Cette partie de l'ODC est sous la responsabilité de Géomer.

Le financement de Géomer est assuré en partie par les tutelles (UBO, CNRS-INSU, IRD) mais surtout par les contrats passés avec les collectivités (communes, Conseils Généraux, Conseil Régional).

Concernant le personnel de Géomer, on dénombre environ 15 personnes parmi lesquelles des ingénieurs, des enseignants-chercheurs, un doctorant, des thésards et des étudiants. Il y a en moyenne un ingénieur tous les 15 jours sur le terrain.

Initialement, l'ODC ne suivait que 4 plages avec des profils de plage réalisés tous les 15 jours. Au fur et à mesure et depuis 2006, l'extension géographique de l'ODC s'est élargie notamment grâce à des contrats passés avec des collectivités sur les problématiques du trait de côte. Aujourd'hui, une cinquantaine de sites sont suivis régulièrement par l'ODC, répartie sur le Finistère et les Côtes d'Armor.

L'ODC choisit des indicateurs et les suit sur le long terme avec pour objectif de détecter la signature des variations climatiques et météorologiques. Le suivi morpho-sédimentaire des estrans sableux est un bon indicateur de l'impact des forçages naturels. Outre cet objectif de recherche à long terme, le suivi morpho-sédimentaire du littoral permet de constituer une base de données sur l'évolution du trait de côte utilisable aussi bien dans le cadre de la recherche que dans celui de la gestion effective de la zone côtière.

Les données récoltées concernant la dynamique du littoral sont de 4 types :

- le suivi du trait de côte : il se fait classiquement au DGPS ou au tachéomètre, le trait de côte étant défini comme la limite de la végétation permanente. L'analyse de photographies aériennes permet également de suivre la mobilité du trait de côte historique ;
- les profils de plage : les profils sont faits au DGPS. Récemment, l'ODC a fait l'acquisition d'un scanner topographique de la société ATM3D. L'utilisation d'un tel appareil devrait améliorer grandement l'étendue et la précision des profils ;
- des levés surfaciques : réalisés au DGPS avec une grande densité de points afin de créer un MNT et avoir ainsi une vision 3D de la morphologie des plages ;
- des levés bathymétriques : réalisés avec un sondeur multifaisceaux, permettant de créer un MNT pour la zone subtidale.

L'évolution des bilans sédimentaires ainsi que des cartes de mobilité du trait de côte sont réalisées à partir des données récoltées sur le terrain.

Les fréquences des levés de terrain ne sont pas fixes et dépendent du site. De façon générale, elles varient entre un mois et un an. De plus, si un événement météorologique extrême se produit, des levés post-tempête sont aussi effectués.

Certains sites sont instrumentés afin de répondre à une problématique précise. Par exemple sur les îlots de l'archipel de Molène, la houle et la marée ont été étudiées afin d'expliquer le sens de la dérive littorale qui s'inverse parfois. L'instrumentation de la zone intertidale afin d'observer la houle à la côte plutôt qu'au large a permis d'expliquer le phénomène : la combinaison de marées de vives eaux avec la géographie locale peut créer de fortes houles côtières venant de l'Est et inverser ainsi le sens de la dérive littorale.

Un travail plus qualitatif réalisé par l'ODC consiste à récupérer de vieilles photographies et cartes postales de plage et de mettre en lumière les changements liés à la mobilité du trait de côte.

Le matériel utilisé pour les suivis de terrain comprend :

- des GPS (une base et deux mobiles) ;
- un drone (petit hélicoptère utilisant le principe de stéréoscopie pour recréer le relief) ;
- un laser ATM3D ;
- un sondeur multifaisceaux ;
- un bateau (12 m) récemment acquis (cofinancé avec notamment l'IFREMER et l'Agence des Aires Marines Protégées).

Environ 10 % des données acquises le sont dans le cadre de l'activité de base de l'ODC. 10 à 20 % le sont dans le cadre de la recherche doctorale et 70 à 80 % le sont dans le cadre de la recherche contractuelle. C'est cet aspect de la récolte des données qui nous a incité à classer l'ODC en observatoire de type 3 plutôt qu'en observatoire de type 4 ; en effet la recherche contractuelle n'implique pas un suivi régulier ni pérenne.

Géomer possède son propre catalogue de métadonnées inclus dans le système d'information MENlr (Mémoire Environnementale de la Mer d'Iroise), couvrant la zone géographique allant des Côtes d'Armor au Morbihan et qui peut être alimenté par tous les chercheurs de l'IUEM ainsi que provenant d'autres organismes (IFREMER ou SHOM par exemple). Toutes les données topo-morphologiques récoltées dans le cadre de l'ODC y sont répertoriées. Les métadonnées (acquisition, qualité, format, propriété) ne respectent pas pour le moment la norme ISO 19115, mais l'interopérabilité de la base est envisagée. Certaines données sont en libre accès et directement téléchargeables, d'autres font l'objet d'une demande spécifique et sont soumises à condition (<http://menir.univ-brest.fr/observation/idfix/searching.php>).

Le projet MADD OG (Mise à Disposition des Données d'Observations Géomorphologiques littorales) a été lancé en janvier 2009. L'objectif est de faire de l'affichage et de la cartographie à partir des données de MENlr en temps réel par l'intermédiaire d'un « frontal web », ainsi que de permettre le téléchargement des données brutes. MADD OG propose aussi des outils de post-traitement de moyenne complexité ce qui permet en plus des cartes, d'obtenir des informations plus techniques sur les évolutions morphologiques exprimées sous la forme de bilan sédimentaire (calcul de surfaces et/ou de volumes pour les MNT et les profils de plage, sérialisation temporelle

pour la cinématique du trait de côte, etc.). Le projet se veut un outil d'aide à la décision pour les élus.

Une demande de SOERE (Système d'Observation et d'Expérimentation pour la Recherche en Environnement) a été déposée cette année pour la partie concernant le suivi du trait de côte de l'ODC. Le nom proposé est DYMOVUL (DYnamique MORphosédimentaire et VULnérabilité du Littoral). La notion de dommage (destruction d'ouvrage, inondation) est introduite en plus du suivi morpho-sédimentaire, l'idée sous-jacente étant de créer une base de données spécifique pour les dommages. Un SOERE dispose d'un budget annuel spécifique INSU, ce qui assure une pérennité certaine à l'observatoire.

Le travail mis en œuvre par l'ODC a permis d'avoir une vision claire de la situation sur les sites étudiés. Les collectivités en ont tiré les conséquences et des travaux d'enrochement qui auraient probablement nuis à la dynamique naturelle du système ont pu être évités (comme sur la commune de Guissény par exemple).

Il faut noter également la forte demande de la part des collectivités d'avoir un suivi sur leur zone de compétence.

4.3.1.5 Pays de la Loire

- **Observatoires de type 1**

DDTM Vendée

Une étude a été réalisée en 2007 par le bureau d'études DHI en collaboration avec GEOS pour le compte de l'ex-DDE 85. Un bilan de l'évolution du trait de côte, basé sur une analyse comparée de photographies aériennes de 1975 et 2001, a été réalisé, ainsi qu'un atlas de l'érosion marine sur le littoral vendéen et des projections de tendance d'érosion. Des pistes pour la gestion du littoral ont également été proposées pour chaque cellule hydro-sédimentaire préalablement délimitée (Geos-DHI, 2007). Cette action a été réitérée en 2009 sur le département Loire-Atlantique sous maîtrise d'ouvrage de la DREAL (voir ci-dessous).

DDTM Loire-Atlantique

Il n'y a pas de suivi du trait de côte réalisé par la DDTM Loire-Atlantique. Cependant des réflexions sont à l'étude pour engager la mise en œuvre d'un observatoire, à l'échelle départementale voire régionale, en se rapprochant des Observatoires des Pays de Monts et de l'Île de Noirmoutier.

DREAL Pays de la Loire

Une étude complémentaire à celle réalisée par DHI sur les côtes vendéennes a été commandée par la DREAL en 2009 au bureau d'études SOGREAH pour l'ensemble du littoral de Loire-Atlantique, jusqu'à la baie de Bourgneuf. Un bilan des typologies de plage, ainsi que des ouvrages de défense contre la mer, a été réalisé ainsi qu'un atlas

de l'aléa submersion marine. Des pistes ont été proposées pour la gestion durable du littoral à l'échelle régionale. Les deux études DHI et SOGREAH constituent un état des lieux de l'ensemble du littoral des Pays de la Loire.

- **Observatoires de type 2**

Syndicat Mixte de Défense contre la Mer du Littoral Continental de la Baie de Bourgneuf

Créé en 1982, le Syndicat Mixte de Défense contre la Mer a pour vocation la réalisation et l'entretien des ouvrages d'intérêt général de défense contre la mer et leurs voies d'accès existantes ou à construire, sur le littoral continental de la Baie de Bourgneuf. Il exerce une veille et un suivi épisodique (généralement après des tempêtes) du linéaire de digue de la baie de Bourgneuf du port du Collet au nord jusqu'au lieu-dit « La Cahouette » sur l'étier du Grand Pont, sur la commune de Beauvoir (environ 20 km). Ce suivi reste qualitatif et a comme seul objectif de repérer les dommages causés aux ouvrages principalement lors de tempêtes afin d'engager les réparations au plus vite (Forum 2010).

Communauté de communes du Pays de Saint-Gilles-Croix-de-Vie

Un suivi d'ouvrages contre la mer est effectué depuis environ 10 ans par des agents communaux sous la forme de clichés photographiques. Le déclenchement de ces actions de terrain se fait à la suite de tempêtes.

Une réflexion a été engagée courant 2010, en s'appuyant sur l'expérience des observatoires de l'Île de Noirmoutier et du littoral des Pays de Monts (voir ci-dessous), afin de mettre en place un véritable suivi du linéaire côtier de la Communauté de communes, de La Gachère au Sud jusqu'à Saint-Jean-de-Monts (environ 30 km), dans le but de disposer de connaissances solides pour faciliter les prises de décision. Il s'agira ainsi de suivre l'état des ouvrages de défense contre la mer mais aussi l'évolution du trait de côte, des plages et des dunes.

Laboratoire Géolittomer de l'Institut de Géographie et d'Aménagement Régional de l'Université de Nantes (IGARUN)

L'Institut de Géographie et d'Aménagement Régional de l'Université de Nantes héberge le laboratoire Géolittomer qui fait partie de l'UMR-CNRS LETG (Littoral Environnement Télédétection Géomatique, voir § ODC de l'IUEM). De façon générale, Géolittomer ne réalise pas de suivi régulier du trait de côte. Le laboratoire effectue des campagnes de mesures sur le terrain en fonction des projets de recherche. Cependant, dans le cadre d'actions spécifiques ou de la recherche contractuelle, des suivis réguliers sur une période donnée peuvent être mis en place. Par exemple, suite au naufrage de l'Erika en 1999, des levés topo-bathymétriques réguliers ont été effectués sur 5 plages touchées par la marée noire pendant 3 ans (programme LITEAU). Aux Sables-d'Olonne, un suivi est réalisé depuis 1998 sur les plages à la demande de la mairie de la ville. Il s'agit de faire des mesures au DGPS (semis de

points) deux fois par an (après l'hiver et après l'été) ainsi qu'après des épisodes de tempête.

Le traitement des données altimétriques est fait sous le logiciel Surfer. Il n'y a pas de SIG pour le suivi aux Sables-d'Olonne. Les données sont stockées en interne et ne sont pas visibles ni accessibles.

L'IGARUN est un des partenaires du nouvel Observatoire du Littoral des Pays de Monts qui s'est créé en 2010 (voir plus bas § L'Observatoire du Littoral des Pays de Ponts). Dans ce cadre, Géolittomer procède à des levés de terrain sur la zone étudiée ainsi qu'à un suivi de l'évolution du trait de côte par photo interprétation.

- **Observatoires de type 3**

Observatoire de l'Île de Noirmoutier

L'observatoire a été mis en place en 1999 par la Communauté de Communes de l'Île de Noirmoutier. Il s'agissait de créer un outil d'aide à la décision basé sur un SIG pour les élus et les services de la Communauté de Communes. L'Île de Noirmoutier est située aux deux-tiers en dessous du niveau de la mer et compte plus de 200 ouvrages de défense contre la mer. Cette situation particulière nécessitait un suivi à long terme du trait de côte pour pouvoir comprendre les mécanismes en jeu et anticiper les futures évolutions du littoral.

L'observatoire est entièrement financé par la Communauté de Communes. Un administrateur SIG est chargé de la récolte des données sur le terrain. La zone étudiée couvre l'ensemble du littoral de l'île.

Les levés de terrain consistent en des levés longitudinaux du trait de côte (défini ici par la limite de la végétation permanente) sur 19 km (le linéaire côtier restant étant complètement artificialisé). Ces levés ont lieu une fois par an en septembre. La morphologie des plages est également étudiée à travers des profils perpendiculaires au rivage sur 7 sites (1 profil tous les 50-80 m suivant le type de côte, s'il y a des ouvrages, etc.). Les profils s'étendent du pied de dune jusqu'à la limite terre-mer et sont levés une fois par an en octobre lors de marées à fort coefficient. Le matériel utilisé lors des campagnes de terrain comprend entre autre un DGPS centimétrique et un quad. Aucun levé bathymétrique n'est effectué de manière systématique. Des données bathymétriques sont néanmoins récoltées lors des missions spécifiques dans le cadre de projets (tels que le projet VULSACO financé par l'ANR).

Des levés après tempête (généralement une à deux fois dans l'hiver) sont également effectués sur 2 sites sensibles de la côte Ouest de l'île (l'Hommée et les Eloux) ainsi qu'un suivi annuel de l'ensablement et de l'envasement (mesures topographiques) des ports (Noirmoutier, L'Herbaudière, le Morin).

Les données de terrain ne sont pas systématiquement analysées ni comparées entre elles par manque de temps. L'action de l'observatoire est avant tout d'alerter les autorités compétentes en cas de situation critique sur un site donné, et d'alimenter de

façon pérenne une base de données sur le trait de côte. Celles-ci sont analysées en fonction des besoins.

En plus des mesures de terrain, l'observatoire procède à l'analyse de photographies aériennes provenant de campagnes de l'IGN principalement. Le trait de côte est ainsi numérisé sur des photos datant de 1950, 1974, 1997, 2000, 2001, 2006 et 2009. Deux de ces missions correspondent à la BD Ortho de l'IGN. Le cadastre napoléonien a également été scanné et numérisé sous forme de couche raster, permettant d'avoir un trait de côte de référence datant de 1832.

Les données récoltées sont administrées dans un SIG sous Géoconcept. Le logiciel Surfer est également utilisé pour procéder à des calculs (traitement de données altimétriques) sur MNT (à partir des semis de points récoltés lors des campagnes de terrain). Aucune base de métadonnées n'est renseignée pour le moment et les données ne sont pas accessibles ni visibles. Cependant avec la nouvelle version de Géoconcept qui devrait être acquise d'ici fin 2010, un travail de renseignement et d'inventaire des données de l'observatoire en lien avec la directive INSPIRE aura lieu.

Le site internet de la Communauté de Communes (<http://www.ile-noirmoutier.com/>) met en ligne des bulletins d'information intercommunaux où des articles sur le suivi effectué par l'observatoire paraissent environ une fois tous les deux ans. Ce site internet va probablement évoluer dans les prochains mois. Des actions de porter-à-connaissance vers l'extérieur (scolaires, étudiants, associations...) ont lieu épisodiquement.

Toutes les décisions prises par la Communauté de Communes sur la frange littorale depuis 1999 (aménagements, ouvrages de protection, rechargements de plage, etc.) s'appuient sur le suivi régulier effectué dans le cadre de l'observatoire.

Observatoire du littoral des Pays de Monts

L'Observatoire du littoral des Pays de Monts s'est créé en 2010 à l'initiative de la Communauté de Communes Océan – Marais de Monts et à la suite du constat du recul inquiétant du trait de côte dû au phénomène d'érosion. Il s'agit d'un partenariat entre la Communauté de Communes, l'ONF, l'IGARUN (Institut de Géographie et d'Aménagement Régional de l'Université de Nantes) et le BRGM. Le domaine d'observation s'étend sur les trois communes de La Barre-de-Monts, Notre-Dame-de-Monts et Saint-Jean-de-Monts, soit 19,5 km de côte.

Les objectifs de l'observatoire sont multiples :

- améliorer la connaissance des phénomènes et des interactions sur le littoral. Pour y parvenir, il faudra en particulier effectuer un suivi régulier de la morphologie des côtes ainsi que de la qualité écologique du littoral (faune et flore) ;
- élaborer un outil d'aide à la décision et à la gestion de la côte pour la Communauté de Communes ;
- mettre en place une structure qui sera l'interlocuteur privilégié pour cette problématique ;

- permettre un partage des données entre l'ensemble des partenaires et les services techniques et urbanisme des trois communes littorales afin d'intégrer les projets locaux liés à l'aménagement du trait de côte.

La première action de l'observatoire a consisté à effectuer un état des lieux des connaissances existantes afin notamment d'identifier les manques pour les futurs suivis.

La deuxième action consiste à structurer les données existantes, identifiées lors de la première action. Ceci est fait en s'appuyant sur l'expérience de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, du ROL en Corse et de l'Observatoire de l'Île de Noirmoutier. Une réflexion est menée sur la structuration des données à acquérir sur le terrain (périodicité des levés, précision, calage des repères géographiques, formats de fichiers...) ainsi que sur l'acquisition des données existantes. Un SIG sera créé au cours de l'année 2010 ainsi qu'une base de données associée respectant la norme ISO 19115.

La troisième action consiste à acquérir des données complémentaires aux données existantes afin d'avoir un état de référence le plus complet et pertinent possible. Concernant le suivi des côtes, les données recueillies seront principalement liées à la morphodynamique des plages, la topographie (levés GPS du trait de côte, profils de plage), la granulométrie ; des données relatives à la biodiversité et à l'hydrogéologie (mesures de niveaux de nappes en hautes-eaux et basses-eaux) seront aussi récoltées.

L'observatoire a un rôle majeur de centralisation et de diffusion de l'information concernant le littoral. Un rapport annuel d'activité décrivant les travaux réalisés et les résultats associés sera publié. Des actions de communication à destination des élus, des administrations et du grand public sont également prévues (OLPM 2010).

4.3.1.6 Poitou-Charentes

- **Observatoire de type 1**

Communauté d'Agglomération Royan Atlantique

La Communauté d'Agglomération a commandé une étude à SOGREAH en 2009 consistant à faire un état des lieux des ouvrages de défense sur le littoral de sa zone de compétence (localisation et état général). Chaque ouvrage a donc été géoréférencé et une base de données a été créée et incorporée dans le SIG de l'institution. L'étude a également consisté à localiser les zones sensibles à la submersion marine. Elle est en cours de finalisation.

Par ailleurs, un projet de création d'un observatoire du littoral est à l'étude. Il s'agirait de suivre l'évolution du littoral, notamment le trait de côte, avec mutualisation de données provenant de différents acteurs.

- **Observatoires de type 3**

Laboratoire LIENSs (Littoral ENvironnement et Sociétés) de l'Université de La Rochelle et le Conseil Général de Charente-Maritime

Le littoral de Charente-Maritime étant particulièrement sensible à l'érosion, un suivi topographique et granulométrique a débuté en 1999 sur 62 plages réparties à peu près uniformément sur le littoral charentais, sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général de Charente-Maritime. Le laboratoire LIENSs (UMR 6250) de l'Université de La Rochelle centralise les données obtenues dans le cadre de ce suivi et rédige des rapports d'analyse pour le compte du Conseil Général. À l'issue du premier rapport (suite aux campagnes de 1999, 2000 et 2001), 27 plages montrant un recul significatif ont été retenues pour faire l'objet d'un suivi pérenne.

Les campagnes de mesures granulométriques ont eu lieu en 1999, 2000, 2001 et 2002. Ces données permettent de mieux qualifier la plage et de montrer une variation de la granulométrie sur les trois niveaux de l'estran (bas, milieu, haut). Elles n'ont pas été poursuivies car elles n'ont pas montré d'évolution temporelle significative entre les différentes campagnes (Chaumillon *et al.*, 2010).

Les campagnes de levés topographiques ont eu lieu en 1999, 2000, 2001, 2002, 2005, 2007, 2009. Il a été décidé en 2006 de procéder à un suivi biannuel (une fois tous les deux ans, généralement en période de vive-eau des mois de septembre ou octobre) à raison d'un profil par plage sur les 27 plages les plus sensibles du département. Il s'agit d'avoir une vision générale de l'évolution pluriannuelle du littoral départemental. Depuis 2009 ces suivis sont effectués par des géomètres du Conseil Général. Ils étaient auparavant pris en charge par des cabinets de géomètres. Un levé plus précis ayant lieu tous les 6 mois est également effectué directement par le laboratoire LIENSs depuis 2006, et financé par le Conseil Général 17, sur les 2 sites les plus sensibles : la plage de Saint-Trojan (île d'Oléron), et la pointe de la Coubre (presqu'île d'Arvert). Il s'agit d'étudier les évolutions morphodynamiques saisonnières et interannuelles de ces deux plages. Chacun de ces sites fait l'objet d'une série de 20 profils transversaux espacés de 20 m. De plus, plusieurs levés longitudinaux sont effectués sur les 2 sites en suivant les cassures de pente des plages. Les mesures de terrain sont effectuées à marée basse au DGPS centimétrique embarqué sur un quad, avec calage sur une borne géodésique de l'IGN. Depuis 2006, les levés de terrain sont complétés par l'interprétation des orthophotographies des campagnes de l'IGN de 1996, 1999, 2000, 2003, 2006.

Le partenariat avec le Conseil Général prend la forme d'une subvention contractuelle sur 2 à 3 ans.

À partir des données topographiques, les évolutions morphologiques sont calculées (sous Matlab) :

- surface perdue ou gagnée entre deux profils ; la surface de calcul est délimitée en amont par la crête de la dune, et en aval par l'intersection du 0 NGF avec les deux profils de plage ;

- taux de recul horizontal estimé à différentes hauteurs (+3, +4 et +5 m NGF) (Chaumillon *et al.*, 2010).

Les données ne sont pas visibles puisqu'aucune base de métadonnées n'est renseignée. Les données sont stockées sous format numérique à l'université et au Conseil Général et ne sont pas disponibles.

Les suivis de trait de côte mis en place ont permis d'identifier les tendances d'évolution du littoral. Le Conseil Général a pu ainsi prendre des décisions en matière de construction d'ouvrages de protection et d'envisager des solutions « douces » (rechargement de plage notamment) sur de nombreuses zones du département.

Outre l'apport à la collectivité, l'objectif scientifique du laboratoire LIENSs est de corrélérer les observations morphologiques de terrain avec la climatologie de houle au large et à la côte.

DDTM Charente-Maritime

Une équipe « trait de côte » constitué de deux opérateurs et un chef d'équipe a été mise en place à titre expérimental en 2005 sur l'île de Ré à l'initiative de l'ancienne DDE. Les nombreux secteurs soumis à l'érosion malgré les nombreux ouvrages de défense contre la mer (plus de 50 kilomètres du linéaire côtier sont ainsi aménagés) ont conduit l'ex-DDE à mettre en place ce suivi du littoral, consistant à effectuer plusieurs fois par an des levés DGPS du trait de côte et des profils de plage. En 2007, le programme de suivi s'est étendu au littoral continental de la Charente-Maritime avec pour conséquence un nombre total de sites étudiés plus restreint (par manque de temps). À partir de 2009, des levés de niveau (altitude) des défenses contre la mer se sont ajoutés au suivi classique du trait de côte. Depuis le 1^{er} janvier 2010, suite à la réorganisation des services de l'Etat, les missions de la DDTM ont été redéfinies. Des levés de plage sont toujours effectués mais sont limités à quelques plages emblématiques (une vingtaine environ). De plus, la fréquence est désormais d'un levé par an, l'objectif étant moins de caractériser l'évolution saisonnière des plages que l'évolution à long terme du trait de côte. Le travail de surveillance des ouvrages (altitude, état général) reste également parmi les missions de la DDTM.

Les données sont stockées et archivées mais l'analyse diachronique est faite ponctuellement en fonction des besoins (e.g. lorsqu'un bureau d'études utilisent les données de la DDTM pour une étude spécifique). L'exploitation systématique des données n'est pas faite par manque de moyen et d'expertise. Une éventuelle mise à disposition des données de la DDTM pour l'université La Rochelle est à l'étude. Une couche SIG décrivant les ouvrages (position et altimétrie notamment) est en cours de création.

4.3.1.7 Aquitaine

- **Observatoire de type 2**

Equipe METHYS du laboratoire EPOC de Bordeaux

L'UMR CNRS 5805 EPOC (Environnements et Paléoenvironnements Océaniques) de l'Université de Bordeaux 1 fait partie de l'OASU (Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers) dont la mission est d'« acquérir de manière pérenne et en utilisant des méthodes scientifiques rigoureuses, les données observationnelles qui permettent de comprendre l'état de notre environnement et son évolution, au sens large du terme » (<http://www.oasu.u-bordeaux1.fr/index.php?pg=presentation&lg=fr>). À ce titre, l'équipe METHYS (Modélisation Expérimentale et Télédétection en Hydrodynamique Sédimentaire) du laboratoire EPOC collecte des données sur les facteurs hydrodynamiques et sur la dynamique morphologique du littoral, en soutien aux programmes de recherche sur la dynamique du trait de côte.

Deux sites font l'objet d'un suivi régulier, il s'agit des plages du Truc-Vert (commune de Lège-Cap-Ferret) et de Biscarrosse. Le but est de comprendre la dynamique des plages sableuses à l'échelle de quelques jours jusqu'à quelques années, pour pouvoir se projeter qualitativement dans un futur proche. Il s'agit donc d'étudier le nombre, la forme, l'agencement et le volume des barres sableuses. Des levés topographiques mensuels ou bimensuels sont effectués lors de marées basses de vive-eau. Ils consistent en des profils de plage au DGPS (espacés de 25 m) allant de -10 m à +5 m environ, sur un linéaire côtier variant de 300 à 500 m en fonction du site. La laisse de basse-mer (c'est-à-dire la ligne d'eau à marée basse) est également mesurée sur 3 à 5 km. Les levés ont lieu depuis 1997 au Truc-Vert et depuis février 2006 à Biscarrosse, et sont réalisés depuis 2003 au DGPS (avant cette date, elles étaient réalisées au GPS ou au théodolite), à pied ou en quad (depuis 2007). Les données sont conservées au laboratoire EPOC et non accessibles.

La lettre semestrielle de l'OASU présente régulièrement depuis juillet 2007 les résultats obtenus par l'observatoire, les actions majeures entreprises. Faisant partie de l'OASU dans le cadre de SOLAQUI (Service d'Observation du Littoral Aquitain), l'équipe METHYS du laboratoire EPOC peut ainsi communiquer sur ses missions.

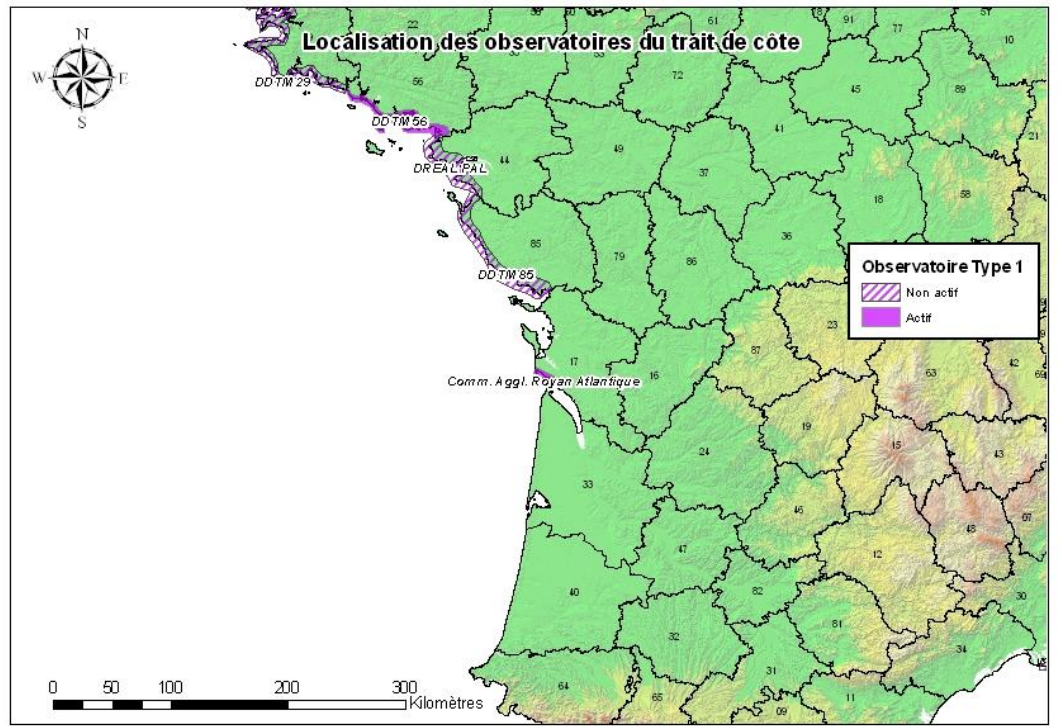


Figure 10 : Localisation des observatoires de type 1 en Atlantique.

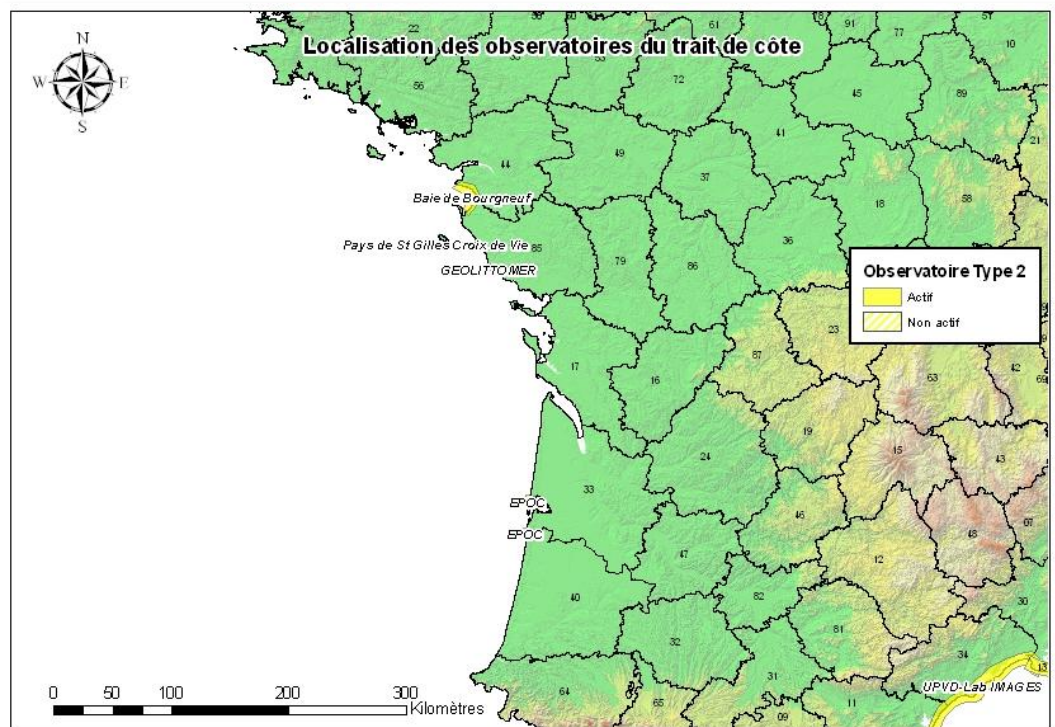


Figure 11 : Localisation des observatoires de type 2 en Atlantique

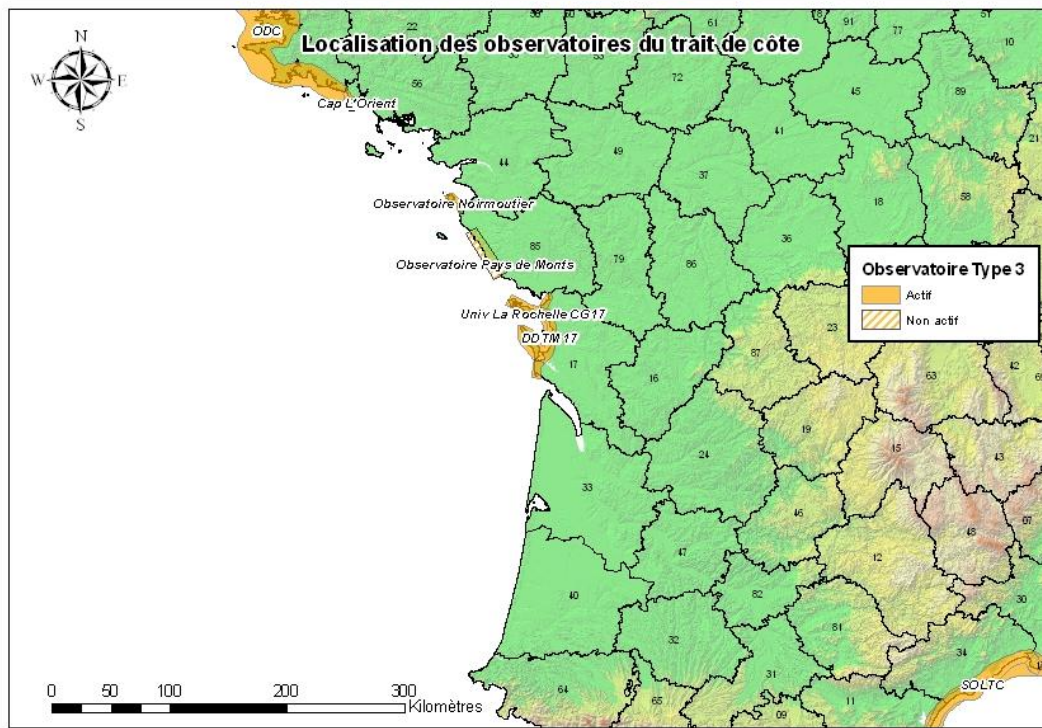


Figure 12 : Localisation des observatoires de type 3 en Atlantique.

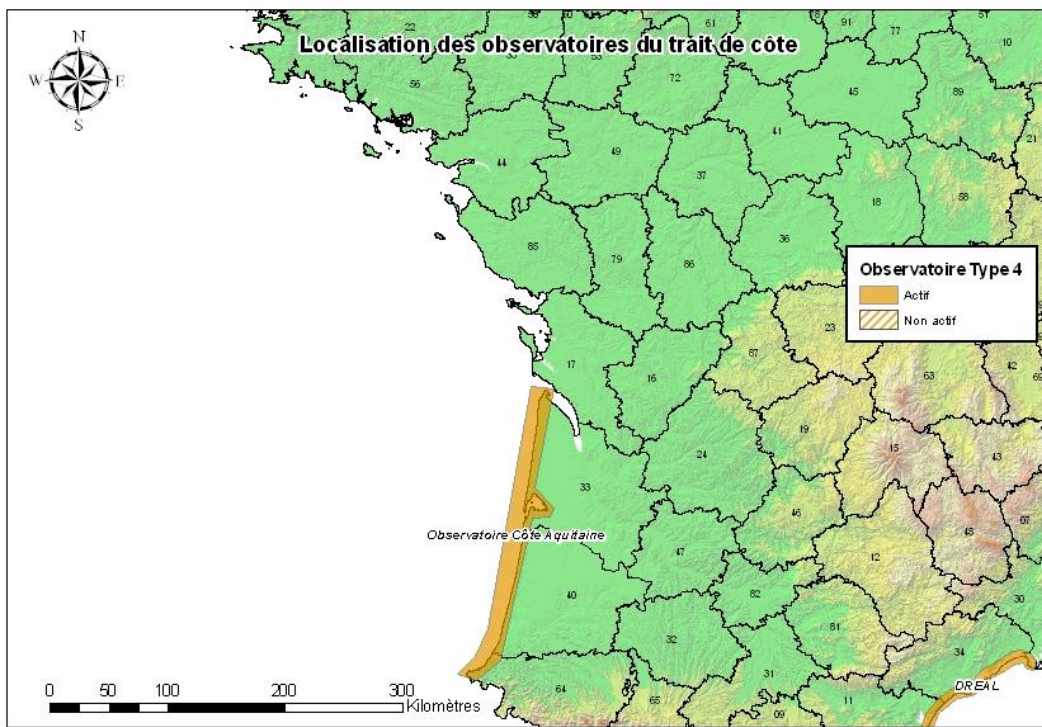


Figure 13 : Localisation des observatoires de type 4 en Atlantique.

- **Observatoire de type 4**

Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA)

Historique

Le premier Contrat de Plan Etat-Région (CPER) 1996-2000 qui associait le Conseil Régional d'Aquitaine, le BRGM et l'IFREMER avait pour but une reconstitution de l'évolution historique de la bande côtière sableuse aquitaine, une analyse du fonctionnement global du littoral et la définition d'une méthodologie de suivi (MEEDDM, 2010). Un prototype de Système d'Information Géographique (SIG) a aussi été élaboré.

L'Observatoire de la Côte Aquitaine a été mis en place lors du second CPER (2000-2006), associant alors l'Etat, le Conseil régional, le Conseil Général des Pyrénées Atlantiques, le BRGM et l'ONF (Mugica *et al.*, 2009a), ces deux derniers étant également les principaux opérateurs. La côte rocheuse aquitaine (entre l'Adour et la Bidassoa) et le Bassin d'Arcachon ont alors été intégrés à la zone d'étude. L'objectif principal est d'apporter une aide à la gestion concertée de la côte aquitaine par l'amélioration de la connaissance des processus d'érosion côtière et la création d'un SIG.

Le CPER 2007-2013 fait apparaître de nouveaux partenaires : l'Europe (FEDER), les départements de la Gironde, des Landes et des Pyrénées Atlantiques, le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA), en complément de l'État, de la Région Aquitaine du BRGM et de l'ONF, toujours présents. En plus de l'aspect érosion côtière qui reste l'objectif premier de l'Observatoire, se sont ajoutées les problématiques liées à la qualité des milieux et à la biodiversité.

Ainsi, l'Observatoire de la Côte Aquitaine est un projet de partenariat à l'échelle régionale, dont le programme s'inscrit dans le CPER et le FEDER, mais qui n'est pas doté de structure juridique propre. Son fonctionnement repose sur une relation de confiance entre partenaires, éprouvée par 15 années d'expérience qui ont permis petit à petit d'évoluer vers un outil permettant de répondre aux besoins des commanditaires.

Aujourd'hui, les thématiques traitées par l'Observatoire s'articulent autour de cinq modules :

- le suivi du trait de côte (côte rocheuse, côte sableuse) ;
- le suivi du Bassin d'Arcachon ;
- la connaissance du patrimoine et de l'environnement côtiers (qualité de l'eau, pollutions par macro déchets et hydrocarbures, biodiversité, etc.) ;
- les expertises concernant les travaux d'aménagement du littoral, les événements (tempête, érosion, inondation/submersion marine, instabilité...) ;
- la communication et l'information à partir de l'amélioration des connaissances, de l'avancement du programme, de l'actualité, etc.

Raison d'être

Le littoral aquitain est une zone géographique particulièrement mobile. Il évolue en fonction des agents géologiques (variations du niveau marin liées au changement climatique, etc.), dynamiques (houle, vent, marée, etc.) et anthropiques (urbanisation, etc.). Les fortes pressions économiques et sociales auxquelles est soumis le littoral aquitain nécessitent d'intégrer son évolution morphologique dans les stratégies de développement durable (MEEDDM, 2010). Il devient dès lors indispensable d'améliorer la connaissance du littoral afin d'anticiper son fonctionnement et d'optimiser les aménagements côtiers. C'est dans ce but que l'Observatoire de la Côte Aquitaine a été créé.

Financement actuel

L'Observatoire est financé par la participation de l'Etat, du Conseil régional, de l'Europe (FEDER), des Conseils généraux de la Gironde, des Landes et des Pyrénées Atlantiques, du SIBA, du BRGM et de l'ONF.

Coordinateurs

La convention de partenariat confère au BRGM le rôle de principal maître d'ouvrage et maître d'œuvre (Bérout, 2010). L'ONF est l'autre principal opérateur, les deux organismes participant activement à la production de données.

Partenaires et organismes impliqués

Les partenaires scientifiques et techniques et fournisseurs de données dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine sont :

- EPOC, Unité Mixte de Recherche 5805 (Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Côtiers) de l'Université Bordeaux 1 ;
- Geo-Transfert, cellule de transfert du laboratoire EPOC ;
- GIP ATGERI (Aménagement du Territoire et Gestion des Risques) ;
- Conservatoire du Littoral ;
- Association Terre et Océan ;
- IFREMER ;
- LASAGEC², Laboratoire des Sciences Appliquées au Génie Civil et au Génie Côtier de l'Université de Pau et de Pays de l'Adour ;
- CASAGEC, cellule de transfert de l'Université de Pau et de Pays de l'Adour ;
- Société Linnéenne de Bordeaux portée par la Maison de la Nature du Teich ;
- Programme ERMMA (Environnements et Ressources de Milieux Marins Aquitains) porté par le Centre de la Mer Côte Basque ;
- Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique ;
- IMA (Institut des Milieux Aquatiques) ;

- LPO (Ligue de Protection des Oiseaux) ;
- Syndicat Mixte Kosta Garbia ;
- CDGA, Centre de Géosciences Appliquées de l'Université Bordeaux 1 ;
- EPSHOM, Etablissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine ;
- CETE SO et CETMEF ;
- IGN, Institut Géographique National.

Les producteurs de données signent une convention de partenariat tous les ans qui permet de les financer pour qu'ils fournissent leurs métadonnées, leurs données à l'observatoire (cf. § 3.4.). Ils peuvent aussi mesurer un indicateur spécifique à la demande du Comité Technique de l'observatoire.

L'Observatoire de la Côte Aquitaine entretient également des relations avec le RRLA⁴ et le GIP Littoral Aquitain⁵ visant à coordonner les actions liées à la gouvernance, la recherche et l'expertise. Ces deux partenaires font partie du Comité de Pilotage et de certains Comités Techniques. Le RRLA est parfois utilisé par l'observatoire pour collecter des données ou pour réaliser des études de faisabilité. Pour faciliter la visibilité des missions de ces trois réseaux d'acteurs régionaux, un portail Internet commun a été créé en 2010 : <http://www.littoral-aquitain.fr/>.

Extension géographique

L'extension géographique de l'Observatoire de la Côte Aquitaine couvre l'ensemble du littoral aquitain océanique, de l'embouchure de la Gironde jusqu'à celle de Bidassoa, intégrant le Bassin d'Arcachon. Le littoral sableux s'étend sur 230 km limité au nord par l'embouchure de la Gironde et au sud par l'embouchure de l'Adour. La côte rocheuse basque s'étend sur 35 km, limitée au nord par l'embouchure de l'Adour et au sud par la frontière espagnole.

Données

À ce jour, les données recueillies par l'observatoire sont de deux types (Mugica *et al.*, 2009b) :

- les données produites par le BRGM et l'ONF qui concernent essentiellement les géosciences (suivis du trait de côte, profils de plage...), la flore et la faune dunaire ;
- les données produites par des organismes (e.g. laboratoires de recherche, associations...) avec lesquels l'observatoire a signé une convention définissant les

⁴ RRLA : Réseau de Recherche Littoral Aquitain né en 2005 de la volonté commune des équipes scientifiques et des laboratoires de recherche en Aquitaine de coordonner leur action et d'instaurer une meilleure concertation. Il regroupe plus de 900 personnes. <http://littoral.epoc.u-bordeaux1.fr/>.

⁵ GIP Littoral Aquitain : Groupement d'Intérêt Public, gouvernance regroupant 17 institutions du littoral aquitain : le Conseil Régional d'Aquitaine, les services déconcentrés de l'Etat, les Conseils Généraux de la Gironde, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques et l'ensemble des communautés d'agglomération et des communautés de communes du littoral aquitain. <http://www.littoral-aquitain.fr/>.

conditions de mise à disposition des métadonnées et des données. Il s'agit d'images spatiales, aériennes ou de vidéos mais aussi de données sur la qualité des milieux, de l'état de l'écosystème et de la biodiversité.

Principales données produites par le BRGM et l'ONF

Concernant la côte sableuse, l'évolution géomorphologique est classiquement effectuée grâce à des levés DGPS du trait de côte ainsi que des profils transversaux du système plage-dune. L'imagerie satellitale (FORMOSAT-2) est de plus en plus utilisée pour la cartographie des faciès sédimentaires (haut de plage, bas de plage, dunes grises, dunes blanches, mais aussi limites majeures telles que le trait de côte et l'interface dune/forêt). Cette technique est particulièrement adaptée au contexte géographique du littoral aquitain où la mise en œuvre des levés de terrain réguliers sur 270 km de côte peut s'avérer long et coûteux. La modélisation numérique de la houle et des vagues permet de mieux comprendre le transport sédimentaire, les surcotes marines et par voie de conséquence la morphologie des plages. Des relevés sont aussi effectués après des événements de type tempête, forte houle, pollution, mouvements de terrain, etc. La caractérisation de l'aléa érosion côtière a été réalisée en 2010, en appui à l'étude stratégique (coût / avantage) portée par le GIP Littoral Aquitain, permettant de cartographier le trait de côte en 2020 et 2040.

Concernant la côte rocheuse, l'objectif est d'étudier les processus d'évolution morphologique de la côte et de caractériser l'aléa lié aux mouvements de terrain. À l'échelle de la côte basque, la cartographie du pied et du sommet des falaises est effectuée par levés DGPS ainsi que par imagerie satellitale (FORMOSAT-2). Des missions de surveillance et de suivi plus spécifiques sont mises en œuvre sur certains sites. On notera par exemple l'utilisation d'un scanner 3D de la société ATM3D qui a permis en 2008 et 2009 d'obtenir des modèles 3D du front de falaise d'Ilbarritz à Bidart. Le renouvellement de cette campagne et la comparaison des modèles 3D obtenus permettent de mettre en évidence les zones d'instabilité du front de falaise et de quantifier les volumes de matériaux érodés (Mugica *et al.*, 2009a). Comme sur la côte sableuse, la côte rocheuse a fait l'objet d'une cartographie de l'aléa érosion côtière combiné à l'aléa mouvements de terrain, de manière à pouvoir positionner le trait de côte en 2020 et 2040 dans le cadre de l'étude stratégique portée par le GIP Littoral Aquitain.

Dans le cadre du CPER 2007-2013, le Bassin d'Arcachon a été inclus dans le programme de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. L'objectif est d'aider à l'entretien de l'équilibre de la zone interne du bassin et de mieux comprendre les interactions entre le domaine externe du bassin et la côte océanique (Mugica *et al.*, 2009a). Les opérations concernent principalement la réalisation ou l'actualisation de différents supports tels que la cartographie de l'état du Domaine Public Maritime (DPM), le Système d'Information Géographique, le Modèle Numérique de Terrain (MNT) et la cartographie des ouvrages. Ces opérations ont requis la collecte de descripteurs concernant la géomorphologie tels que les isohypses (courbes de niveau) et les points cotés numérisés à partir des scans 1/25 000 de l'IGN (Mugica *et al.*, 2009b). Un bilan des activités 2007-2008 sur ce thème est disponible (Mugica *et al.*, 2009a). Une étude spécifique de modélisation des surcotes marines provoquant des submersions a été

initiée à la suite des tempêtes Klaus (23-23/01/2009) et Xynthia (27-28/02/2010) et doit être poursuivie sur l'ensemble du littoral aquitain en partenariat avec les DDTM.

Principales données produites par d'autres organismes concernant le trait de côte

Pour la côte sableuse, des photographies aériennes anciennes portant sur le littoral aquitain et appartenant à l'IFREMER et au SHOM sont à la disposition de l'Observatoire grâce à une convention passée avec l'ONF, le Conservatoire du Littoral et le BRGM en 2008 (Mugica *et al.*, 2009b). Des images vidéos acquises en continu par des webcams de CASAGEC et financées par l'observatoire (unité de transfert de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour) via le serveur du BRGM sur le secteur de Capbreton permettent d'effectuer un suivi de l'évolution géomorphologique de la plage à moyen terme et des conditions océanographiques (Mugica *et al.*, 2009a).

L'acquisition et le traitement de photographies issues de missions aériennes de l'IGN de 1938 à 2009 permettent de quantifier l'évolution du littoral de la côte rocheuse. De plus, CASAGEC a installé des caméras sur la commune d'Anglet et fournit des images vidéos pour le suivi des instabilités des falaises liées à la houle et le suivi géomorphologique des plages. L'observatoire dispose d'une photothèque et d'une bibliothèque électronique pas encore accessibles en ligne.

Les données relatives à l'évolution du trait de côte collectées par l'Observatoire de la Côte Aquitaine en 2007-2008 sont résumées dans le Tableau 2.

Par ailleurs l'observatoire a développé un partenariat avec le GIP ATGERI (Aménagement du Territoire et Gestion des Risques) pour animer un groupe de travail « littoral » au sein de la Plateforme d'Information Géographique Mutualisée en Aquitaine (PIGMA). L'observatoire et ses membres bénéficient ainsi des données de PIGMA, reversent leurs données produites et échangent sur les besoins d'acquisition, les outils, etc.

Thématiques du SIG	Descripteurs	Localisation	Méthode d'acquisition	Fréquence d'acquisition	Producteurs
Trait de côte	Trait de côte	CR	DGPS	Annuelle depuis juin 2008	BRGM/ONF/CA SAGEC
			Images FORMOSAT-2	Etude de faisabilité août 2008	
			Observations de terrain	Après chaque évènement depuis 2000	
			Photos aériennes IGN	Depuis 1938	
		CS	Levés DGPS	Annuelle depuis 2006 et après chaque évènement	
			Images FORMOSAT-2	Annuelle depuis août 2007	
			Photos aériennes IFREMER	Depuis 1919	
Géomorphologie	Transect topographique	CS/CR	Levés DGPS	Sporadique entre 1990 et 2006, annuelle depuis 2006 et après chaque évènement sur la CS, annuelle depuis 2009 sur la CR	
	Points caractéristiques des corps sédimentaires				
	Type de contact plage/dune	CS	Observations de terrain	Annuelle depuis 2006 et après chaque évènement	ONF
	Entailles d'érosion marine				
	Morphologie de la plage	CR	Images vidéo	Continue via le serveur du BRGM	CASAGEC
	Bathymétrie	CS	Sondeur	2003-2004	SHOM
		CR		2007	Pêcheur
		BA		2005 et 2006	SIBA
	Isohypes et points cotés	BA	Scans IGN 1/25000		BRGM/ONF
	Estran	BA	Orthophotographies de l'IGN en 2007	2007	IFREMER
Aménagement	Localisation des ouvrages de protections (cale, épi, jetée, perré, digue, quai)	Tout le littoral	Couches SIG		DDE33
Océanographie	Houle, vague, vent, précipitation	Tout le littoral	http://polar.ncep.noaa.gov/	Continue	BRGM/ONF

Tableau 2 : Synthèse des principales données collectées en 2007-2008 par l'Observatoire de la Côte Aquitaine relatives au suivi du trait de côte.
(CR : Côte rocheuse ; CS : Côte sableuse ; BA : Bassin d'Arcachon). Tableau tiré de Mugica *et al.*, 2009b.

Système et architecture, stockage et accessibilité

Les données recueillies sont destinées à être numérisées puis incorporées dans le SIG de l'Observatoire (fonctionnant sous ArcGIS). Afin de faciliter la saisie des métadonnées, le BRGM a fourni aux producteurs de données un logiciel de saisie libre et gratuit, Géosource, qui se base sur les normes internationales ISO 19115 et ISO 19139 relatives aux données géographiques. Ceci garantit l'interopérabilité du système afin de faciliter les échanges avec d'autres organismes et structures (tels que

BOSCO). De plus, un Géocatalogue s'appuyant sur Géosource ainsi qu'une interface graphique associée ont été créés sur le site de l'Observatoire afin de favoriser la diffusion des données et métadonnées. Le Géocatalogue permet de rechercher des données dans le SIG, de connaître les données disponibles et leurs caractéristiques (Mugica *et al.*, 2009a). Les producteurs de données décident s'ils souhaitent fournir leurs données à l'Observatoire ou uniquement les métadonnées associées, et s'engagent à les organiser, les mettre à jour et les fournir en cas de demande de partenaires.

L'ensemble des acteurs de l'aménagement du littoral et le grand public ont accès aux données de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Une demande doit cependant être formulée au préalable par mail ou lettre à l'observatoire.

Les métadonnées de l'observatoire sont accessibles à partir d'un catalogue en ligne sur le site internet, associé à une interface cartographique de consultation, et les données sont transmises en fonction des besoins (via ftp, CD-ROM, etc.) d'après une convention de mise à disposition gratuite.

Communication

Le volet communication fait l'objet d'une attention particulière dans le troisième CPER, favorisant ainsi la transparence et la visibilité des missions de l'Observatoire.

Actions

L'Observatoire organise et participe à divers événements tels que des conférences, ateliers, journées thématiques, émissions radio ou de télévision locales, actions de sensibilisation et de formation, etc. Plus d'informations sont disponibles dans le rapport BRGM/RP-57071-FR (Mugica *et al.*, 2009a).

Site internet

L'Observatoire possède un site internet dédié (<http://littoral.aquitaine.fr>) qui comprend des informations techniques, des synthèses de projets et travaux réalisés, des actualités relatives aux initiatives de gestion du littoral (Figure 14 ; Figure 15). Il possède des liens vers les sites dédiés partenaires (centres de ressources des partenaires signataires) et héberge le Géocatalogue (cf. § Système et Architecture, stockage et accessibilité).

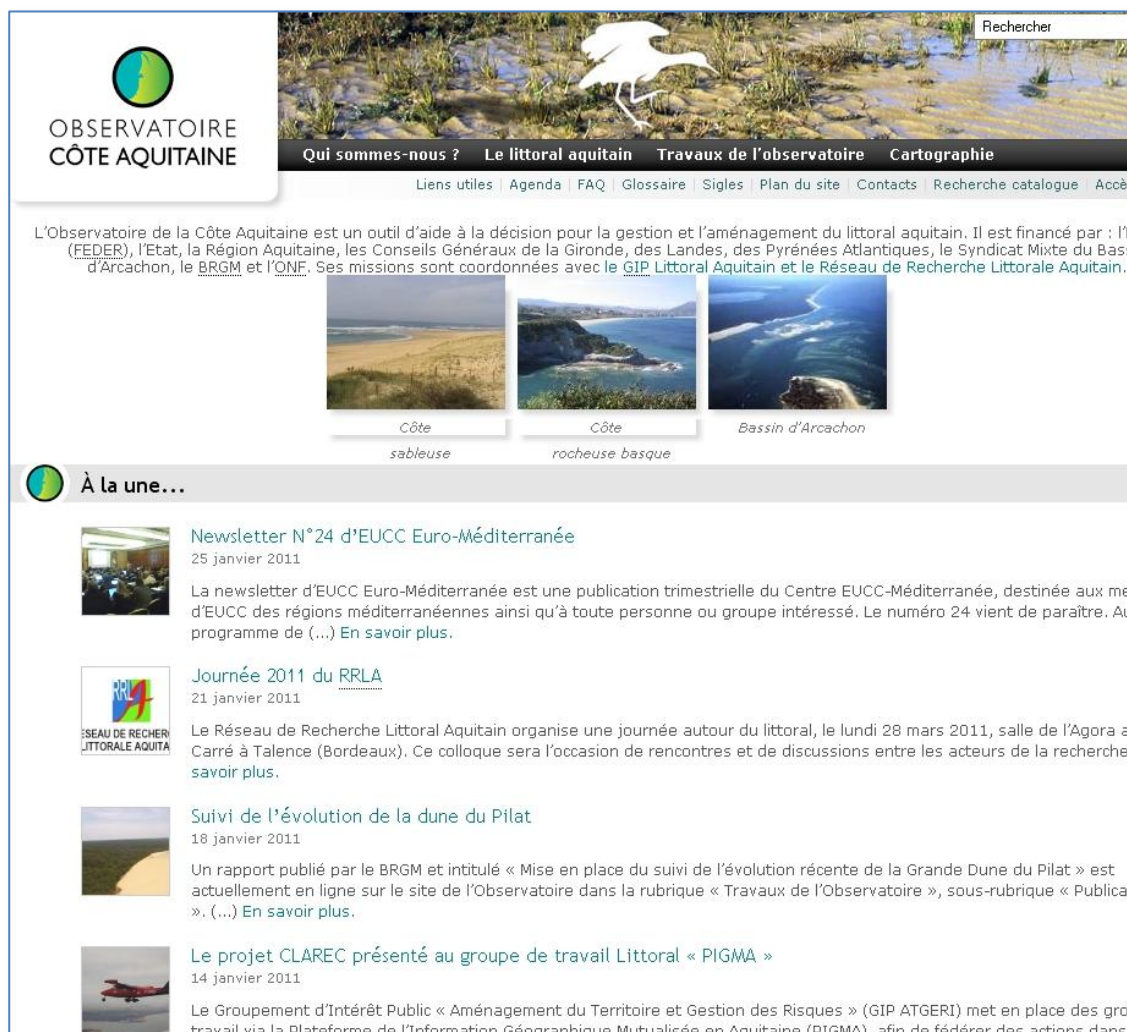


Figure 14 : Page d'accueil du site internet de l'Observatoire de la Côte Aquitaine.

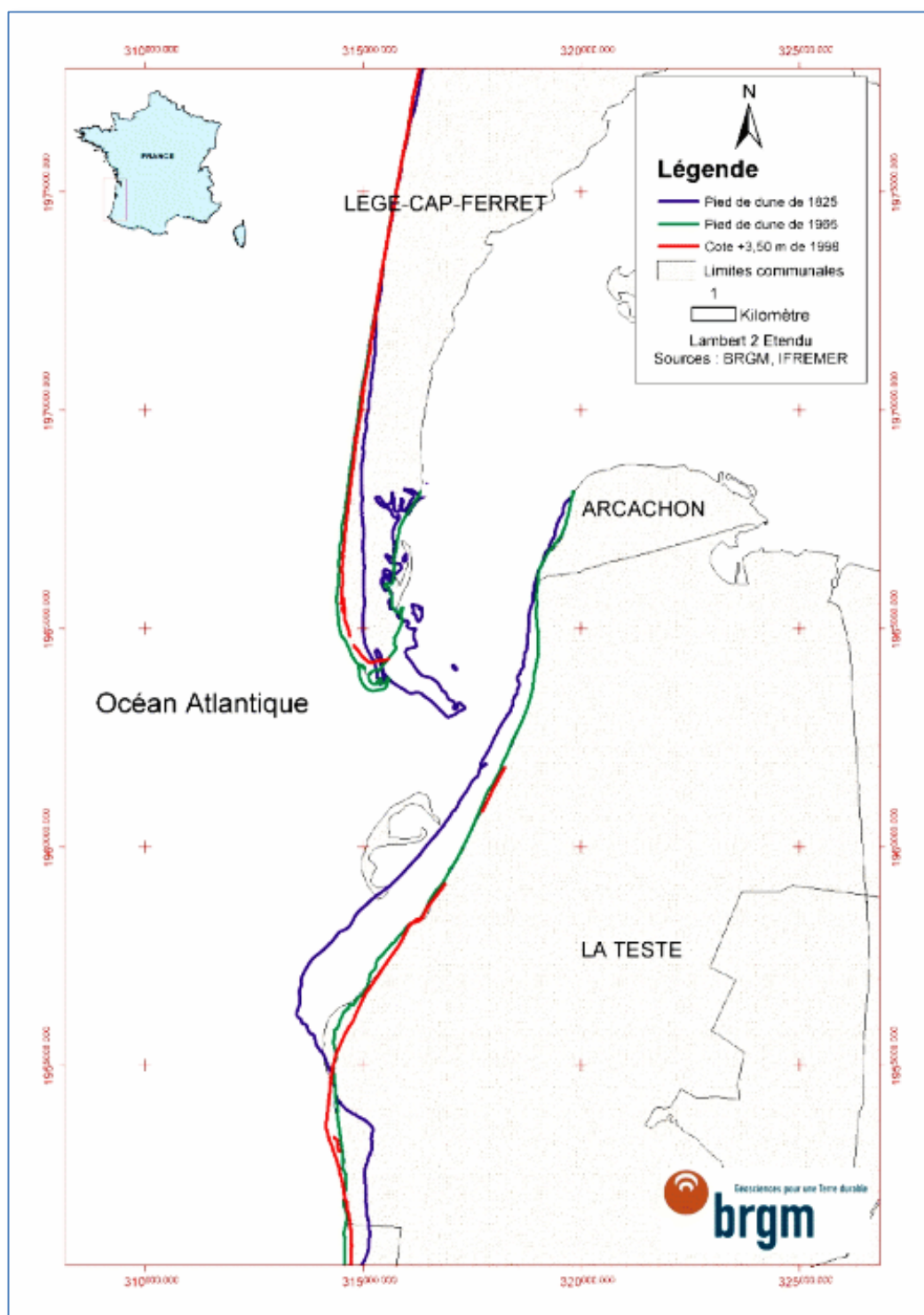


Figure 15 : Exemple d'évolution de la côte sableuse, au niveau du bassin d'Arcachon (site internet de l'Observatoire de la Côte Aquitaine).

Publications

Une « *Lettre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine* » est publiée tous les 6 mois. Elle contient un échantillon synthétique de données et de conclusions d'études réalisées par l'Observatoire avec des illustrations propres à sensibiliser et informer le public sur les enjeux, objectifs et moyens mis en œuvre.

L'association Terre et Océan, structure de Médiation des Sciences et de l'Histoire des Environnements et cellule de transfert culturel de l'Université Bordeaux 1 (www.ocean.asso.fr), est mandatée par le BRGM pour mettre à jour les outils de communication de l'Observatoire (Mugica *et al.*, 2009a).

Actions de gestion du trait de côte mises en œuvre à la suite de la création de l'observatoire

De nombreuses actions de gestion du littoral ont été réalisées ou sont en cours depuis la création de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Par exemple, l'Observatoire participe à l'élaboration du « Plan de Développement Durable du Littoral Aquitain » et à l'« Étude Stratégique de Gestion du Trait de Côte » avec le GIP Littoral Aquitain. L'Observatoire étant un outil d'expertise et centre de ressources régional, il apporte une aide technique et scientifique à la gestion du trait de côte. En 2006, l'Observatoire a dressé la carte de l'aléa mouvements de terrain sur le littoral rocheux basque, ce qui pourrait conduire à la mise en place de PPR (Mallet, 2010a). Un document similaire portant sur l'aléa érosion côtière de la côte sableuse est en préparation. De nombreuses missions d'expertise sont réalisées par l'observatoire à destination de ses membres et gratuitement pour les collectivités locales du littoral aquitain.

• Conseil Régional d'Aquitaine, le projet ANCORIM

Le projet ANCORIM (Atlantic Network for COastal RiSk Management) est un projet cofinancé par l'Union Européenne dans le cadre du programme *Interreg IVB Espace Atlantique*, « *investir dans notre futur commun* », et la Région Aquitaine qui en est le chef de file. Les objectifs sont :

- d'améliorer la prévention et la gestion des risques côtiers ;
- de renforcer la capacité opérationnelle des décideurs et aménageurs pour faire face aux risques côtiers ;
- d'orienter les recherches scientifiques ;
- de créer un réseau d'acteurs côtiers et d'experts à l'échelle atlantique.

Quatre pays sont en effet impliqués (Irlande, France, Espagne Portugal) avec 15 partenaires, 4 partenaires associés et 7 Régions. Le projet a débuté en septembre 2009 et devrait s'achever en avril 2012. Les résultats attendus sont nombreux avec entre autres une mise en réseau des observatoires et/ou des organismes de recherche produisant des données sur le littoral ainsi que la production d'outils à visée opérationnelle.

C'est la création de ce réseau de producteurs de données et la volonté des acteurs de le rendre pérenne qui nous a incités à mentionner ce projet dans le présent rapport, même si dans ce cas, on dépasse les frontières du territoire national et qu'il ne s'agit pas d'un observatoire au sens où on l'a défini (voir § Introduction).

Les thèmes traités concernent le changement climatique, l'aménagement du littoral ainsi que des données environnementales au sens large (érosion, trait de côte, pollution...). Le projet ne consiste pas à développer des travaux de recherche scientifique mais à intensifier les relations et à concrétiser un outil d'échange opérationnel entre la communauté scientifique et les décideurs en vue d'améliorer la gestion des risques côtiers. Un site internet a été créé pour le projet et il est possible de s'abonner à une newsletter pour suivre les actualités en lien avec le projet (<http://ancorim.aquitaine.fr/>).

4.3.2 Façade Méditerranée

4.3.2.1 Languedoc-Roussillon

- **Observatoire de type 2**

Université de Perpignan Via Domitia (UPVD) – Laboratoire IMAGES

L'équipe « littoral » du laboratoire IMAGES de l'UPVD ne pratique pas de suivi régulier du trait de côte. Les données sont acquises dans le cadre de programmes de recherche, de thèses, ou encore de la recherche contractuelle (avec les Conseils Généraux du Languedoc-Roussillon, les Communautés d'Agglomération, les DDTM, la Région, les mairies...).

Les premières activités de l'UPVD sur le littoral datent des premiers contrats de recherche entre l'UPVD et l'ancienne DDE de l'Hérault en 1988 et concernaient le site de Sète. Les années 80 ont en effet été marquées par les premiers effets néfastes (érosion accrue, blocage de la dérive sédimentaire...) des grands projets d'aménagement réalisés dans le cadre de la mission Racine dans les années 1960-1980 (plus de 250 ouvrages de fixation du trait de côte sur le littoral régional).

Actuellement, le financement des levés effectués par le laboratoire IMAGES est assuré par les fonds propres de l'Université et par les collectivités dans le cadre de la recherche contractuelle. Il faut souligner cependant que comme toute structure de recherche, le laboratoire IMAGES n'a pas vocation à faire des suivis réguliers et de l'observation, mais plutôt à interpréter et analyser les données afin de produire des résultats de recherche, fondamentale ou appliquée. Les levés de terrain ne sont donc jamais réalisés dans le but de faire du suivi à long terme, mais pour répondre à une problématique bien précise, que ce soit dans le cadre universitaire ou pour le compte de collectivités. A noter également une convention avec la DREAL pour l'interprétation des données LiDAR récoltées lors de la campagne de 2009 (une thèse a débuté en septembre 2010 sur ce sujet).

La zone d'étude de l'UPVD s'étend au-delà du département des Pyrénées Orientales et englobe tout le Golfe du Lion, jusqu'au Delta du Rhône exclu. Les départements de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales sont néanmoins les deux zones d'étude principales. On peut noter par exemple l'étude réalisée entre 2000 et 2003 et financée par le Conseil général des Pyrénées-Orientales, qui a consisté à réaliser des profils annuels de plage ainsi que des levés du trait de côte et des MNT sur certains secteurs, entre Saint-Cyprien et Leucate. Certains sites font l'objet de suivis plus réguliers dans le cadre de thèses tels que Leucate et Sète. Par exemple, pendant la thèse de Pierre Ferrer soutenue en juillet 2010, un suivi mensuel entre 2006 et 2009 a été réalisé sur la plage de Leucate (zones émergée et immergée).

Les données récoltées sont multiples : mesures de houle, granulométrie, photographies aériennes, mesures topo-bathymétriques (profils transversaux, longitudinaux, MNT), courantologie (dans la zone des barres d'avant-côte), mesures sismiques. Ces dernières permettent de quantifier les volumes sédimentaires de la zone subtidale et d'appréhender la géométrie des corps sableux, ce qui fournit de précieuses informations sur la dynamique sédimentaire à des échelles de temps et d'espace plus larges que les levés bathymétriques par exemple. Cette cartographie en profondeur des fonds marins permet d'avoir un état zéro du stock sédimentaire d'un site ; en complément, des levés bathymétriques simples permettent de suivre l'évolution de ce stock de façon plus systématique et fréquente.

Concernant l'analyse et le stockage des données, un SIG interne existe mais il s'agit plus d'avoir une vision synthétique et globale des données existantes que de réaliser une véritable analyse cartographique. Ainsi, sur la carte, les sites étudiés pointent vers un descriptif succinct de la donnée et du dossier dans lequel elle est stockée. L'analyse des données se fait via divers logiciels tels qu'Excel. Les données sismiques font l'objet d'un traitement spécifique avec un logiciel approprié. Aucune base de métadonnées n'est renseignée pour le moment.

Les ressources matérielles du laboratoire comprennent :

- un bateau ;
- des courantomètres et des houlographes ;
- des appareils pour mesurer la granulométrie, ainsi qu'un laboratoire dédié ;
- des appareils topo-bathymétriques : DGPS, théodolites, sondeur mono-faisceau ;
- des appareils pour les mesures sismiques.

Le personnel de l'équipe littoral est constitué de deux enseignants-chercheurs permanents, et 4 à 5 contractuels (doctorants, post-doctorants).

Il faut noter la forte demande des collectivités pour réaliser des études locales. Cependant, les recommandations et préconisations faites par le laboratoire IMAGES dans leurs rapports de contrat avec les collectivités sont assez peu suivies, les politiques de gestion du littoral étant extrêmement sensibles aux enjeux économiques locaux (notamment le tourisme).

- **Observatoires de type 3**

Observatoire Départemental du Littoral de l'Hérault

L'Observatoire Départemental du Littoral de l'Hérault a été créé en 2005 lors du projet *Beachmed-e*, programme de recherche européen centré sur l'utilisation de nouvelles technologies pour réaliser un suivi précis et régulier du trait de côte, et sur l'élaboration de nouvelles méthodes de gestion du littoral (GIZC) (www.beachmed.eu).

Le Conseil Général de l'Hérault assure la maîtrise d'ouvrage de l'observatoire dont l'élaboration (création d'un SIG avec une base de données géographique et des indicateurs pour la GIZC en Languedoc-Roussillon) a été confiée au bureau d'études BRLi, un des partenaires du projet *Beachmed-e*. La zone initialement étudiée était le Golfe du Lion, mais depuis la fin du projet *Beachmed-e* en 2008, seul le littoral de l'Hérault fait l'objet de mesures de terrain. L'EID (Entente Interdépartementale de Démoustication) Méditerranée réalise les levés de terrain concernant le milieu physique pour l'observatoire via une convention annuelle. Soixante profils de plage sont réalisés annuellement à l'aide de DGPS et de sondeurs plus particulièrement sur la baie d'Aigues-Mortes qui fait l'objet d'un rechargement de plage et par conséquent d'un suivi plus poussé. De plus, un système de caméras développé par CASAGEC de l'Université de Pau (« *Kosta System* ») est installé depuis 2006 sur une cellule sédimentaire du littoral à Valras. Il s'agit du même système déjà évoqué plus haut dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. La fréquence d'acquisition du système est de 12 images par jour environ (pour plus d'information voir <http://web.univ-pau.fr/CASAGEC/5565/>). Un levé LiDAR a également été effectué dans le cadre du projet *Beachmed-e* sur la baie d'Aigues-Mortes en 2007. Le succès de cette campagne test a permis à la DREAL de réaliser la couverture LiDAR de tout le littoral régional en 2009 (voir plus bas § DREAL).

Les données récoltées par l'observatoire sont incorporées dans un SIG. Celui-ci reste un outil interne à l'observatoire puisqu'il n'est pas diffusé à l'extérieur, faute de financement. Le bureau d'études BRLi a toutefois produit un atlas cartographique du littoral de la région Languedoc-Roussillon à la fin du projet *Beachmed-e* en 2008. Une suite au projet a même été évoquée avec notamment la création d'une base de métadonnées interopérable ainsi que des applications « *webmapping* », ce qui permettrait une véritable diffusion des connaissances en accord avec la directive INSPIRE (cf. § 3.4.), mais les crédits manquent toujours. Ainsi, pour le moment, les données récoltées par l'observatoire ne sont pas visibles. Un catalogue des données détenues par l'observatoire existe sous format PDF et peut être mis à disposition pour information.

Observatoire Régional des Risques (ORR)

La création de l'observatoire fait suite aux inondations à répétition qui ont eu lieu en 1999, 2002, 2003 et 2005 dans le Lot, le Gard et l'Hérault. Le Conseil régional a réalisé qu'il y avait un manque d'information sur les risques d'inondation en Languedoc-Roussillon et sur les actions menées pour prévenir ces risques. Il a donc été décidé fin 2005 de créer un Observatoire Régional du risque inondation. En juillet 2006, la

mission de l'observatoire est étendue à l'ensemble des risques sur le territoire régional Languedoc-Roussillon.

Le Comité de Pilotage de l'observatoire est constitué de la DREAL, la Région Languedoc-Roussillon, les Conseils généraux de l'Hérault, de l'Aude, du Gard, des Pyrénées Orientales et de Lozère. Il a en charge de définir le calendrier de travail de l'observatoire ainsi que les modalités de fonctionnement et il assure un suivi de sa mise en œuvre. Des groupes de travail, réunissant les principaux acteurs de la Région, ont été créés par type de risque (Inondation, Incendie, Erosion du littoral et submersion marine, Mouvements de terrain, Séisme et Avalanche). Par exemple, pour le risque Erosion du littoral et submersion marine, les acteurs sont :

- la Région Languedoc-Roussillon (Service Eau et Prévention des Risques naturels, Service Espaces Naturels et Biodiversité) ;
- la DREAL ;
- le Conseil Général de l'Hérault (Service Protection du Littoral) ;
- le BRGM (Service Géologique Régional LRO) ;
- l'EID Méditerranée ;
- le Conservatoire du Littoral.

La Région étant à l'origine du projet, c'est elle qui pilote et coordonne la mise en œuvre de l'observatoire. L'Observatoire Régional des Risques est inscrit au CPER 2007-2013.

L'objectif de l'observatoire est de collecter et mutualiser l'information disponible sur les risques en Languedoc-Roussillon en incluant les principaux acteurs, d'améliorer la connaissance des risques naturels ainsi que de divulguer cette connaissance au grand public, d'être un outil d'aide à la décision pour les élus ou les responsables de l'aménagement du territoire et de favoriser les échanges et le lien entre les acteurs publics partenaires et la recherche (ORR, 2006). Il marque la volonté des pouvoirs publics de développer une réflexion commune et de coordonner leurs actions en matière de suivi et de prévention des risques naturels, dans un souci de plus grande efficacité de l'action publique.

Les données sont traitées et analysées puis incorporées dans un SIG. Des indicateurs sur les risques (indicateurs « état des risques » et indicateurs « réponses »⁶) sont créés et divulgués sous forme cartographique. Les échanges de données entre partenaires du projet sont spécifiés dans des conventions spécifiques. L'Etat et la Région fournissent leurs propres données gracieusement aux partenaires. L'extension géographique comprend tout le littoral du Languedoc-Roussillon.

⁶ Les indicateurs « état des risques » concernent le suivi des aléas, des enjeux, des événements, des dommages ; les indicateurs « réponses » concernent le suivi et l'évaluation des réponses apportées en matière de prévention des risques naturels.

Pour l'instant, l'activité de l'observatoire se concentre sur le risque inondation qui est la priorité dans la région. Il y a donc peu d'informations disponibles sur les risques érosion et submersion marine.

Une base de métadonnées respectant la norme ISO 19115 sera créée où les partenaires pourront renseigner leurs propres métadonnées. Le site internet de l'observatoire (<http://www.laregion-risquesnaturels.fr/186-l-observatoire.htm>) servira de portail pour accéder aux serveurs de données des différents partenaires. L'avancée des travaux en cours et les connaissances seront divulguées via ce site internet pour le grand public.

SO LTC (Système d'Observation Littoral et Trait de Côte) de l'OREME (Observatoire de Recherche Méditerranéen de l'Environnement)

L'OSU (Observatoire des Sciences de l'Univers) OREME a été créé en janvier 2008 avec la double compétence Sciences de la Terre et Ecologie. Ses tutelles sont l'IRD (Institut Recherche et Développement), l'UM2 (Université Montpellier 2), le CNRS-INSU et le CNRS-INEE.

L'idée de créer un réseau d'observation de la côte pour faire du suivi à long terme (au moins 40-50 ans) remonte à une vingtaine d'années. Plusieurs tentatives ont été initiées par le passé, la plus aboutie étant la création de GLADYS (Groupe Languedoc-Roussillon d'étude de l'hydrodynamique et de la DYNAMIQUE Sédimentaire littorale ; www.gladys-littoral.org) en 2005. GLADYS comprend le laboratoire Géosciences-M, l'Université de Perpignan (UPVD), l'Institut de Mathématique et Modélisation de Montpellier, le Centre Archéologique de Lattes, l'EID (Entente Interdépartementale de Démoustication), et d'autres organismes. GLADYS est la fédération d'un groupe scientifique autour de la dynamique physique du littoral en région Languedoc-Roussillon dont le but est de mettre en place des suivis du littoral par la mesure. Un parc d'instruments a ainsi été acheté afin d'effectuer des campagnes ponctuelles dans le cadre de projets (CALAMAR, FEST, Beachmed-e, VULSACO, MICROLITE, NAUSICAA...), et ce jusqu'en 2009. La zone d'étude était le Golfe du Lion, avec à partir de 2007 des projets à l'étranger.

La création de l'OREME en 2008 a permis de réunir et rationaliser l'ensemble de ces initiatives sous la forme d'un SO (ou Système d'Observation) Littoral et Trait de Côte. L'OREME fonctionne en effet « en observatoire » et intègre une dizaine de Système d'Observation (SO), chacun ayant son propre objet d'étude. On trouve notamment un Observatoire des saisons, qui s'intéresse à la dynamique des populations de certaines espèces à l'échelle nationale (effet migratoire), l'Observatoire de Puéchabon (instrumentation d'une forêt en vue d'étudier le cycle du carbone et le cycle de l'eau), le SO GEK (Géodésie et Eau dans le Karst)... Le SO LTC (Littoral et Trait de Côte) est l'un de ces systèmes d'observation. Il a pour objectifs :

- le suivi des évolutions morphologiques (trait de côte, stock sableux, dunes, bathymétrie) ;
- le suivi des climats de houle et de la courantologie ;
- le suivi de la submersion et de l'érosion littorale ;

- le suivi exhaustif et en temps réel de l'hydrodynamique, du transport sédimentaire et d'un ensemble de paramètres sédimentologiques et géochimiques sur de petits sites pilotes représentatifs de la typologie des littoraux. (OREME, 2010).

Le financement de l'OREME est assuré par les tutelles et est ensuite redistribué à chaque SO. En janvier 2010, une demande de reconnaissance d'un SOERE (Service d'Observation et d'Expérimentation pour la Recherche en Environnement) a été exprimée pour le SO LTC. Cela permettrait de conférer une dimension nationale au SO et assurerait la pérennité de l'observatoire grâce au financement direct du SO par l'INSU, sans passer par l'OREME. Dans le cadre de la convention de partenariat DREAL/OREME, le SO LTC bénéficie également de financements DREAL.

Les partenaires actuels du SO LTC sont :

- la DREAL Languedoc-Roussillon ;
- le Conseil Général de l'Hérault ;
- le laboratoire CEREGE d'Aix-en-Provence ;
- le laboratoire LSEET de Toulon ;
- le laboratoire IMAGES de Perpignan ;
- le Centre Archéologique de Lattes ;
- le laboratoire LEGI de Grenoble ;
- des partenaires étrangers avec :
 - Universidad de Vigo (Espagne),
 - ISMAR Venise (Italie),
 - University of Democritus, Thrace (Grèce),
 - THL (Tainan Hydraulics Laboratory) à Taiwan.

Chacun de ces partenaires a signé une convention ou une lettre de cadrage avec le SO LTC. Le coordinateur du SO est l'UM2 en la personne de Frédéric Bouchette. Le SO LTC s'étend sur l'ensemble du Golfe du Lion, mais l'observation n'est pas continue spatialement. Le SO LTC s'organise en effet autour de plusieurs programmes :

- grand transect Cévennes littoral : instrumentation en termes hydrosédimentaire et géochimique des rivières cévenoles jusqu'au littoral Petite Camargue. Il s'agit de faire des mesures de transfert d'eau (circulation des vagues, transport sédimentaire, niveau d'eau) ;
- traverse Golfe du Lion : 5 points de mesure sont instrumentalisés dans le golfe (Étang d'Icard, Maguelone, les Aresquiers, Sète, Gruissan, Leucate) pour des études hydrosédimentaires ;
- l'Observatoire Aresquiers-Maguelone-Palavas (MAGOBS) : il s'agit d'un dispositif instrumental automatisé déployé en lagune, sur le lido sableux et dans l'avant-côte qui mesure en temps réel différents paramètres hydrosédimentaires (courants, vagues et élévation, transport sédimentaire dans l'eau et sur la plage), ainsi que des paramètres météorologiques. Des mesures récurrentes topobathymétriques et granulométriques sont également effectuées sur ce site pilote ;

- COAST-OBS Network : il s'agit d'une transposition du programme MAGOBS sur d'autres littoraux méditerranéens et étrangers (Grèce, Italie, Espagne, Taiwan). Il n'y a pas de mesures en continu pour le moment, ce qui implique un déploiement/rapatriement du matériel du SO pour chaque campagne d'acquisition ;
- SOLLAR (Système d'Observation Littorale en Languedoc-Roussillon) : c'est un système d'archivage des données obtenues par le SO LTC sur l'hydrodynamique et la morphodynamique littorale sur l'ensemble de la région Languedoc-Roussillon, qu'il s'agisse de suivis historiques ou actuels (récurrentes ou temps réel). La DREAL, à travers une convention de mutualisation des données, est le principal contributeur à cette base de données avec près de 60 ans d'archives, consistant notamment en des profils topographiques et bathymétriques de plages, des niveaux d'eau (marégraphes), des données issues d'un parc de bouées houlographiques, des photographies aériennes (orthophotographies, photographies obliques et pendant tempêtes) et récemment des levés LiDAR (couverture complète du littoral régional en 2009, voir § DREAL). Le dispositif SOLLAR sera prochainement mis en ligne ce qui facilitera le transfert d'informations.

Pour les mesures temps réels, les fréquences d'acquisition varient entre 20 et 30 minutes. Pour les données récurrentes (levés topographiques, photographies aériennes...), la fréquence d'acquisition est variable, allant de 1 mois à plusieurs années (pour la couverture LiDAR du littoral régional).

Le matériel à disposition du SO LTC comprend :

- un bateau (9 m) qui peut réaliser des carottages, des mesures sismiques, des levés bathymétriques (échosondeur) ;
- un zodiac ;
- 2 DGPS Trimble 5008 ;
- un quad ;
- un parc d'équipements hydro-sédimentaires (déployé et fixe).

Le traitement des données hydrosédimentaires brutes se fait en utilisant entre autre un logiciel interne, « *Stooch* ». Pour le moment, les données ne sont pas incorporées dans un SIG bien que l'ensemble des objets soient géoréférencés. Une base de métadonnées sera créée prochainement et accessible en ligne (www.oreme.org). Cette base ne respectera pas a priori la norme ISO 19115. D'autre part, une fois le traitement de base et la vérification effectués (opérations allant de quelques secondes pour des filtrages basiques à plusieurs mois pour les campagnes LiDAR par exemple), toutes les données acquises par le SO LTC seront disponibles en ligne, via un site qui est actuellement en cours de création (www.soltc.org). Il n'y aura aucun délai de rétention d'information, et les données pourront même être téléchargées par les utilisateurs. Une liste d'articles scientifiques à citer est l'unique condition liée à l'utilisation de ces données. Des outils d'analyse et de traitement des données seront également disponibles en ligne (pour faire des calculs de submersion par exemple).

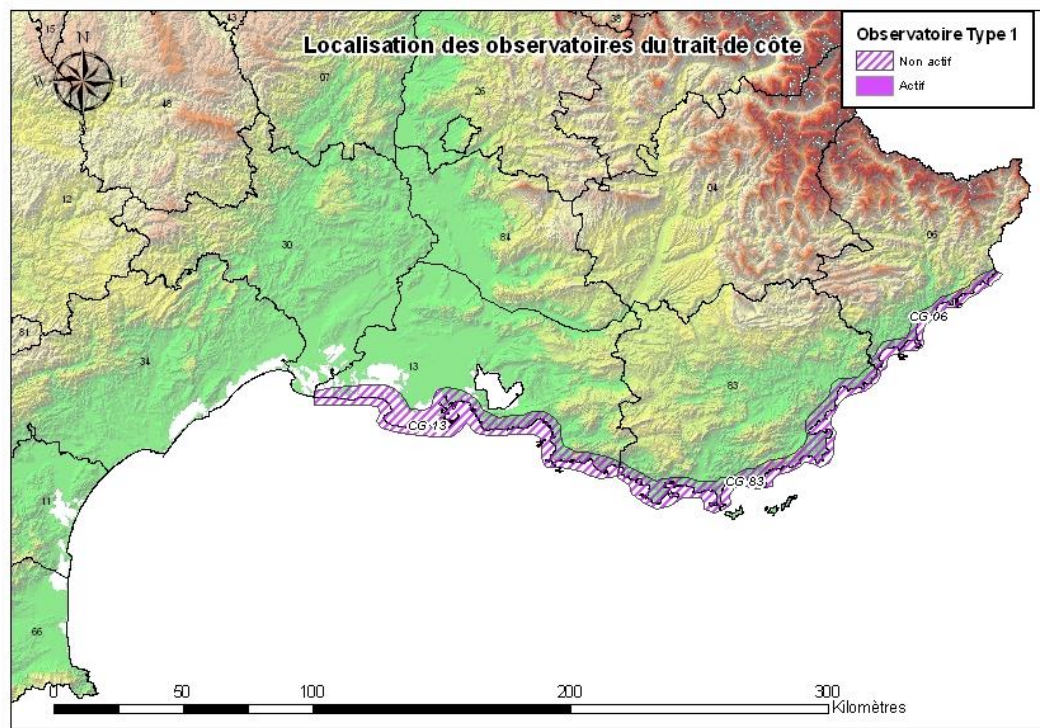


Figure 16 : Localisation des observatoires de type 1 en Méditerranée.

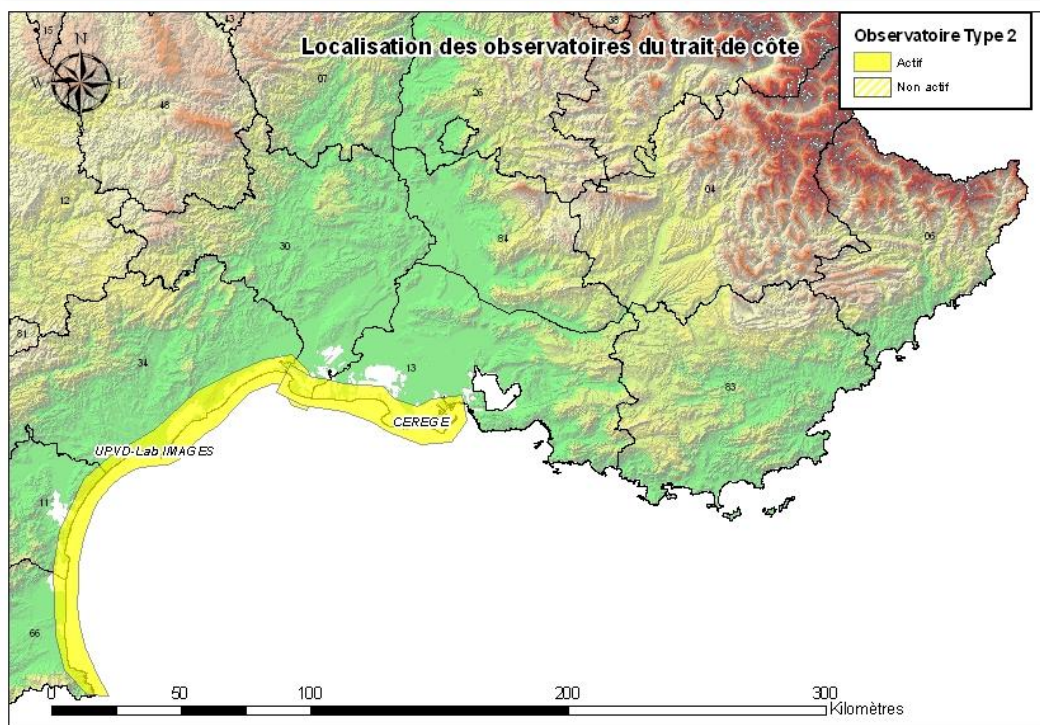


Figure 17 : Localisation des observatoires de type 2 en Méditerranée.

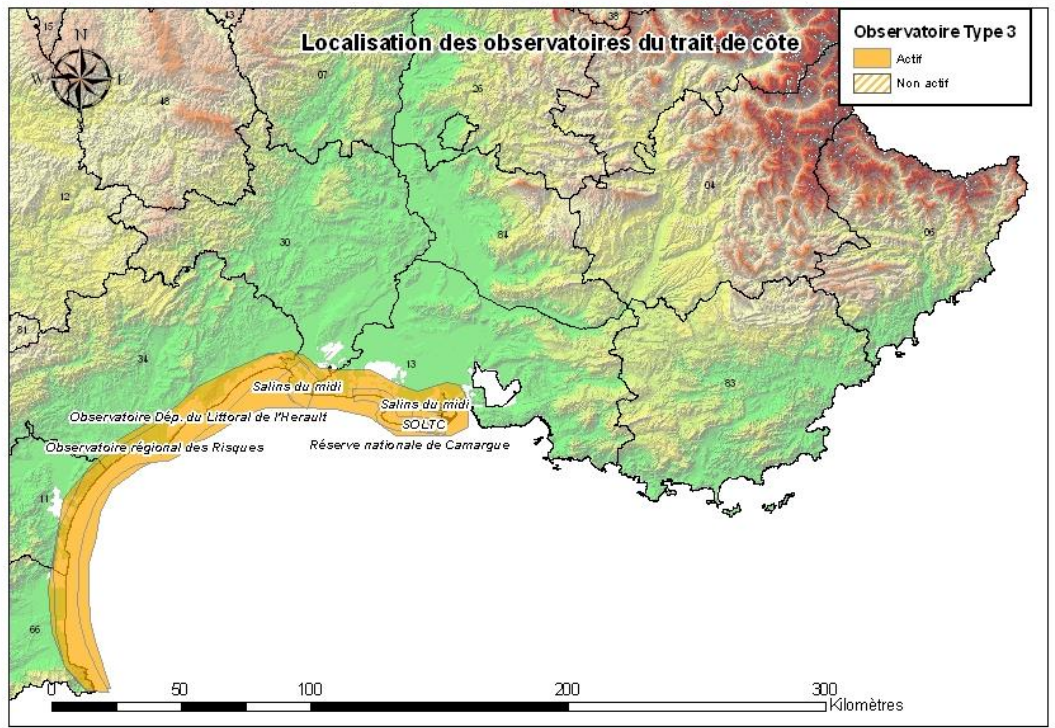


Figure 18 : Localisation des observatoires de type 3 en Méditerranée

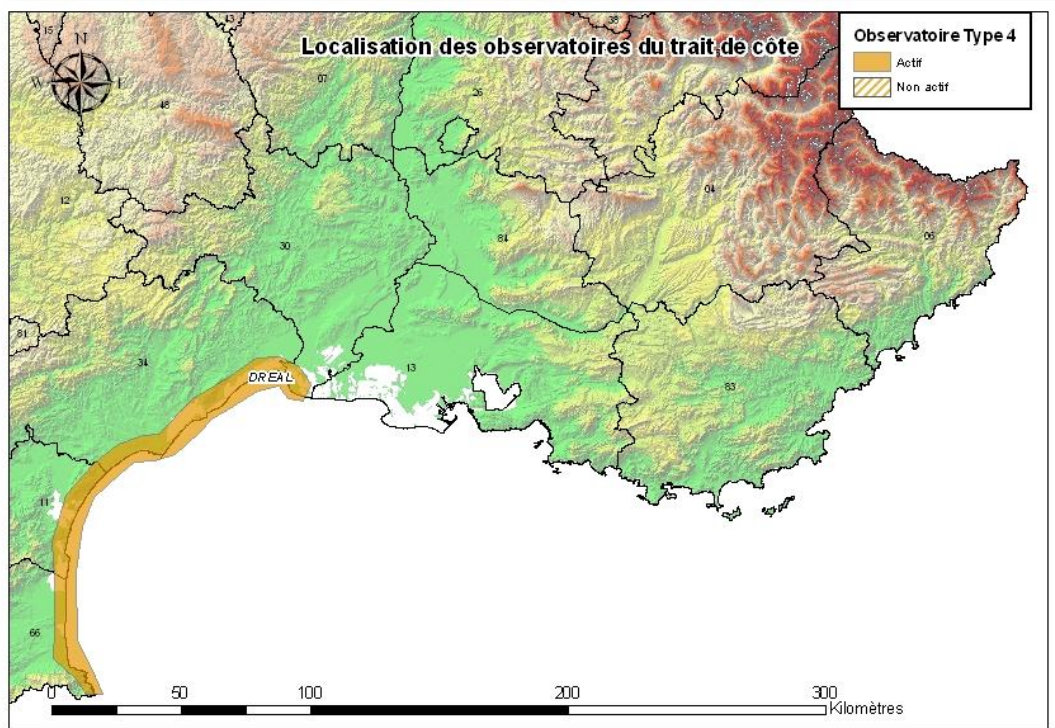


Figure 19 : Localisation des observatoires de type 4 en Méditerranée.

Le portail internet servira principalement à la communauté scientifique ou aux bureaux d'études étant donné l'absence d'analyse et de vulgarisation scientifique. Cependant, des actions de communication seront menées notamment par voie de presse, lors de conférences tous publics. De plus, un projet participatif est à l'étude : il s'agirait de permettre au grand public d'alimenter la base de données photographiques de SOLLAR. Les photographies sont un outil très important pour les gestionnaires du littoral et il n'est pas possible d'obtenir une couverture systématique de toute la côte à chaque instant. Grâce à ce dispositif, toute personne pourra soumettre au SO ses propres photographies pour alimenter la base SOLLAR.

- **Observatoire de type 4**

DREAL Languedoc-Roussillon

Historique

Le service SMNLR (Service Maritime et Navigation Languedoc-Roussillon) a été créé en 1966. Il avait à charge la gestion du DPM (Domaine Public Maritime) ainsi que les projets d'aménagements littoraux (Mission Racine). L'observation et le suivi du littoral faisaient donc partie de ses missions à travers une unité Observatoire du Littoral. C'est l'activité portuaire, d'abord maritime puis de plaisance, qui a motivé initialement le suivi de l'évolution du trait de côte. Le SMNLR réalisait des mesures de houle, de niveau marin, de qualité des eaux ainsi que des photographies terrestres et aériennes et des levés de terrain topo-bathymétriques (profils de plage et levés longitudinaux du trait de côte) pour suivre l'évolution physique du littoral (naturelle et liée aux aménagements) et du DPM de manière générale.

Dans les années 2000, plusieurs réorganisations du service ont eu lieu. L'Atelier du Littoral et des Etangs a été créé et a repris les missions de l'ancien Observatoire du Littoral avec une volonté de centraliser, analyser les données et les utiliser comme moyen d'action, ce qui n'était pas systématiquement le cas auparavant. Au 1^{er} janvier 2007, l'unité Atelier du Littoral et des Étangs est devenue l'unité Risques Littoraux rattachée à la DRE. Fin 2007, suite à la fusion avec une autre unité, elle devient l'unité Aménagement et Risques Littoraux. Enfin, depuis la création de la DREAL, les missions d'observation du littoral incombent désormais à l'unité Dynamique Sédimentaire et Aléas Côtiers, intégré au Service Risques Naturels et Technologiques.

Extension géographique

La zone d'étude couvre l'ensemble du littoral régional, c'est-à-dire le Golfe du Lion.

Données

Actuellement, les deux principales missions de l'unité sont :

- l'amélioration de la connaissance en lien avec la dynamique sédimentaire et les aléas côtiers, avec une partie « observation », et une partie « étude, analyse, interprétation » soit directement, soit en maîtrise d'ouvrage, soit en partenariat

- (projets européens (*Beachmed-e*, *Coastance...*), programmes de recherche (universités, établissements publics, projets ANR tels que *Vulsaco*, *Miseeva...*) ;
- les aménagements et l'accompagnement des démarches de gestion et d'aménagement du littoral (génie côtier, ingénierie côtière).

La partie « observation » de la mission « amélioration de la connaissance » se décline en thématiques, l'objectif étant de capitaliser le maximum de données sur la frange côtière :

Données marines : Elles consistent en des mesures de houle et de niveau marin. Concernant la houle, la DREAL possède 4 houlographes sur le Golfe du Lion (situés au large de Banyuls, Leucate, Sète et Espiguette). Les premières données remontent à la fin des années 80. L'exploitation des données se fait en partenariat avec le CETMEF (qui assure un rôle d'expertise technique et de coordination au niveau national en alimentant la base CANDHIS) et le centre de balisage de Sète de la subdivision Phares et Balises ouest Méditerranée (qui apporte ses compétences et les moyens nécessaires à la mise à la mer des houlographes). Concernant le niveau marin, la DREAL est propriétaire des anciennes mesures marégraphiques, dont les plus vieilles remontent à 1956 sur le site de Sète. Une mission de numérisation de toutes les données papiers en collaboration avec le CETE Méditerranée s'est achevée en juillet 2010. Actuellement, le SHOM est le référent au niveau national pour les mesures de niveau marin. Dans le Golfe du Lion, deux sites (Port-Vendres et Sète) sont équipés de marégraphes numériques depuis 2007. Un partenariat entre la DREAL, le SHOM et le Conseil Général des Pyrénées Orientales permet à la première d'accéder facilement aux données.

Données topo-bathymétriques et sédimentologiques : Le SMNLR avait mis en place dès le début des années 80 un réseau de suivi systématique par profils topo-bathymétriques (2 fois par an sur 200 profils environ, ce qui correspond à un profil par kilomètre). Le matériel utilisé comprenait un sondeur et un théodolite puis un GPS. Les levés de terrain ont eu lieu jusqu'au début des années 2000. La fréquence des levés (2 fois par an) était plus ou moins régulière en fonction des sites, et parfois seule la topographie ou la bathymétrie était relevée par manque de coordination entre les deux équipes. Toutes les anciennes données sont numérisées. En 2003 est venue l'idée d'utiliser un LiDAR bathymétrique pour réaliser un suivi plus complet du littoral. Un test sur 47 km de côte a eu lieu en 2007 sur le Golfe d'Aigues-Mortes dans le cadre du projet européen *Beachmed-e*. Le succès de ce test a permis de réaliser un survol complet du littoral languedocien en 2009 (à l'exception de la côte rocheuse et du devant du port de Sète qui devraient faire l'objet d'un nouveau vol prochainement) dont la DREAL était maître d'ouvrage. La profondeur maximum relevée par LiDAR est de l'ordre de 20 m et la précision d'environ 30 cm, avec un point tous les 5 m. Cette couverture LiDAR bathymétrique fait également partie du programme Litto3D. La couverture LiDAR topographique de Litto3D sur le littoral du Languedoc-Roussillon est en cours, cofinancé par la Région et l'Europe. Une nouvelle campagne LiDAR est envisagée pour l'année 2011, cela permettrait de procéder à une première analyse diachronique de la morphodynamique du littoral. À présent, les levés topo-bathymétriques classiques et les analyses granulométriques sont effectués uniquement pour des suivis spécifiques (e.g. suivi de rechargement de plage dans la

baie d'Aigues-Mortes) et sont en général sous-traités. Enfin, certaines données sont recueillies dans le cadre d'études en partenariat avec les collectivités. Par exemple, la Commune de St Cyprien a mis en place un suivi suite à l'aménagement de la plage Maillol en 2005 ; la DREAL récupère les données.

Évolution du littoral du Golfe du Lion : Il s'agit de suivre les effets des forçages et des aménagements sur la frange côtière. Les données proviennent du suivi longitudinal du trait de côte (défini comme le milieu de la zone de swash) par levés GPS qui ont lieu tous les deux ans environ, ainsi que de photos aériennes verticales (partenariat avec l'IGN et l'IFREMER). Le trait de côte a également été extrait de ces photos aériennes ce qui permet de suivre son évolution historique depuis les années 40 environ. Le suivi du trait de côte à partir d'images satellites est à l'étude. La DREAL procède aussi à un suivi photographique aérien oblique (survol par hélicoptère) qui a lieu une fois par an sur toute la côte (environ 1 000 clichés par vol). Cela donne une illustration du littoral à un instant donné et permet un suivi qualitatif de l'évolution des côtes.

Ouvrages de protection / interventions : Historiquement, le SMNLR réalisait les ouvrages de protection sur le littoral. Le suivi des ouvrages faisait donc partie de leurs missions. Le premier inventaire (papier) des ouvrages de défense contre la mer date de 1988 et couvre les départements de l'Hérault et du Gard. On y trouve la localisation, la date de réalisation, le type d'ouvrage, les caractéristiques techniques, le coût... Le deuxième inventaire a été réalisé 10 ans plus tard en 1998 sur tout le littoral régional cette fois. Le troisième inventaire, achevé en 2010, se présente sous la forme d'une couche SIG (sous MapInfo) associée à une base de données Access. Les ouvrages de défense « naturels » (reconstruction de dunes ou rechargement de plages par exemple) sont également renseignés. L'objectif est de capitaliser et d'organiser les données relatives aux interventions de protection sur le littoral pour en analyser l'efficacité et les coûts.

Tempêtes : Il s'agit ici aussi de capitaliser les données relatives aux événements survenus et de répondre à la commande des Préfets de département dans le cadre de la procédure CATNAT. Des photos aériennes par vol hélicoptère et des photos terrain sont prises après ou pendant les tempêtes. Un recensement et chiffrage des dégâts (historique depuis 1979) est effectué en partenariat avec les DDTM. Enfin, des rapports de synthèse sur les événements (coups de vent, tempêtes...) sont rédigés. Il n'y a pas de levés topographiques du trait de côte ou de profils de plage après tempête.

Le personnel de l'unité Dynamique Sédimentaire et Aléas Côtiers est constitué d'environ 5 personnes.

Système et architecture, stockage et accessibilité

Les données capitalisées par la DREAL sont stockées sur serveur et sont en général incorporées dans un outil SIG afin de faciliter l'organisation des données. Dans certains cas (suivi du trait de côte historique, photos aériennes verticales), les données

sont accessibles en ligne à travers un outil de visualisation cartographique (Cartélie) et la base de métadonnées ADéLie⁷ (système de stockage, de catalogage et de mise à disposition du patrimoine géographique des services de l'équipement au sein du MEEDDM). Pour le trait de côte, elles sont également téléchargeables.

Pour le moment aucune autre donnée n'est renseignée sur ADéLie ou sur une autre base de métadonnées. Cependant, la DREAL étant un acteur majeur reconnu de l'observation du littoral, il n'existe pas de problème de visibilité : les gestionnaires du littoral ou les bureaux d'études savent que les données existent et où elles se trouvent.

Dans le cadre d'une convention avec le SO LTC de l'OSU OREME (voir observatoire précédent), les données de la DREAL vont être archivées et diffusées en ligne dans le cadre du programme SOLLAR.

Communication

Action. L'unité DSAC participe à des colloques et des ateliers. Elle communique sur ses missions auprès du grand public et des élus locaux.

Site internet. Le site de la DREAL sur les aménagements et les risques littoraux explique au grand public ses missions d'observation et de suivi sur la frange côtière : http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=414. Des redirections vers la visualisation des données trait de côte et photos aériennes sont présentes.

Actions de gestion du trait de côte postérieures à la création de l'observatoire

Le littoral du Golfe du Lion étant particulièrement vulnérable à l'érosion, de nombreuses actions de gestion du trait de côte ont vu le jour, plus souples que les classiques missions de durcissement du trait de côte et dans l'esprit de la GIZC : opération d'aménagement du lido de Sète à Marseillan avec recul stratégique de la route, opération de rechargement du Golfe d'Aigues-Mortes, aménagement du littoral de Valras et Vendres...

4.3.2.2 PACA

- **Observatoires de type 1**

Conseils Généraux

Les Conseils Généraux des trois départements littoraux de la région PACA ont lancé des appels d'offre ces 4 dernières années sur l'étude de l'évolution du trait de côte

⁷ En accord avec le cadre commun d'interopérabilité de l'Administration, ADéLie respecte la norme ISO 19115 pour les métadonnées et est capable d'importer et d'exporter des fiches de métadonnées au format XML conforme à la norme ISO 19139.

historique. Le Conseil Régional a cofinancé ces 3 études. Elles constituent un état des lieux de l'évolution du trait de côte en région PACA à partir de données existantes.

Dans le département du Var, l'étude a été menée par IN VIVO et s'est achevée en novembre 2004 (IN VIVO 2004). L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a participé au financement du projet. L'objectif de l'étude était d'établir un diagnostic de l'évolution du trait de côte à l'échelle du département et de fournir un outil d'aide à la décision et à la gestion à la DEER (Direction de l'Environnement et de l'Équipement Rural) du Conseil Général. Cela s'est traduit par la réalisation d'une synthèse bibliographique des données existantes et d'une analyse de l'évolution du trait de côte de 1950 à nos jours à partir de 3 campagnes de photographies aériennes de l'IGN (1950, 1970, 1998). 13 sites sensibles répartis uniformément le long du linéaire côtier du département ont été choisis pour mener l'étude. L'outil SIG d'aide à la décision a été créé sous ArcView3.2. L'étude a permis de faire un point sur la situation et l'évolution du trait de côte à un instant T, mais elle conclut sur la nécessité de mener des campagnes de suivi du trait de côte pour pouvoir améliorer les connaissances sur les sites sensibles et fonder une réflexion globale pour l'aménagement et la gestion du littoral varois. Aucun suivi sur le terrain n'est prévu pour le moment.

Pour le département des Alpes-Maritimes, c'est le bureau d'études BCEOM qui a conduit l'étude sur l'évolution du trait de côte du littoral des Alpes-Maritimes qui s'est achevée en février 2007 (BCEOM 2007). En plus de la Région, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a également participé au financement de cette étude. L'objectif était de créer un outil d'aide à la décision à destination des élus et des gestionnaires afin de favoriser une politique de gestion du littoral globale et cohérente. Le diagnostic de la situation actuelle s'est basé sur l'analyse de 8 campagnes de photographies aériennes de l'IGN (1950, 1965, 1974, 1983, 1990, 1994, 1998 et 2004) et a conduit à l'élaboration d'une cartographie des zones littorales à risque en fonction des aléas (submersion et érosion) et des enjeux. Enfin, l'outil évolutif d'aide à la décision présenté sous forme de SIG sous MapInfo a été créé avec l'ambition d'être un point de départ d'un programme de suivi et d'observation de l'évolution du littoral du département des Alpes Maritimes. Les études et données détenues par les communes sont en cours d'acquisition dans le SIG. Aucun suivi sur le terrain n'est prévu pour le moment.

Le bureau d'études SAFEGE a réalisé l'étude sur l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine qui s'est achevée fin 2009. L'objectif était d'améliorer la connaissance et la compréhension des phénomènes d'érosion et de submersion marine et de créer un outil d'aide à la décision en termes d'aménagement du littoral global et évolutif (SAFEGE 2008). La démarche a été coordonnée avec le CRIGE-PACA. La zone d'étude couvrait l'ensemble du littoral du département, en partant du phare de l'Espiguette à l'Ouest jusqu'à la baie de la Ciotat à l'Est, ainsi que le pourtour de l'étang de Berre. Tout comme l'étude de BCEOM sur le littoral des Alpes Maritimes, l'évaluation de l'évolution du trait de côte s'est basée sur la comparaison de photographies aériennes (1920, 1935, 1940, 1950, 1977, 1990, 1998, 2003). Les secteurs les plus problématiques ont été identifiés et une proposition d'un réseau de suivi de l'évolution du trait de côte (entre 15 et 20 stations) a été formulée,

mais aucune suite n'a pour le moment été donnée par manque de crédits. Les données ont été incorporées dans un SIG mis à disposition des communes.

Les données et résultats des trois études ont été mis en ligne dans la base de données régionale du CRIGE-PACA.

BRGM

Dans le cadre du 4^{ème} CPER « Risques Naturels et Nuisances Action : Données, informations, évaluation sur les risques naturels », le Service Géologique Régional PACA du BRGM a réalisé une étude en trois phases (de 2004 à 2008) pour le compte de l'ex DIREN et de la Région sur la stabilité des falaises côtières de la région PACA. 4/5^{ème} du littoral de la région PACA est constitué de côtes rocheuses et l'ensemble des falaises montre des indices d'instabilités liés à l'érosion plus ou moins forte selon les secteurs et à une géologie très variée. Ceci souligne l'importance de qualifier le risque d'instabilités de falaises, et de le cartographier.

La première année a consisté à faire l'état des lieux et des connaissances à partir d'études sur le terrain (une centaine de sites étudiés). Cela a permis de définir une typologie des instabilités en fonction de la lithologie, de la structure et de la morphologie des falaises côtières pour aboutir à une qualification de l'aléa (fort, moyen, faible, nul à faible) à l'échelle 1/100 000. Un outil SIG a également été créé dans ce but pendant cette première année (Marçot et Mathon, 2004).

La deuxième année a consisté à faire un inventaire des enjeux sur le littoral de la région PACA, à évaluer les dommages possibles vis-à-vis de chacun de ces enjeux et à hiérarchiser le risque instabilité de falaises (Marçot, 2006).

Enfin, lors de la troisième année, des propositions d'aménagements ont été analysées sur une sélection de 4 sites représentatifs du littoral à falaise de la région PACA, en termes d'instabilités de terrain. Sur l'un d'entre eux (Carry-le-Rouet), une analyse diachronique sur base de photographies (1970 et 2007) et l'utilisation d'un scan laser restituant la topographie du plan de falaise avec une précision centimétrique (deux levés, en octobre 2007 et avril 2008) ont permis d'évaluer finement l'amplitude de l'érosion sur une courte période. Une méthode de gestion du risque à l'échelle de la commune a finalement été proposée (Marçot et Azibi, 2008).

- **Observatoire de type 2**

CEREGE

Le CEREGE effectue des levés de terrain dans le cadre universitaire, c'est-à-dire lors de thèses ou de stages. Par exemple, François Sabatier a étudié l'état géomorphologique des plages allant de la pointe de l'Espiguette à l'embouchure du Grand Rhône. Il a également établi une typologie de l'état des cordons dunaires et a mis en évidence l'évolution historique du trait de côte par photo-interprétation, numérisation de cartes anciennes et suivis au DGPS (Sabatier, 1997 et 2001). Une autre thèse a consisté à étudier l'efficacité des méthodes de stabilisation du trait de

côte par drainage de la zone phréatique de plage (Lambert, 2006). Deux plages du Var équipées du système « Ecoplage » ont été étudiées.

Par ailleurs, le CEREGE a lancé en 2008 une campagne de recensement des études et données existantes sur l'érosion du littoral à l'échelle régionale PACA, afin de renseigner une base de métadonnées respectant la norme ISO 19115. Des étudiants en Master se sont chargés de l'enquête auprès des différents acteurs (DDE, communes littorales, bureaux d'études) (Hanot, 2008).

- **Observatoires de type 3**

Salins du Midi

Un suivi du trait de côte est effectué tous les mois ou tous les 3 mois depuis plusieurs dizaines d'années sur deux sites (Salin-de-Giraud et Aigues-Mortes), représentant environ 30 km de plage. La motivation pour un tel suivi provient d'une problématique d'érosion et de perte de terrain de production. L'évolution du trait de côte est déterminée en mesurant la distance (à la roulette) séparant la limite de l'eau d'un repère fixe situé en retrait de la plage. Les repères ne sont pas géoréférencés, les mesures sont donc valables uniquement pour des comparaisons relatives entre elles. Le stockage des données s'effectue sur fichier excel. Aucune analyse de ces données n'est réalisée. Un levé bathymétrique (par sondeur monofaisceau) a également été réalisé récemment.

Réserve Nationale de Camargue

La Réserve Nationale de Camargue réalise un suivi de l'évolution du trait de côte depuis le milieu des années 1980. Elle est financée par l'Etat (via la DREAL). La démarche fait suite à la tempête de novembre 1982 qui avait entraîné la destruction de nombreuses dunes. Après quelques temps, la reconstruction naturelle n'étant pas suffisante, une politique de protection des dunes par la mise en place de ganivelles a été décidée en partenariat avec l'ONF associé à un programme de suivi du trait de côte. La zone étudiée s'étend des Saintes-Marie-de-la-Mer jusqu'à Beauduc. Les levés de terrain ont lieu une fois par an environ, en temps calme l'été. Des levés longitudinaux du trait de côte (défini comme la limite terre/mer au moment du levé) au GPS (précision plurimétrique) ainsi que des profils de plage et de dunes sont effectués dans le but de suivre l'évolution à long terme du littoral de la réserve et l'efficacité des ouvrages de protection de dunes mis en place depuis. Dès 1986, 5 profils topographiques (Comtesse, Gacholle, Douanes, Longue Montille et Montille de Charles) traversant dunes et plages ont été matérialisés et sont annuellement suivis au moyen d'un niveau d'ingénieur (LEICA NA 28). Les cotes (NGF) sont relevées tous les mètres dans la dune et tous les 10 mètres sur la plage. Les profils sont géoréférencés et intégrés dans un outil SIG interne (GéoConcept). Parallèlement aux levés de terrain, la Réserve acquiert tous les 5 ans les orthophotographies de la BD ORTHO de l'IGN. Une délimitation du trait de côte est ainsi également effectuée à une échelle de temps plus longue. Enfin, la numérisation du cadastre napoléonien vient d'être achevée en 2010. Toutes les parcelles ont été reprises, numérisées et superposées à la BD ORTHO. Cela permet d'avoir une vision de la Camargue avant la construction des

premières digues (le cadastre date de 1823) avec une position historique de référence du trait de côte.

Les rapports annuels scientifiques sont disponibles en ligne sur le site de la réserve (<http://www.reserve-camargue.org/>). Les données sont publiques et disponibles.

4.3.2.3 Corse

- **Observatoire de type 4**

Réseau d'Observation du Littoral de la Corse (ROL)

Historique

En 1999, dans le cadre des accords entre l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC) et le BRGM, un Réseau d'Observation du Littoral (ROL) de la Corse a été mis en place afin de mieux comprendre l'évolution du trait de côte et de proposer des plans de gestion du littoral. La création du ROL fait suite au constat que de nombreuses plages sableuses du littoral corse subissent des variations interannuelles et intra annuelles significatives et qu'il serait avisé de suivre ces évolutions dans un contexte géographique aux enjeux touristiques croissants. Ce constat fait partie des résultats des études menées par le BRGM et cofinancées par l'OEC sur l'évolution du trait de côte historique et basées sur l'utilisation et l'interprétation de cartes et photographies aériennes de l'IGN (Oliveros *et al.*, 1997 ; Delpont *et al.*, 1998 ; Oliveros et Delpont, 1999).

Le ROL a un triple objectif :

- apprécier les évolutions du littoral et comparer les situations ;
- fournir des éléments de prise de décision aux aménageurs régionaux ;
- fournir des bases techniques de prédiction (modélisation).

Financement

Entre 1999 et 2001, le ROL était financé par l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC), le Conseil Général de la Haute-Corse et le BRGM. À partir de 2002, dans le cadre du CPER, le ROL est financé par l'Office de l'Environnement de la Corse, la Direction Régionale de l'Équipement de la Corse et le BRGM. Depuis 2007, le financement du ROL est assuré par l'Office de l'Environnement de la Corse, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et le BRGM.

Acteurs

Le Service Géologique Régional Corse du BRGM est l'opérateur du ROL.

Extension géographique

Le réseau intègre à la fois des sites témoins représentatifs des évolutions régionales naturelles (i.e. sans intervention humaine), des sites à évolution critique ponctuelle et des sites économiquement sensibles ou soumis à l'impact d'aménagements. Il n'y a pas de veille générale sur l'ensemble du littoral Corse. Quinze sites sont actuellement suivis ce qui correspond à environ 45 km de côte (Balouin *et al.*, 2009, voir Figure 20) :

SITE	Profil de plage (Nbre)	Trait de côte (en km)	DPT	OBSERVATIONS
<i>SITES REGIONAUX</i>				
Taravo et Tenutella	2		2A	Sable et galets
Galeria	2		2B	Sable et galets
Aregno	2		2B	Hydrodynamique
Balistra	2	1 km	2A	Flèche sableuse
Alistro	2	8 km	2B	Littoral sableux
Etang de Palu	2	3 km	2B	Cordon lagunaire
Lido de la Marana	2	16 km	2B	Cordon lagunaire
<i>SITES SENSIBLES</i>				
Campoloro – Nord	2	5 km	2B	Blocage de transit
Sud	2	2 km		
Calvi	2		2B	Aménagement
Santa-Giulia	2	2 km	2A	Impact et aménagement
Sagone	3	1 km	2A	Impact érosion
Portigliolo (Capu Laurosu)	2	3 km	2A	Impact érosion
Tavignano	3	4 km	2B	Impact érosion
Porticciolo	3	< 1 km	2B	Impact érosion

Tableau 3 : Caractéristiques du ROL en 2008 (tableau issu de Balouin *et al.*, 2009).

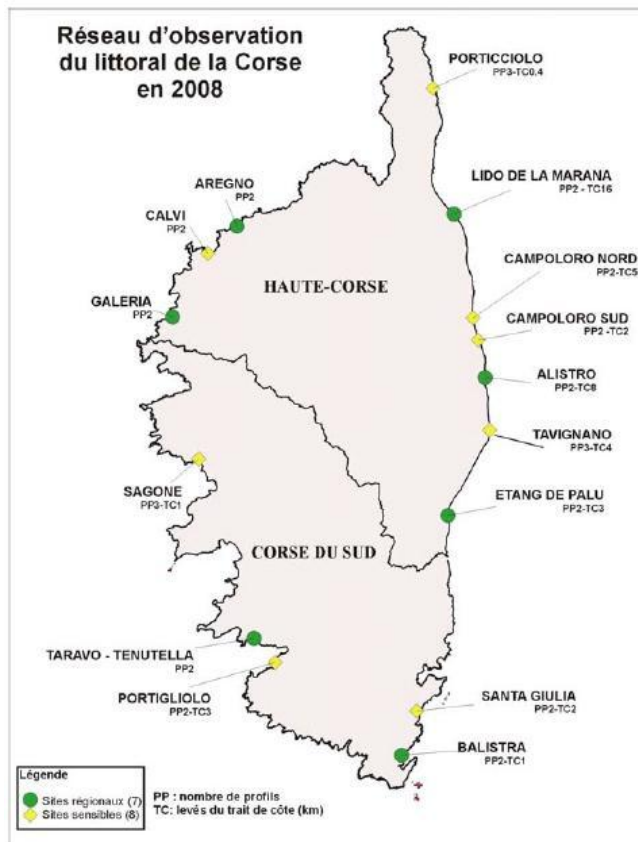


Figure 20 : Le réseau d'observatoire du littoral de la Corse en 2008 (illustration issue de Balouin et al., 2009)

Données

Actuellement, les seules données récoltées par le ROL sont des levés DGPS longitudinaux du trait de côte ainsi que des profils de plage transversaux. Ces mesures ont lieu environ une fois par an pour chaque site.

En 2006, une campagne d'acquisition LiDAR a abouti à un levé tridimensionnel très précis sur le lido de la Marana. Une autre a été réalisée en mars 2010 sur l'ensemble de la plaine orientale, dans le cadre d'une étude sur l'aléa submersion et la réalisation d'un atlas hydrodynamique pour le compte de l'État.

Système et architecture

Les données récoltées (position du trait de côte et des profils de plage, bathymétrie) sont géoréférencées et stockées sur serveur. Le ROL se veut un outil de mutualisation et d'organisation de l'information ; à ce titre, un SIG local a été créé sous MapInfo et les données sont intégrées dans le SIL BOSCO (Balouin et al., 2007).

Communication

Le ROL est un outil au service des décideurs et aménageurs du territoire. Les résultats et recommandations du ROL visent donc en premier lieu ces acteurs du littoral. Cependant, les données sont publiques et à disposition d'une plus large audience.

En 2011, il devrait y avoir création d'un portail internet ce qui améliorera la visibilité du ROL et de ses missions et facilitera l'accès aux données ainsi qu'aux recommandations et analyses des experts du réseau.

Pour le moment, les résultats et analyses du ROL ne sont disponibles que sous la forme d'un rapport public annuel d'activités. La visibilité du réseau est donc faible.

4.4 LES OBSERVATOIRES DANS LES DOM

4.4.1 Océan indien

4.4.1.1 La Réunion

- **Observatoires de type 3**

L'ex Laboratoire des Sciences de la Terre de l'Université de la Réunion (LSTUR) (désormais Laboratoire GéoSciences Réunion)

En 1979, il fut mis en place à la Réunion le nettoyage mécanique des estrans coralliens pour répondre à la fréquentation accrue des plages. Les détritiques domestiques étaient ainsi retirés avec en même temps, de façon inévitable, des débris et blocs coralliens. Suite à une étude commandée par la DDE Réunion en 1987, il a été mis en évidence l'impact négatif des opérations de nettoyage mécanique sur l'érosion des plages (1,5 cm d'épaisseur de matériaux coralliens étaient retirés sur 20 hectares chaque année) ; cette technique fut abandonnée en 1988 (Aubié, 2002). La réflexion sur l'érosion des plages coralliennes s'est poursuivie et de 1992 à 1994, à la demande de la Cellule Locale pour l'Environnement (CLOE), le LSTUR s'est engagé sur un plan de suivi et d'étude des plages à vocation touristique avec pour but de rechercher des solutions de nettoyage qui ne menacent pas leur pérennité. Des mesures de profils de plage (27 profils sur les plages à l'Ouest de l'île) le long de radiales témoins ont ainsi été effectuées selon une fréquence mensuelle à bimensuelle ce qui a permis de quantifier pour la première fois l'évolution dans le temps des apports et des départs de sédiments (Troadec et Mespoulhe, 1994). La méthode employée consiste à mesurer le dénivelé d'une plage le long d'une radiale de direction connue et perpendiculaire à la ligne de rivage à partir d'un point de référence fixe géoréférencé (marche d'escalier, sommet d'un mur), par visées successives entre deux piques distantes d'un mètre. La précision en altitude de cet outil est inférieure au centimètre. À l'issue de l'étude, il a été recommandé notamment de nettoyer manuellement les plages et de revégétaliser les hauts de plage pour retenir les sédiments.

En 1997, l'Association Parc Marin (APM) est créée. Elle se positionne comme l'interlocutrice principale sur les problématiques du littoral de la Réunion et est à l'origine de la reprise des suivis topographiques des plages coralliennes de 1998 à 2001 qu'elle confie au LSTUR (Troader *et al.*, 2002). Il s'agissait de vérifier si l'érosion des plages se poursuivait ou si les méthodes de nettoyage préconisées et les mesures de protection recommandées lors de l'étude précédente (Troader et Mespoulhe 1994) avaient permis de maîtriser le phénomène érosif. Quarante radiales ont été suivies pour cette étude, de Cap Champagne à Grande Anse, avec l'ajout de nouvelles plages par rapport à l'étude de 1994 et un minimum de 2 levés annuels afin d'encadrer les deux régimes de houle dominants à la Réunion (hiver austral de mai à octobre caractérisé par des houles australes, été austral de novembre à avril caractérisé par des houles d'alizés et des houles cycloniques). Là où des mesures de protection avaient été prises suite à la première étude de 1994 (délimitation du stationnement des voitures, végétalisation des hautes et arrière-plages, l'entassement des débris de coraux à la limite du sable ou de leur enfouissement), le bilan est plutôt encourageant. Mais près de 50 % des profils étudiés présentent des bilans sédimentaires négatifs.

Depuis la fin de l'étude 1998-2001, le LSTUR a continué à suivre les plages coralliennes de l'Ouest de l'île à raison d'au moins 2 levés annuels par profil jusqu'en 2005. Le suivi est en effet fonction des programmes de recherche du laboratoire (présence ou non d'étudiants en thèse sur ce sujet). Actuellement, une étudiante débute un doctorat sur l'évolution des flux à l'interface terre-mer. Par conséquent, les levés de terrain ont repris en 2010.

Les données récoltées ne sont pas disponibles a priori ni visibles. Aucune base de métadonnées n'est renseignée.

À noter également que le laboratoire travaille actuellement sur la réalisation d'un fascicule d'éducation de la population riveraine littorale afin d'expliquer, renseigner et informer sur les risques liés à l'érosion des plages.

BRGM

Trois études s'inscrivant dans un programme d'étude des grands cônes alluvionnaires de l'île ont été effectuées à La Réunion par le BRGM en 1998 (cofinancée par le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, la Région Réunion et le BRGM), 1999 et 2000 (cofinancées par la Région Réunion et le BRGM) (Aubié et Oliveros, 1999 ; Aubié *et al.*, 2001a ; Aubié *et al.*, 2001b). L'objectif était d'évaluer l'évolution du trait de côte de trois embouchures de l'île. L'utilisation de photographies aériennes IGN ont permis de cartographier l'évolution du trait de côte de 1950 à 1997. La morphologie côtière a également été analysée grâce à des observations sur le terrain et au traitement des photographies aériennes. Des cartes marines du SHOM ont fourni la bathymétrie des fonds sur les zones d'étude.

En 2002, la DIREN et le Conseil Régional ont exprimé des besoins en matière de gestion et de suivi du littoral réunionnais et plus particulièrement des plages coralliennes. Le BRGM, en collaboration avec le LSTUR (Laboratoire des Sciences de la Terre de l'Université de la Réunion) et GDARGO (Groupe pour le Développement

d'Applications et la Recherche en Géologie et en Océanographie) de l'Université de Perpignan, a réalisé une étude (cofinancée par la DIREN, le Conseil Régional et le BRGM) à caractère méthodologique portant sur la vulnérabilité des plages coralliennes à l'érosion, comprenant l'acquisition de données sédimentaires de base (Aubié 2002). Différentes interventions ont eu lieu :

- sur l'ensemble des plages coralliennes (environ 27 km sur 4 sites : du Cap de la Houssaye à la Passe des Trois Bassins, Saint-Leu, Étang-Salé, Saint-Pierre) :
 - une campagne de mesures topographiques effectuée par le cabinet Talibart au tachéomètre (levés réalisés entre la plage aérienne et la limite du platier corallien. Un point tous les 50 m le long de profils espacés de 100 m les uns des autres),
 - une étude morphologique des plages situées à l'arrière des formations récifales, effectuée par le BRGM. Une cartographie des plages récifales (format A0 au 1/5 000) a ainsi été réalisée pour déterminer les zones en érosion, en accrétion et stables. La position de la ligne de rivage s'est faite à l'aide d'un GPS (précision inférieure à 3 m) pour les linéaires sableux, et grâce aux ortho-photographies de l'IGN de 1997 pour les linéaires rocheux. En plus de la position de la ligne de rivage, d'autres indicateurs ont été pris en compte pour caractériser l'état des plages tels que la morphologie, la granulométrie et la composition lithologique des sédiments, la limite de couverture végétale, la présence d'ouvrages de protection et autres aménagements de bord de mer,
 - poursuite du suivi des profils de plage (40 radiales) effectué par le LSTUR. Ces radiales, réparties sur les 27 km de côte étudiés, sont suivis par le LSTUR depuis 1992. Les derniers relevés en date dans le cadre de cette étude remontent à juillet 2002. La méthodologie employée (voir § LSTUR) permet de calculer des bilans sédimentaires le long des profils et ainsi de caractériser la morphodynamique locale pendant une période de temps bien précise (comparaison saisonnière avec les mesures d'octobre et décembre 2001, février et juillet 2002 ; comparaison pluriannuelle entre les levés de juillet 1998 et juillet 2002) ;
- sur le lagon de Saint-Gilles (site pilote, linéaire de 5 km environ) :
 - une campagne de mesures de géophysique marine effectuée par GDARGO (2 systèmes sismiques ont été mis en œuvre du fait de l'hétérogénéité du milieu récifal : le « *mini-sparker* » pour obtenir une pénétration permettant de toucher la base des dépôts meubles et le « *boomer* » pour essayer d'avoir une résolution maximale dans les parties superficielles). Trente transects répartis perpendiculairement et parallèlement au rivage ont été réalisés,
 - une synthèse des données existantes par le LSTUR s'intéressant à l'évolution sédimentaire de la région de l'Hermitage à deux époques différentes (avant 1980 et après 1980).

Parmi les conclusions de l'étude, il est mentionné la nécessité d'améliorer les systèmes d'observation du milieu, en promouvant les mesures aériennes et spatiales, utiles pour la cartographie et qui peuvent également renseigner sur la qualité du milieu. La poursuite d'un suivi régulier des profils de plage et des paramètres physiques (e.g. température et salinité de l'eau -dans le lagon-) et hydrodynamiques (e.g. l'amplitude, la direction et la période de la houle) contribue également à l'amélioration de la connaissance du milieu.

Dans le but de réaliser un état des lieux général de la morphodynamique des littoraux de la Réunion (stabilité, érosion, engraissement), une étude, cofinancée par la DIREN, la Région Réunion et le BRGM (dotation service public), a été réalisée par le BRGM en 2004 (De La Torre, 2004). Elle a consisté à faire la synthèse des types de côtes de la Réunion (250 km de linéaire côtier) et de leur fonctionnement morphodynamique, et à identifier les sites les plus sensibles à l'érosion côtière. Une cartographie des systèmes côtiers et leurs tendances d'évolution à l'échelle 1/50 000 a ainsi été établie, avec un catalogue de « fiches-terrain » qui en découle⁸. L'ensemble des informations a été compilé dans un SIG⁹ et une base de données associée permettant aisément leur mise à jour.

Suite à cet état des lieux, une estimation quantitative de la morphodynamique du littoral réunionnais a été réalisée en 2006 par le BRGM (De La Torre *et al.*, 2006) à travers la mise en place d'un réseau de suivi des sites identifiés comme sensibles lors de la première étude. Lors de la deuxième phase, l'analyse de photographies aériennes provenant de campagnes de l'IGN en 1978, 1997 et 2003, a permis de mesurer les variations constatées du trait de côte sur les 14 sites identifiés comme sensibles avec une précision d'environ 10 m due aux incertitudes elles-mêmes liées à la qualité variable des clichés et des orthorectifications suivant les dates, ainsi qu'à l'interprétation parfois subjective du trait de côte. En effet, la grande diversité des littoraux réunionnais a eu pour conséquence de multiples définitions du trait de côte en fonction des sites étudiés et des problématiques locales (recul d'une falaise, érosion d'une plage, d'un cordon de galets) : partie haute du versant pour les falaises et micro-falaises, le haut de plage ou de cordon de galets (limite de végétation ou d'aménagements), la limite du jet de rive dans les cas où les conditions de mer sont comparables (ce qui dépend surtout de l'action des vagues compte tenu du faible marnage -0,5 m-).

Des levés de terrain au DGPS centimétrique ont également été effectués : un réseau de profils a été créé en janvier 2006 sur les plages et cordons de galets, à raison d'un profil par site. Ces levés topographiques (profils transversaux) ont été prolongés en mer par des levés bathymétriques (précision d'environ 10 cm en altitude) afin d'observer le devenir des sédiments en mer. Des levés longitudinaux du trait de côte ont également été réalisés.

Le réseau d'observation mis en place à la Réunion perdure puisqu'une troisième phase a été réalisée en 2009 (cofinancée par la DDE, la Région Réunion et la dotation de service public du BRGM) (Blangy *et al.*, 2009). Elle a consisté à poursuivre les observations précédentes (analyse des variations du trait de côte à partir de photographies aériennes et de levés topo-bathymétriques) dans une démarche de

⁸ Les « fiches-terrain » ont été créées pour chaque portion de côte estimée homogène (falaises, cordons de galets, plages) ou faisant partie d'une même entité (cellule hydro-sédimentaire délimitée par deux caps rocheux mais renfermant plusieurs types de côtes).

⁹ Les observations de terrain ont été numérisées et géoréférencées au format MapInfo (3 couches d'information géographique : typologie des systèmes côtiers, tendances d'évolution du littoral, portion de côtes reprises dans les fiches-terrain).

meilleure compréhension des phénomènes d'érosion et de recommandations de gestion des sites sensibles du réseau¹⁰ (Figure 21).

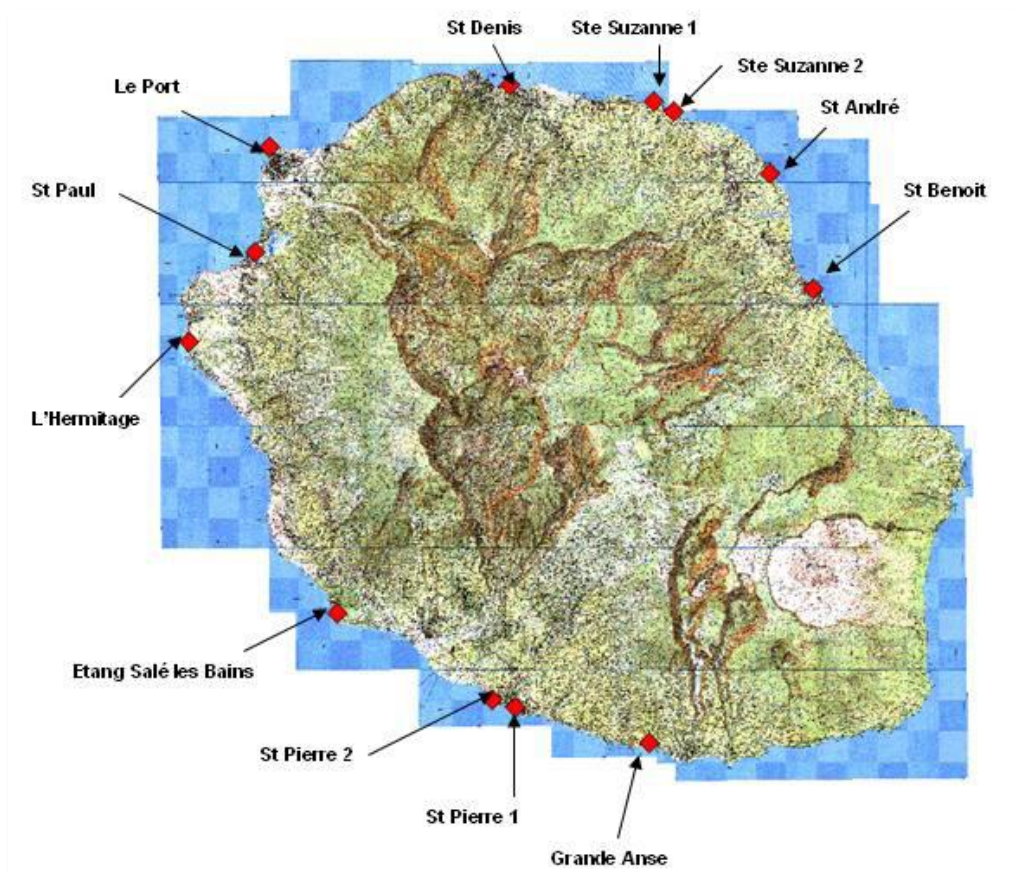


Figure 21 : Localisation des 12 sites (fond de carte IGN) - illustration tirée de Blangy et al., 2009.

Le réseau d'observation mis en place par le BRGM n'a pour l'instant pas de structure formelle ni de financement pluriannuel et n'est pas visible de l'extérieur (pas de site internet ni de base de métadonnées interoperable notamment). Il est cependant bien implanté et un projet d'évolution du réseau en un Observatoire de la Mer par le Conseil Régional est à l'étude. Cela permettrait d'assurer la pérennité de la structure. Le suivi se poursuit actuellement avec une quatrième phase qui devrait s'achever en 2011, avec notamment l'utilisation des données Litto3D et la BD ORTHO 2008 pour caractériser avec plus de détails la morphologie des sites sensibles.

¹⁰ 12 sites constituent le réseau. Trois des 14 sites identifiés lors des 2 première phases n'ont pas montré d'évolution à court terme et posaient des problèmes techniques pour les mesures de terrain, le suivi n'a donc pas été reconduit dans ces zones. Un nouveau site a cependant été ajouté au réseau suite aux dégâts provoqués par le cyclone Gamède sur le littoral de la baie de Saint-Paul.

4.4.1.2 Mayotte

- **Observatoire de type 2**

BRGM

Deux missions du BRGM, sensiblement similaires aux deux premières études faites à la Réunion, ont permis de dresser un état des lieux de la situation morphodynamique du littoral mahorais et de quantifier les processus d'érosion côtière. Le projet fut cofinancé par la Collectivité Départementale de Mayotte et par la dotation de service public du BRGM. La première phase s'est déroulée en 2003 (De la Torre et Aubié, 2003) et a donc consisté à faire l'état des lieux de la morphodynamique des côtes mahoraises. Il s'agit d'un « état zéro » indispensable à la mise en place d'un suivi du littoral. Une cartographie de la typologie côtière à l'échelle 1/25 000 a été réalisée, avec un catalogue de « fiches-terrain » associé. Les observations de terrain sont numérisées et compilées au format MapInfo dans un souci de compatibilité avec le SIG inter-administratif de Mayotte.

La deuxième phase s'est déroulée en 2005-2006 et a consisté à estimer quantitativement les processus morphodynamiques sur 10 sites sensibles observés en phase 1 (De La Torre *et al.*, 2006, voir Figure 22). Le BRGM s'est alors associé avec l'ex-laboratoire GEODAL (désormais LOG) de l'Université du Littoral-Côte d'Opale. La variation « historique » récente du trait de côte a été calculée entre 1949 et 2003 grâce au traitement de photographies aériennes (précision d'environ 10 m pour les mêmes raisons évoquées dans le cas de la Réunion). Les clichés IGN utilisés sont issus des campagnes 1949, 1969, 1989, 1997, 2003. Comme à la Réunion, la définition du trait de côte a posé des problèmes. Compte tenu de la diversité des littoraux mahorais, le trait de côte a été défini pour chaque site en fonction de la problématique locale (recul d'une falaise, migration d'une mangrove, érosion d'une plage, évolution des aménagements). Ainsi, les définitions utilisées ont été : sommet de falaise, haut de plage (limite de végétation), front de la mangrove, limite des aménagements. Un réseau de profils topo-bathymétriques (parties aérienne et sous-marine) a également été établi à raison de 1 à 3 profils par site en fonction de leurs caractéristiques morphologiques et dynamiques.

Ce réseau permet l'observation de la dynamique sédimentaire actuelle. GEODAL a fourni le matériel et le personnel nécessaire. Les levés ont eu lieu en septembre 2005 et février 2006, afin de caractériser la variabilité saisonnière (saison sèche/saison humide). Il n'a pas été possible d'utiliser un GPS différentiel à cause de problèmes de liaison radio ; un tachéomètre laser a été utilisé à la place. À partir des résultats, des recommandations de gestion des sites ont été formulées, l'accent portant sur l'utilisation de techniques douces comme la revégétalisation.

Les données ne sont pas visibles car il n'y a pas pour le moment de véritable gestion des métadonnées.

Depuis 2006, aucun suivi n'a été effectué à Mayotte, principalement par manque de financement. Un projet est cependant en cours pour créer un véritable Observatoire du

littoral de Mayotte avec un financement sur 3 ans et dont les partenaires seraient l'État, le Conseil Général, le Parc Naturel Marin de Mayotte et le BRGM comme maître d'œuvre. Cette évolution devrait assurer la pérennité et la régularité qui fait défaut actuellement dans les mesures ainsi qu'une meilleure cohérence dans le champ d'applications qui en découlent.

À des fins de vulgarisation, des guides de gestion de l'érosion côtière de Mayotte (De la Torre, 2008) et de La Réunion (en cours) sont rédigés à destination des gestionnaires et ont vocation à être distribués dans les mairies. La connaissance de la dynamique côtière apportée par ces réseaux de suivi permet en outre de réaliser des expertises ponctuelles sur d'autres sites, voire une assistance à maîtrise d'ouvrage dans le cas de projets d'aménagements plus conséquents comme pour le front de mer de la ville de Saint-Paul à La Réunion (Blangy, 2009).

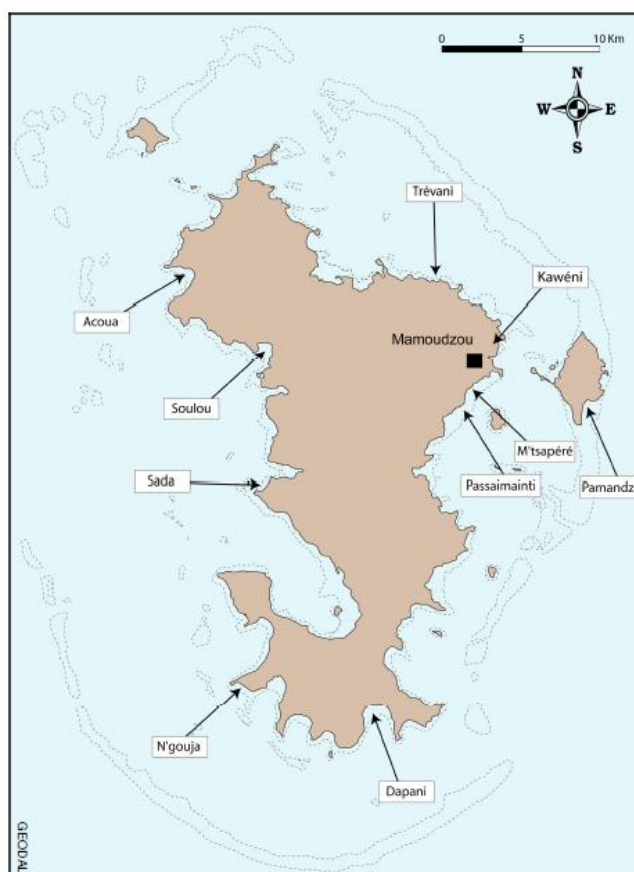


Figure 22 : Localisation des sites constituant le réseau de suivi du littoral mahorais (illustration issue de De la Torre et al., 2006)

4.4.2 Atlantique-Caraïbes

4.4.2.1 Guyane

- **Observatoire de type 1**

BRGM

Dans le but de mettre en place une base de données numériques et cartographiques du littoral de la Guyane, l'ex-DDE (Service Maritime Fluvial et Aéroportuaire, subdivision maritime) a établi une convention avec le BRGM (Service Géologique Régional de Guyane) en 1997 (Allard, 1997). La base numérique recense la position du rivage à différentes dates et permet ainsi une visualisation cartographique de l'évolution du trait de côte¹¹ et de la position des bancs de vase. L'étude a été financée à moitié par la dotation Service Public du BRGM et à moitié par la DDE Guyane. Elle a consisté à numériser le trait de côte de la Guyane (environ 300 km de côte entre l'embouchure de l'Oyapock et celle du Maroni) à 4 années différentes entre 1950 et 1994 à partir des missions de photographies aériennes de l'IGN (1950, 1976, 1987, 1994). La référence géographique a été établie à partir de la carte IGN au 1/50 000 de la Guyane, elle-même réalisée à partir de la mission photographique de 1987. Cette étude a mis en évidence des variations spectaculaires du trait de côte allant jusqu'à 5 km en 50 ans dans les zones à forte mobilité qu'elle soit causée par de l'engraissement ou de l'érosion.

En 2000, le BRGM a réalisé une étude (cofinancée par l'ex-DDE Guyane et le BRGM) visant à établir une cartographie des aléas « évolution du trait de côte » et « submersion marine » sur l'Île-de-Cayenne (territoire des 3 communes de Cayenne, Rémire-Montjoly et Matoury) (BRGM, 2000). L'étude avait pour but de permettre l'élaboration du PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) de l'Île-de-Cayenne, prescrit par l'Etat, et de servir de support pour la réalisation par le service instructeur du plan de zonage réglementaire. Elle s'est appuyée sur l'ensemble des données techniques disponibles auprès de différents organismes (BRGM, DDE Service Maritime, Météo France, Services techniques municipaux, SHOM...) ainsi que sur des revues de presse, les témoignages et les documents historiques. L'évolution récente du littoral a été appréhendée à partir de cartes topographiques (anciennes et récentes) issues des missions de photographies aériennes (années 1946, 68, 87, 92, 98) effectuées par l'IGN principalement. Il faut noter aussi la difficulté pour définir le trait de côte dans un contexte de dynamique côtière en évolution rapide comme c'est le cas en Guyane. La définition retenue dans le cadre de cette étude a été le trait de côte « permanent » ou classique, c'est-à-dire la limite entre le domaine continental supratidal et le domaine marin littoral (eaux libres ou estran à mangroves).

¹¹ Pour cette étude, le trait de côte est la limite de végétation, ou la limite nette de la côte (i.e. lorsque la limite terre/mer est identifiable). Dans tous les cas il s'agit de la limite « eau ». Cette limite est très variable du fait des cycles érosion-engraissement auxquels est soumis le littoral guyanais.

- **Observatoires de type 2**

LOG

Le personnel du Laboratoire Océanographie et Géosciences de l'Université du Littoral Côte d'Opale réalise des travaux de recherche sur la morphodynamique du littoral guyanais depuis la fin des années 1990 (avant la création du LOG). Le but de ces recherches est de comprendre le fonctionnement naturel du milieu physique et l'impact du régime des forçages sur l'écosystème côtier (i.e. comprendre le régime des bancs vaseux et déterminer les processus responsables de la consolidation de la vase et sa colonisation par la mangrove). Deux approches sont envisagées, l'une régionale à l'échelle du littoral guyanais et l'autre plus locale sur des sites chantiers. Les données utilisées pour l'approche régionale sont des photographies aériennes géoréférencées et orthorectifiées datant pour les plus anciennes de 1950, et des images satellites (SPOT ou Landsat) depuis 2006.

L'évolution du trait de côte, défini comme la limite de la mangrove, et la dynamique des bancs de vase peuvent ainsi être appréhendées de manière globale et sur une échelle de temps longue. L'approche locale consiste à étudier plus en détails certains sites (Kourou depuis 2003, Kaw, Sinnamary), avec des campagnes de mesures *in situ* (mesures hydrodynamiques, sédimentologiques, topologiques), dont le déclenchement se fait en fonction des besoins lors de participation à des programmes de recherche notamment. Par exemple, en octobre 2010 a eu lieu une campagne en mer dans la zone subtidale afin de caractériser l'hydrodynamique (courant, houle) le long d'un transect sur le site de Kourou et de délimiter l'extension des bancs de vase par mesures sismiques haute résolution. Cette campagne a été financée dans le cadre du programme national EC2CO. Il faut noter que l'équipe du LOG n'est pas sur place et doit donc faire le trajet avec transport du matériel depuis la France lorsqu'une campagne d'acquisition de mesures est déclenchée. Depuis avril 2010, deux appareils photos sont installés de manière permanente sur le site de Kourou pour avoir une approche qualitative fine de l'évolution et la transformation de la vasière. Une thèse a d'ailleurs débuté à la rentrée 2010 avec un étudiant qui sera sur place pendant une longue durée et qui devra, entre autres, récolter et analyser les photographies.

Les données ne sont pas incorporées dans un SIG, et aucune base de métadonnées n'existe.

Parallèlement, le LOG est engagé dans un nouveau programme FUI (Fonds Unique Interministériel) InfoLittoral-1 (2010-2012) labellisé par le pôle de compétitivité Aerospace Valley et coordonné par Spot Image SA. Il s'agit de développer une offre de service à vocation internationale pour la surveillance de l'environnement littoral à partir de technologies spatiales. Deux sites d'étude ont été choisis : la côte guyanaise et la côte aquitaine. En Guyane, parmi les divers volets du programme, le LOG a en charge la réalisation de « produits d'information bancs de vase » : délimitation des parties subtidale et intertidale des bancs en étudiant notamment la déformation de la houle à l'approche de la côte, création d'un modèle numérique de terrain de la partie visible à partir de la délimitation de la ligne d'eau à différentes heures de marées.

ECOLAB (Laboratoire d'Écologie Fonctionnelle)

Le laboratoire EcoLab (UMR 5245 CNRS-UPS-INPT) de Toulouse travaille sur la Guyane depuis 1995. Romain Walcker (Ingénieur géomaticien) et François Fromard (Chercheur en écologie des mangroves) collectent des images satellites (SPOT, Landsat, Ikonos, GeoEye, QuickBird) ainsi que des photographies aériennes verticales issues de campagnes IGN dans le but d'étudier la dynamique du littoral guyanais et d'établir le lien fonctionnel entre le déplacement des bancs de vase, la dynamique des mangroves côtières et les grands forçages régionaux et globaux (océan, climat, masses sédimentaires amazoniennes). La période 1950-2010 est couverte sur l'ensemble du littoral malgré une emprise spatiale et temporelle hétérogène. Un SIG d'étude nommé MANGASIG a été créé en 2008 afin d'intégrer l'ensemble des données sous ArcGis 9. Un travail de normalisation reste à faire pour suivre les normes d'interopérabilité (voir § 3.4.).

Dans le cadre du programme national EC2CO (programme de recherche en environnement côtier, 2009-2011), EcoLab exerce son expertise en matière d'écologie des mangroves et de dynamique générale du littoral, et également sur la gestion et l'exploitation de MANGASIG, qui sert ainsi de base de travail pour les partenaires d'EC2CO (notamment l'IRD AMAP le CNRS LOG). L'emprise spatiale de la mangrove côtière est déterminée à partir de deux critères, la surface de mangrove (ha) et la position de la ligne de côte mangrove/mer (m), pour chaque année disponible (environ 30 couches) au 1/50 000. L'objectif de MANGASIG est de caractériser la rythmicité des phases d'érosion et de progression de la mangrove côtière et de la mettre en relation avec la rythmicité des grands forçages naturels.

Tout comme le LOG, EcoLab est engagé dans le programme InfoLittoral-1 (2010-2012) coordonné par Spot Image SA. En Guyane, parmi les divers volets du programme, EcoLab a en charge le développement de « produits d'information trait de côte », avec notamment une méthode de délimitation du trait de côte à partir d'images SPOT5. À l'issue du projet, une application SIG intégrant les résultats sera disponible en ligne.

4.4.2.2 Martinique

- **Observatoire de type 1**

BRGM

À l'heure actuelle, aucune étude de quantification des phénomènes érosifs n'a été entreprise en Martinique. Afin de pallier à ce manque d'informations et de localiser les secteurs sur lesquels l'évolution future pourrait avoir des conséquences dommageables, le BRGM et la DIREN ont élaboré une convention de recherche en 2010 visant à établir un état de référence du trait de côte et des mangroves de la Martinique (situation en 2010, évolution historique et taux d'artificialisation). Le projet n'est pas encore signé mais devrait démarrer d'ici peu. Il sera financé à 75 % par la DIREN et 25 % par le BRGM (dotation de Service Public). Concrètement, le BRGM aura à remplir les missions suivantes :

- établir un trait de côte de référence de 2010 à partir des données Litto3D nouvellement acquises. Cet état 0 sera un élément de comparaison et de suivi de l'évolution du littoral dans les années à venir. La définition du trait de côte sera validée au préalable par le comité de pilotage ;
- établir une typologie côtière (zone rocheuse, sableuse, mangrove, mixte, aménagée...) du littoral martiniquais sous SIG à partir des orthophotographies 2004 et/ou 2010, et de compléments d'observation sur le terrain. Une carte sera réalisée à l'échelle 1/25 000 ;
- calculer le taux d'artificialisation du littoral et le taux d'occupation des petits fonds¹² pour répondre aux exigences de la DCE ;
- évaluer, à partir d'anciennes photographies aériennes orthorectifiées (campagnes IGN de 1951, 1988, 2004) l'évolution de la dynamique côtière et mettre en évidence les zones de recul, d'avancée ou de stabilisation du trait de côte ces 50 dernières années. Une carte représentant les vitesses de recul et d'avancée du trait de côte sera établie, le but étant d'identifier les sites sensibles (forte évolution et présence d'enjeux), pour des futures mises en œuvre de stratégies de gestion du trait de côte ;
- appréhender la dynamique des peuplements des mangroves à partir des anciennes photographies aériennes géoréférencées. Aucun travail quantitatif précis n'a en effet été entrepris jusqu'à présent en Martinique pour quantifier l'évolution de la frange côtière et des superficies des mangroves de Martinique sur les 60 dernières années. Il s'agira donc de réaliser des cartes d'évolution sur une dizaine de sites remarquables ;
- établir une base de données géoréférencées des aspects morpho-sédimentaires du littoral martiniquais qui rassemblera toutes les données acquises ces dernières années et de formats divers : données SIG, catalogue de photos, rapports et publications... Seront notamment valorisées les données acquises par le BRGM entre autres :
 - i) le positionnement du trait de côte, mesuré sur le terrain au GPS avec une précision de 5-10 mètres, après le passage du cyclone Dean (septembre – octobre 2007) sur une trentaine de sites répartis sur tout le pourtour martiniquais, et similairement après le passage du cyclone Omar (octobre 2008),
 - ii) un catalogue de photos de sites prises après le passage du cyclone Dean, pendant et après le passage de la houle cyclonique Omar (à terre et depuis un hélicoptère...).

Le projet durera 14 mois à compter de la date de signature. Il sera fait état dans le rapport final de propositions de procédures de suivi du trait de côte sur des zones sensibles et représentatives des milieux sableux, vaseux (mangroves) et rocheux.

¹² Le taux d'occupation des petits fonds est le rapport entre la surface gagnée sur la mer et la surface initiale des petits fonds. Ce taux permet d'évaluer l'impact écologique des aménagements par recouvrement et destruction des habitats littoraux sous-marins.

4.4.2.3 Guadeloupe

- **Observatoire de type 1**

BRGM

Actuellement, il n'y a pas de suivi régulier du trait de côte en Guadeloupe. Les seules données disponibles proviennent d'une étude effectuée par le BRGM en 1990 (financée en partie par le Conseil Régional dans le cadre de l'élaboration du Schéma d'Aménagement Régional) visant à évaluer la dynamique d'évolution du trait de côte à l'échelle de l'archipel par analyse comparée de fonds topographiques IGN de 1951-56 (1/20 000) et 1986 (1/25 000) (Lachassagne et Paulin, 1990). Cette analyse a permis de mettre en évidence les zones ayant subi une évolution significative durant cet intervalle de temps (érosion ou engraissement d'au moins 10 à 15 m d'amplitude). La précision des fonds topographiques ne permet pas de mettre en évidence des variations d'amplitude métrique. Une nouvelle étude en cours du BRGM a pour but d'actualiser ce premier constat de la dynamique littorale de l'archipel, en comparant les données disponibles (IGN 1951-56, 1986, Ortho 1997, Ortho RGE 2004). Il sera proposé à l'issue de cette mission, des lignes directrices pour la mise en place d'un réseau de suivi du trait de côte.

Le BRGM effectue également, à la demande de la DIREN, des mesures ponctuelles du trait de côte au DGPS après chaque épisode cyclonique (exemple des ouragans Omar et Dean).

5. Exemple d'observatoires dans d'autres pays européens

5.1 ROYAUME-UNI

Au Royaume-Uni, des schémas de gestion du trait de côte (SMP ou *Shoreline Management Plans*) couvrant la totalité des côtes anglaises et du pays de Galles existent depuis 1995, à l'initiative de l'ancien MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) et du WO (Welsh Office). Ces schémas définissent une stratégie de gestion durable de l'érosion et de la submersion dans les zones côtières, en présentant les actions de gestion à mener sur la zone géographique concernée¹³ pour un nombre d'années significatif (court terme (0-20 ans), moyen terme (20-50 ans) et long terme (50-100 ans)). Les problématiques du changement climatique et de la montée du niveau de la mer sont donc prises en compte lors de l'établissement des SMPs.

Les autorités responsables du littoral (telles que les autorités maritimes locales, l'agence de l'environnement -*Environment Agency*...) ont pour mission d'établir ces schémas de gestion du trait de côte. Du fait de la non-adéquation des frontières des cellules hydro-sédimentaires avec les frontières administratives, des groupes côtiers (*Coastal groups*) ont été créés regroupant les différents acteurs du littoral afin de mener à bien leur mission. En 2008, certains groupes côtiers ont fusionné et il y a actuellement 7 groupes côtiers en Angleterre : North East Coastal Group, East Anglia Coastal Group, South East Coastal Group, Southern Coastal Group, South West Coastal Group, Severn Estuary Coastal Group, North West Coastal Group.

En 2001, eut lieu le premier bilan des SMPs mis en place en 1995. A la suite des conclusions et recommandations de l'étude, le DEFRA (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*) publia un guide à destination des autorités responsables de l'aménagement du littoral qui présentait notamment les modifications à apporter pour créer la seconde génération de SMPs (DEFRA, 2001).

Le DEFRA a poursuivi son action de recommandations et a publié en 2006 un guide d'assistance à l'élaboration des schémas de gestion du trait de côte (mise à jour du guide de 2001), composé de deux parties intitulées *Shoreline Management Plan guidance : Aims and requirements* et *Shoreline Management Plan guidance : Procedures*.

Pour pouvoir évaluer les risques côtiers à long terme, les impacts d'aménagements anthropiques sur l'environnement, l'influence du changement climatique sur les processus naturels et pour pouvoir mettre à jour les SMPs, les autorités compétentes ont besoin de données à des échelles spatiales et temporelles appropriées. Six programmes régionaux de collecte et analyse de données (*Strategic Regional Coastal*

¹³ Longueur de côte cohérente à l'échelle hydro-sédimentaire (constituée de cellules ou groupe de cellules hydro-sédimentaires).

Monitoring Programmes) ont ainsi été créés en Angleterre à partir de 2002 couvrant aujourd'hui la totalité du linéaire côtier anglais (North West, North East, East Riding, Anglian, South East, South West). Le but est d'aider les décideurs et aménageurs de territoire dans la prise en compte des aléas submersion et érosion avec des informations claires et une meilleure compréhension des processus naturels en jeu. Les groupes côtiers dont il a été question précédemment coordonnent ces programmes. Ces derniers ont été financés de 2006 à 2010 par l'Agence de l'Environnement et devraient être reconduits pour 5 ans supplémentaires.

Les thématiques abordées comprennent :

- géomorphologie côtière ;
- géologie ;
- écologie ;
- risques de submersion et érosion ;
- ouvrages de défense.

Parmi les types d'observation mis en œuvre, on peut noter :

- levés topographiques de plage (trait de côte, profils de plage) ;
- études après-tempêtes ;
- levés bathymétriques ;
- photographies aériennes ;
- cartographie écologique ;
- suivi des marées et de la houle.

Les fréquences spatiale et temporelle de récolte de données sont déterminées en fonction du lieu et de l'évaluation du risque associé (géomorphologie locale, exposition aux vagues, etc.). Par exemple, les zones sensibles à l'érosion ou à la submersion ou très urbanisées font l'objet d'un suivi plus fréquent que les zones non habitées peu sensibles.

Les mesures de terrain sont complétées par des données issues de modèles numériques tels que le transport de sédiments, la modélisation de la houle et des vagues (Bradbury 2007 ; <http://www.channelcoast.org/>).

Les technologies utilisées pour récolter les données comprennent :

- bouées de houle (houlographe) ;
- jauges de marées (marégraphe) ;
- GPS cinématique ;
- Télédétection ;
- Photogrammétrie ;
- LiDAR.

Les données et observations sont intégrées en ligne via un portail internet : <http://www.channelcoast.org/>.

On peut accéder aux données en temps réel (houlographe, marées...) et également à celles relevées de manière récurrente (levés topographiques par exemple). Ces données sont téléchargeables gratuitement, un SIG permettant de les visualiser.

De nombreuses applications pratiques ont été entreprises suite aux résultats des programmes régionaux, comme par exemple le rechargement de plages « à risques », la validation et calibration de modèles numériques, l'évaluation de la performance de la recharge de plages...

Tous les programmes régionaux possèdent aussi leur propre site internet et leurs données y sont généralement accessibles. Certains d'entre eux publient des lettres d'information périodiquement afin d'informer le public de l'avancement du programme, des données récoltées, de l'actualité.

L'approche régionale du programme permet de mieux comprendre les phénomènes littoraux à une échelle spatiale pertinente et également de promouvoir la coopération entre de nombreux acteurs du littoral.

5.2 PAYS-BAS

Le littoral des Pays-Bas se caractérise par un linéaire côtier d'environ 350 km dont les trois quarts sont constitués par des côtes sableuses et des cordons dunaires qui constituent des ouvrages naturels de protection contre l'aléa submersion marine (le quart restant du littoral étant protégé par des ouvrages tels que des barrages ou des digues). De ce fait, une politique de maintien systématique de la position du trait de côte par rechargement massif de plages a été mise en place depuis 1990, afin de préserver ces ouvrages naturels de défense. Un programme d'observation de l'évolution du trait de côte est l'outil opérationnel de cette politique.

Dès 1840, des levés systématiques des positions des laisses de haute et basse mer et du pied de dune sont effectués au droit d'un système de repères implantés tous les 250 m sur les plages (Rieb et Walker, 2001).

Depuis 1967 et jusqu'en 1999, un levé annuel de profils de plage espacés de 200 à 250 m les uns des autres, est effectué sur l'ensemble du littoral. Chaque profil se prolonge 200 m vers l'intérieur des terres et 800 m au large. Un levé complémentaire d'un profil sur 5, avec extension de la zone mesurée jusqu'à 2 à 3 km au large, est réalisé tous les 3 ans. La partie bathymétrique des levés est confiée à des organismes publics tels que le *Rijkswaterstaat* du Ministère des Transports, des Travaux Publics, et de la Gestion de l'Eau, et est réalisée par sondeur acoustique. La partie topographique était quant à elle déterminée jusqu'en 1994 par stéréophotogrammétrie à partir de photographies aériennes (pour la haute plage et les dunes) et par mesures au tachéomètre (pour l'estran). Désormais, les mesures topographiques de la plage et du front dunaire sont réalisées par altimétrie laser aéroportée. Les points levés le long des profils de référence sont espacés de 10 à 20 m pour la zone marine et de 5 à 10 m

pour la zone émergée. Ces profils portent le nom de profils JARKUS (*Jaarlijkse Kustmetingen*) (Messina, 2005 ; Rieb et Walker, 2001). En 2000, la fréquence des levés de profils de plage est passée de 1 à 2 ans. Concrètement cela signifie que la moitié des plages est étudiée chaque année.

Les données sont stockées dans la base de données DONAR du Ministère des Transports, des Travaux Publics, et de la Gestion de l'Eau (Messina, 2005).

La loi de 1990 qui postule une fixation du trait de côte au niveau atteint en 1990 (la ligne de base côtière ou *Basiskustlijn – BKL*), repose sur l'observation et l'analyse des tendances évolutives de la ligne de rivage. Sur la base des 10 dernières années de mesures, la tendance de recul pluriannuelle est évaluée et la date de franchissement de la BKL peut ainsi être estimée. Les sites à conforter par rechargement de plage sont ainsi répertoriés (Rieb et Walker, 2001).

Les données issues du suivi sont disponibles pour la communauté scientifique. De plus, elles font l'objet d'une publication annuelle par le *Rijkswaterstaat* à l'attention des décideurs locaux et des gestionnaires du littoral afin de les informer sur l'efficacité du système de protection et des éventuels travaux à engager (Rieb et Walker, 2001).

Le système d'observation hollandais répond à la problématique principale de gestion de la submersion et de l'érosion par rechargement de plage. La couverture des profils est assez dense et l'extension dans la zone subtidale jusqu'à la profondeur de fermeture et sur le domaine terrestre jusqu'aux dunes est tout à fait adaptée à la gestion des stocks sableux.

6. Analyse critique des observatoires et réseaux d'observation en France

6.1 HÉTÉROGÉNÉITÉ DES STRUCTURES

6.1.1 À l'échelle nationale

6.1.1.1 *Plusieurs types d'observatoire*

Pris dans son ensemble, le territoire national présente une grande hétérogénéité en matière d'observatoire et de réseau d'observation. Les études ponctuelles (ou observatoires de type 1) abondent et à l'inverse, il n'existe que peu d'observatoires de type 4. Ceci s'explique en partie par l'emprise géographique de tels observatoires (selon la typologie établie, un observatoire de type 4 couvre généralement un vaste territoire alors que les observatoires de type 1 sont plutôt localisés). Mais cela démontre également que le suivi de l'évolution du trait de côte n'était pas jusqu'à présent dans les priorités de toutes les régions. Certaines régions qui sont soumises à des problèmes d'érosion importants ont lancé des démarches d'observation pérenne depuis plusieurs années (Languedoc-Roussillon ou Aquitaine par exemple).

Les observatoires de type 1 s'inscrivent dans une logique et une réflexion à court terme de la gestion du littoral. On peut distinguer deux types d'observatoire de type 1 : soit il s'agit de répondre à un besoin local d'une collectivité ou d'un ensemble de partenaires (aménagements...), soit il s'agit de faire un état des lieux du littoral sur une zone précise à un instant donné. Dans les deux cas, la logique est orientée vers l'action immédiate. Dans le cadre de la GIZC, le suivi du littoral et de l'évolution du trait de côte en particulier, constitue un véritable outil de gestion puisque celle-ci s'adapte et évolue avec l'observation de l'évolution du milieu. C'est cette logique de suivi à long terme qui fait la particularité des observatoires de type 4.

6.1.1.2 *Couverture géographique*

Le territoire national semble entièrement couvert par les observatoires (quel que soit leur type). Notons néanmoins que ce n'est en réalité pas tout à fait exact. Certains acteurs par exemple ont des zones de compétence étendues mais ne font des suivis que sur des espaces restreints (e.g. DDTM62 sur les zones les plus sensibles du littoral) ou sur une thématique bien particulière (e.g. DDTM76 sur les ouvrages de défense et les galets).

La plupart des observatoires réalisent des suivis sur un ensemble fini de sites à l'intérieur de leur zone d'étude. La couverture spatiale est par conséquent discontinue.

6.1.1.3 Diversités des maîtres d'œuvre

On note une grande diversité des maîtres d'œuvre (opérateurs) des observatoires. Sans compter les observatoires de type 1 qui ont souvent des bureaux d'études comme maîtres d'œuvre, les autres sont opérés soit par :

- des services de l'État, tels que les DREAL ou les DDTM ;
- des universités ;
- des collectivités (e.g. CG17, Observatoire Régional des Risques) ;
- des établissements publics (e.g. Observatoire de la Côte Aquitaine, ROL) ;
- des bureaux d'études (e.g. Observatoire du littoral de Cap l'Orient) ;
- des associations (e.g. GEMEL, Réserve Naturelle de Camargue) ;
- des sociétés privées (e.g. les Salins du Midi).

Le type de maître d'œuvre des observatoires influence grandement les méthodes utilisées pour le suivi ainsi que les thématiques traitées. Par exemple, les universités ont des problématiques de recherche bien précises et n'ont pas vocation à faire du suivi opérationnel : il s'agit avant tout de faire progresser la connaissance des phénomènes et des milieux littoraux ; le premier but visé n'est donc pas nécessairement une meilleure gestion du trait de côte. Ceci explique en partie des zones d'étude souvent restreintes (les mesures de terrain permettent d'appuyer un travail généralement plus théorique, sites pilotes...), des objets d'étude parfois éloignés du trait de côte proprement dit (même si le suivi de son évolution est nécessaire à la recherche) et des méthodes spécifiques pouvant être expérimentales. Il y a toutefois des exceptions, notamment lorsque les universités font de la recherche contractuelle pour le compte des collectivités. Dans ce cas, la problématique est différente car le suivi de l'évolution du trait de côte devient l'objectif principal.

6.1.1.4 Variété des données

L'acquisition des données est dépendante du matériel utilisé ainsi que des méthodes employées. Même si la plupart des observatoires utilisent des outils de mesures permettant le géoréférencement des données, certains font leurs campagnes de terrain avec des outils qui ne permettent pas de raccorder leurs mesures à un référentiel absolu (exemple des Salins du Midi). Ces données sont donc inexploitable en dehors de leur zone d'acquisition et ne peuvent être comparées qu'entre elles. Se pose aussi le problème des points de repères quand il s'agit de faire des profils de plage. Pour effectuer des comparaisons diachroniques, il est essentiel que les profils soient les mêmes entre deux campagnes successives. Lorsque les points de repère ne sont pas fixes, cela engendre des erreurs. Nous n'avons pas recensé ce type de problème dans cet inventaire des observatoires, mais même des repères a priori fixes (arbres, escaliers menant à une plage, piquets...) peuvent bouger suite à des événements tels que des tempêtes et dès lors les mesures sont susceptibles d'être faussées. Le mode de stockage aussi peut être différent selon l'observatoire concerné. La plupart du temps, les données sont stockées sous format numérique mais il arrive que certaines données soient sous format papier, comme c'est parfois le cas des données anciennes

récoltées ou récupérées par un observatoire (e.g. mesures marégraphiques du Golfe du Lion dont la DREAL Languedoc-Roussillon est propriétaire). La numérisation des données papiers permet de les rendre pérennes et plus facilement exploitables en vue de comparaisons avec des données plus récentes. Notons néanmoins la difficulté de comparer des données qui ont été récoltées avec des outils et des protocoles différents (problèmes de précision de la mesure, de définition du trait de côte, etc.).

6.1.1.5 Interopérabilité

L'interopérabilité (préconisée par la directive INSPIRE) des bases de métadonnées, lorsqu'elles existent, n'est pas assurée dans la majorité des cas. Ceci est principalement dû au fait que chaque observatoire est indépendant des autres, récolte des données pour son propre compte et n'a pas nécessairement besoin des données récoltées par d'autres observatoires. Il ne trouve donc pas un intérêt particulier à renseigner une base de métadonnées interopérable. Les Figure 23 (tous les observatoires recensés) et Figure 24 (uniquement les observatoires de type 2 ou plus) montrent le pourcentage d'observatoires renseignant une base de métadonnées interopérable. Les 8 observatoires interopérables recensés sont : GEMEL Picardie (type 2), ROLNP (type 4 en cours de lancement), Observatoire du Littoral des Pays de Monts (type 3 en cours de lancement), Observatoire de la Côte Aquitaine (type 4), Observatoire Régional des Risques (type 3. Base de métadonnées interopérable en cours de création), DREAL LR (type 4. Seule une partie des données est renseignée sur ADéLie), CEREGE (type 2), ROL (type 4).

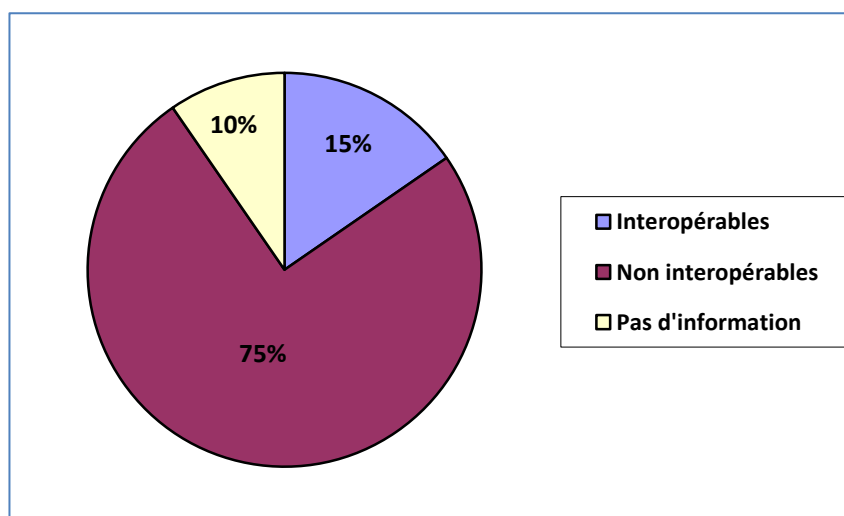


Figure 23 : Interopérabilité des observatoires (52 recensés) –
i.e. observatoires renseignant une base de métadonnées interopérable.

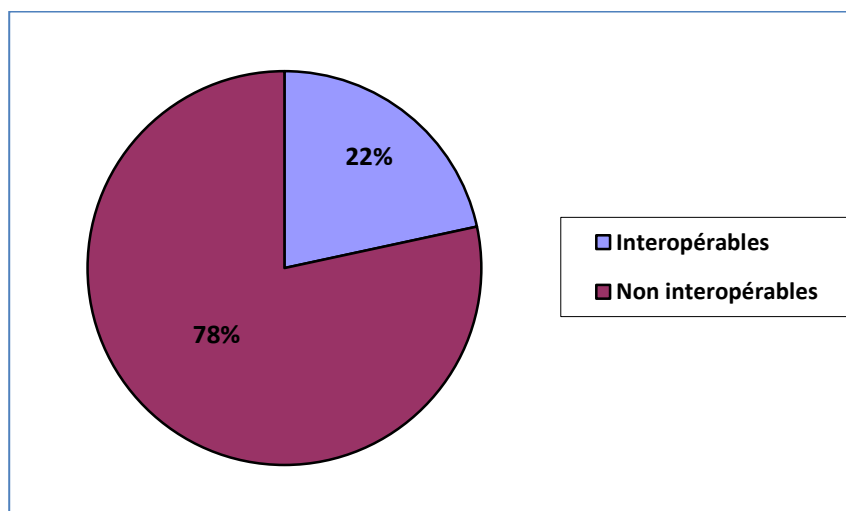


Figure 24 : Interopérabilité des observatoires (37 recensés de type 2 ou plus)
– i.e. observatoires renseignant une base de métadonnées interopérable.

Outre l'interopérabilité des métadonnées, un des principes fondateurs de la directive INSPIRE concerne les données proprement dites : il doit être possible de combiner les données provenant de différentes sources de manière cohérente, et de les partager entre plusieurs utilisateurs et applications. Ceci n'est envisageable que si les données sont récoltées en suivant des protocoles similaires. Par exemple, il n'est pas possible d'agréger des levés longitudinaux de trait de côte issus d'observatoires différents si la définition même de celui-ci varie entre ces observatoires. Les particularités de chaque zone côtière (notamment les conditions de marnage) impliquent généralement des méthodologies et des définitions du trait de côte différentes qui empêchent l'interopérabilité des données. Un autre obstacle plus en aval est lié aux SIG mis en œuvre par les différents observatoires : pour que des couches soient échangeables et combinables entre les observatoires, il faut qu'elles respectent un format reconnu par les autres SIG. La diversité des logiciels SIG utilisés par les observatoires est grande, certains possédant des logiciels libres, d'autres payants, ce qui ne facilite pas l'interopérabilité des couches SIG.

6.1.1.6 Communication et visibilité des observatoires

Sur le plan de la communication et de la visibilité des observatoires, on note que ce sont surtout les observatoires de type 3 ou 4 qui possèdent un accès public via un site internet (Observatoire de la Côte Aquitaine, OLIBAN, Observatoire Régional des Risques, Réserve Naturelle de Camargue...), à quelques exceptions près (e.g. GEMEL Picardie de type 2). De plus, le grand public n'est dans l'ensemble pas informé des actions de suivi du trait de côte effectuées sur son lieu de vie. Il est cependant essentiel de sensibiliser le public à la nécessité de suivre l'évolution du trait de côte à long terme afin de mettre en œuvre et faire accepter des stratégies de gestion efficaces et durables. À ce propos, il est intéressant de noter qu'aux Pays-Bas, le public est intégré dans les processus de décisions concernant la gestion de la côte depuis 1976.

6.1.2 Par région

À l'échelle de la région, on observe de nouveau une grande hétérogénéité des observatoires effectuant des suivis plus ou moins régulièrement (observatoires de type 2 ou plus). Les sous-parties suivantes résument succinctement les principaux atouts et lacunes de chaque département.

6.1.2.1 Nord Pas-de-Calais

Parmi les observatoires (de type 2 ou plus) actuellement en activité, on dénombre :

- 1 observatoire de type 3 (DDTM62). L'OELM (type 3), qui a été l'acteur majeur sur les problématiques de suivi du trait de côte pendant plusieurs années, n'existe plus ;
- 1 observatoire de type 2 (le LOG de l'ULCO).

Il n'y a pas d'observatoire de type 4 sur cette région. De plus, la zone actuellement couverte par les observatoires mentionnés n'est pas continue sur l'ensemble du linéaire côtier de la région. En termes de maîtres d'œuvre, on note la présence d'une université et d'un service déconcentré de l'État. Les données récoltées n'ont donc pas la même finalité. Enfin, ces données ne sont pas visibles car aucune base de métadonnées n'est renseignée.

6.1.2.2 Picardie

Parmi les observatoires (de type 2 ou plus) actuellement en activité, on dénombre :

- 1 observatoire de type 4 (ROLNP, qui exerce sa mission sur l'ensemble des 3 régions Haute-Normandie, Basse-Normandie et Picardie) ;
- 1 observatoire de type 3 (DDTM80) ;
- 2 observatoires de type 2 (SMBSLGP et GEMEL Picardie).

Le ROLNP est en cours de lancement mais à terme, il a pour objectif de mettre en réseau les différents acteurs du littoral afin de mutualiser les données et d'augmenter la visibilité de chaque organisme (notamment par le fait que toutes les métadonnées seront interopérables). Le ROLNP n'a pas pour mission de récolter de nouvelles données de terrain.

La zone couverte actuellement comprend la totalité des 70 km de côte (principalement par la DDTM80), mais la fréquence du suivi varie en fonction des sites. En termes d'opérateurs, sont présents une association, deux collectivités (syndicats mixtes) et un service déconcentré de l'État. Enfin, il convient de noter l'interopérabilité de la base de métadonnées du GEMEL Picardie qui est un observatoire de type 2, ainsi que celle annoncée de la future base de métadonnées du ROLNP.

6.1.2.3 Haute et Basse-Normandie

Parmi les observatoires (de type 2 ou plus) actuellement en activité, on dénombre :

- 2 observatoires de type 4 (OLIBAN sur les départements Manche et Calvados, et ROLNP) ;
- 1 observatoire de type 3 (GEOPHEN) ;
- 2 observatoires de type 2 (DDTM76 et LOMC de l'université du Havre).

Le littoral des départements Manche et Calvados est bien couvert par l'OLIBAN. En Seine-Maritime, le suivi est plus discontinu à la fois spatialement et temporellement. En termes de maîtres d'œuvre, on note la présence d'universités, d'une collectivité et d'un service déconcentré de l'État. Il faut également noter la non-interopérabilité (norme ISO 19115) de l'observatoire de type 4 OLIBAN. Cependant, en tant que partenaire du ROLNP, il est probable que les données acquièrent une meilleure visibilité à travers ce nouveau réseau.

6.1.2.4 Bretagne

Parmi les observatoires (de type 2 ou plus) actuellement en activité, on dénombre :

- 2 observatoires de type 3 (ODC de l'IUEM, et l'Observatoire du Littoral de Cap l'Orient) ;
- 1 observatoire de type 2 (Laboratoire Géomorphologie et Environnement Littoral de l'EPHE).

Il n'y a pas d'observatoire type 4 dans cette région. En Ile-et-Vilaine, le seul acteur recensé est le Laboratoire Géomorphologie et Environnement Littoral, mais il ne s'intéresse pas spécifiquement au suivi du trait de côte. Les Côtes d'Armor et le Finistère sont bien suivis par l'ODC de l'IUEM mais pas de manière continue spatialement ni temporellement. Enfin, dans le Morbihan, seul l'Observatoire du Littoral de Cap l'Orient réalise un suivi régulier mais la zone étudiée est restreinte à la zone de compétence de la Communauté d'agglomération et il s'agit d'un suivi qualitatif. Concernant les maîtres d'œuvre en Bretagne, on note la présence d'un bureau d'études (GEOS pour l'Observatoire du Littoral de Cap l'Orient), et de deux universités. Enfin, seules les données de l'ODC sont visibles en ligne mais les métadonnées ne respectent pas encore la norme ISO 19115. À noter que certaines données du Laboratoire Géomorphologie et Environnement Littoral sont stockées sous format papier.

6.1.2.5 Pays de la Loire

Parmi les observatoires (de type 2 ou plus) actuellement en activité, on dénombre :

- 2 observatoires de type 3 (Observatoire de l'Île de Noirmoutier et Observatoire du littoral des Pays de Monts) ;
- 3 observatoires de type 2 (Syndicat Mixte de Défense contre la Mer du Littoral Continental de la Baie de Bourgneuf, Communauté de communes du Pays de St Gilles Croix de Vie, laboratoire Géolittomer de l'IGARUN).

Il n'y a pas d'observatoire type 4 dans cette région. Le littoral régional n'est pas entièrement couvert par des suivis réguliers, les observatoires recensés ont tous un domaine d'étude restreint. Les maîtres d'œuvre comptent des collectivités, deux établissements publics (BRGM et ONF pour l'Observatoire du littoral des Pays de Monts) et une université. Les données sont très diversifiées et ne sont pas visibles, à l'exception de celles récoltées dans le cadre de l'Observatoire du littoral des Pays de Monts (base de métadonnées interopérable prévue).

6.1.2.6 Poitou-Charentes

Parmi les observatoires (de type 2 ou plus) actuellement en activité, on dénombre :

- 2 observatoires de type 3 (DDTM17 et Université de La Rochelle-CG17).

Il n'y a pas d'observatoire type 4 dans cette région. Les deux observatoires couvrent la totalité du littoral régional mais les suivis concernent des plages bien précises et ne sont donc pas continus spatialement. Les maîtres d'œuvre sont un service déconcentré de l'État, une université et une collectivité. Aucune base de métadonnées n'est renseignée.

6.1.2.7 Aquitaine

Parmi les observatoires (de type 2 ou plus) actuellement en activité, on dénombre :

- 1 observatoire de type 4 (Observatoire de la Côte Aquitaine) ;
- 1 observatoire de type 2 (équipe METHYS du laboratoire EPOC).

L'Observatoire de la Côte Aquitaine est un observatoire abouti et complet puisqu'il traite de nombreuses thématiques (pas seulement l'évolution du trait de côte) et de manière continue sur l'ensemble du littoral aquitain. L'équipe METHYS s'intéresse à deux plages spécifiques et fait des suivis beaucoup plus fréquents du fait de la problématique générale (recherche) différente de celle de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (suivi opérationnel). Les principaux maîtres d'œuvre sont une université et deux établissements publics (BRGM et ONF pour l'Observatoire de la Côte Aquitaine). Les données de l'Observatoire de la Côte Aquitaine sont visibles dans une base de métadonnées interopérable.

6.1.2.8 Languedoc-Roussillon

Parmi les observatoires (à partir du type 2) actuellement en activité, on dénombre :

- 1 observatoire de type 4 (DREAL LR) ;
- 3 observatoires de type 3 (Observatoire Régional des Risques, Observatoire Départemental du Littoral de l'Hérault et SO LTC de l'OREME) ;
- 1 observatoire de type 2 (laboratoire IMAGES de l'UPVD).

La totalité du littoral languedocien est couverte par des opérations de suivi. Certains sites sont communs à plusieurs observatoires comme par exemple Sète, Leucate, la

Baie d'Aigues-Mortes... Il faut toutefois remarquer que les problématiques, et donc les données, peuvent être différentes (notamment lorsqu'il s'agit de recherche vs suivi opérationnel).

La DREAL a un rôle particulier en Languedoc-Roussillon, car il s'agit de l'acteur principal sur le domaine littoral. Elle possède une très grande quantité de données, qui peut provenir de ses propres suivis mais aussi de différentes collectivités ou de DDTM qui procèdent à des suivis ponctuels dans le cadre de projets spécifiques et qui font remonter leurs données grâce à des accords ou des partenariats. Le SO LTC a un partenariat fort avec la DREAL notamment dans le cadre du programme SOLLAR : les données de la DREAL vont être archivées, organisées et diffusées en ligne.

Il faut toutefois mentionner que pour le moment aucune base de métadonnées interopérable n'est renseignée (mises à part quelques données de la DREAL renseignées sur ADéLie). L'Observatoire Régional des Risques a vocation d'être une plateforme de mutualisation de données sur les différents risques auxquels la région est soumise, et une base de métadonnées respectant la norme ISO 19115 devrait être créée. Si la thématique « Érosion et submersion marine » se développe, l'Observatoire Régional des Risques pourrait devenir un acteur important en fournissant une base de métadonnées interopérable accessible à tous.

En termes de maîtres d'œuvre en Languedoc-Roussillon, on trouve un service déconcentré de l'Etat, des universités, des collectivités, un établissement public (EID), un bureau d'études (BRLi pour l'Observatoire Départemental du Littoral de l'Hérault).

6.1.2.9 PACA

Parmi les observatoires (à partir du type 2) actuellement en activité, on dénombre :

- 2 observatoires de type 3 (Réserve Nationale de Camargue, Salins du Midi) ;
- 1 observatoire de type 2 (CEREGE).

Il n'y a pas d'observatoire type 4 dans cette région. Les observatoires recensés effectuent des suivis sur des zones restreintes du littoral régional (principalement en Camargue). Seules les études financées par les Conseils Généraux donnent un état des lieux à une date donnée du trait de côte régional.

Les maîtres d'œuvre sont une université, une compagnie privée et une association loi 1901 (Réserve Nationale de Camargue).

Concernant les données, celles récoltées par la compagnie des Salins du Midi ne sont pas géoréférencées et par conséquent ne peuvent pas être utilisées autrement que pour des comparaisons internes.

Le CEREGE a créé une base de métadonnées interopérable avec recensement de toutes les études (observatoires type 1) réalisées sur les problématiques d'érosion à l'échelle régionale. Cette initiative a permis de capitaliser la connaissance et de pérenniser ces données orphelines.

6.1.2.10 Corse

Parmi les observatoires (à partir du type 2) actuellement en activité, on dénombre :

- 1 observatoire de type 4 (ROL).

Bien que le ROL couvre l'ensemble du littoral corse, seuls 15 sites sont étudiés ce qui correspond à 45 km de côte. Ces sites sont caractéristiques des différents types de côte que l'on peut trouver en Corse, ce qui permet néanmoins d'avoir une bonne vision de l'évolution générale du trait de côte régional. Le maître d'œuvre est un établissement public et les métadonnées sont renseignées sur BOSCO qui respecte la norme ISO 19115.

6.1.2.11 Les DOMs

- **Océan indien**

À La Réunion, nous avons recensé deux observatoires de type 3 (BRGM et l'ex-LSTUR de l'Université de La Réunion). La totalité du littoral de l'île est couverte mais pas de manière continue spatialement (voir Figure 21). L'ex-LSTUR s'intéresse aux plages coralliennes de l'ouest de l'île uniquement. Les données récoltées par les deux observatoires se différencient par les techniques employées et la problématique générale (activité de recherche pour le laboratoire, suivi opérationnel pour le BRGM) bien que les deux organismes aient collaboré plusieurs fois sur des projets communs. Aucune base de métadonnées interopérable n'est renseignée.

À Mayotte, nous avons recensé un seul observatoire de type 2 (BRGM). Dix sites sont étudiés répartis sur tout le linéaire côtier. Le suivi à Mayotte est donc discontinu dans l'espace mais aussi dans le temps puisque seules deux campagnes de terrain ont été réalisées depuis 2003. Il n'y a pas de gestion des métadonnées pour le moment.

L'évolution des opérations de suivi du trait de côte par le BRGM à La Réunion et Mayotte en de véritables observatoires devrait permettre une meilleure couverture du littoral ainsi qu'un suivi plus régulier et une gestion des données en lien avec la directive INSPIRE.

- **Atlantique-Caraïbes**

En Guyane, sont présents deux observatoires de type 2 (le LOG de l'ULCO et EcoLab). Il s'agit de laboratoires rattachés à des universités. Ces observatoires étudient les liens qui existent entre le régime des bancs vaseux, la dynamique de la mangrove et les forçages régionaux et globaux. L'emprise spatiale et temporelle est hétérogène et les observatoires ne sont pas interopérables (pas de base de métadonnées ou ne respectant pas la norme ISO 19115).

En Martinique et Guadeloupe, aucun suivi plus ou moins régulier n'existe pour le moment.

6.1.3 Comparaisons avec l'Angleterre et les Pays-Bas

Le suivi du trait de côte en Angleterre est cohérent à l'échelle nationale. L'Etat a mis en place assez tôt une véritable stratégie nationale de gestion du trait de côte avec des programmes de suivi régionaux adaptés aux problématiques locales. Ces programmes sont financés par l'Agence de l'Environnement. En France, la situation est différente : de façon générale, l'État n'était pas jusqu'à présent réellement impliqué dans ces problématiques de suivi et gestion du littoral. L'observation de l'évolution du trait de côte est effectuée par des acteurs divers et variés, avec des problématiques différentes et pas de « directive » nationale. Les *Coastal Groups* en activité en Angleterre peuvent s'apparenter, en termes d'étendue spatiale et de responsabilités, aux observatoires français de type 4. La différence majeure étant que les *Coastal Groups* regroupent de nombreux acteurs, des autorités maritimes locales aux experts du littoral ; il s'agit donc plus d'un réseau. De plus, les *Coastal Groups* ont pour mission principale d'établir les SMPs (*Shoreline Management Plans*), ils ont donc un rôle direct dans la gestion du trait de côte, ce qui n'est généralement pas le cas des observatoires français de type 4.

Aux Pays-Bas, l'efficacité du programme national de suivi de l'évolution du trait de côte est à mettre en relation avec les problématiques auxquelles fait face le pays. La grande submersion de 1953 ayant fait plus de 1 800 morts, la gestion du trait de côte est devenue dès lors une priorité nationale. Un tiers du pays se situe sous le niveau de la mer ; la lutte contre l'érosion et la submersion est une question de survie pour les Pays-Bas. Ceci implique que des sommes conséquentes sont consacrées à ces problématiques depuis plus de 40 ans. De plus, le linéaire côtier du pays n'est que de 350 km, ce qui n'est pas comparable au linéaire côtier français qui est en outre beaucoup plus diversifié. Les situations des deux pays sont donc radicalement différentes et il n'est pas concevable de transposer directement le modèle hollandais sur nos côtes.

6.2 LES RAISONS DE LA PERENNITÉ DES OBSERVATOIRES

6.2.1 Financement

Le fonctionnement d'un observatoire demande des ressources, à la fois humaines et financières. Il est évident qu'une structure qui possède une source de financement pérenne a beaucoup plus de chance de perdurer sur le long terme qu'une autre qui doit lutter chaque année pour lever des fonds.

Sur la totalité des observatoires recensés (37 sans compter les types 1), une vingtaine a une source de financement pérenne (ou au moins pluriannuelle et reductible telle que les CPER). On peut noter que les types concernés sont principalement les types 3 et surtout 4 (bien que certaines DDTM de type 2 possèdent par définition un financement pérenne de l'Etat pour mener à bien leurs missions), ce qui souligne le lien étroit entre financement et suivi régulier du trait de côte. Notons la démarche du SO LTC de l'OREME (Languedoc-Roussillon) ainsi que celle de l'ODC de l'IUEM (Bretagne) qui ont déposé en 2010 une demande de labellisation SOERE (Service

d'Observation et d'Expérimentation pour la Recherche en Environnement), ce qui permettrait entre autre de recevoir une source de financement annuelle directe de l'INSU et par conséquent d'assurer la pérennité de l'observatoire.

Même si un observatoire possède une source de financement pérenne, il faut encore que celle-ci soit adéquate pour couvrir à la fois l'acquisition des données mais aussi l'analyse et l'interprétation des résultats. Certains observatoires exercent une veille sur le littoral en récoltant des données mais n'ont pas les moyens de les exploiter systématiquement (e.g. DDTM Somme, DDTM Charente-Maritime...).

Pour qu'un observatoire obtienne un financement pérenne, il faut que les financeurs soient impliqués et concernés par les problématiques locales du trait de côte. Il faut souligner que certaines régions (Poitou-Charentes, Pays de la Loire, Picardie, Nord Pas-de-Calais, Languedoc-Roussillon) nécessitent un suivi plus resserré et poussé, ce qui signifie plus d'investissement, du fait de zones particulièrement vulnérables concentrant à la fois enjeux et aléas forts (CETMEF – CETE Méditerranée – CETE de l'Ouest 2009).

Enfin, il convient de souligner le problème relatif à la saisie des métadonnées par les observatoires. À l'instar de l'Observatoire de la Côte Aquitaine qui finance la transmission des métadonnées par ses partenaires scientifiques et techniques, il est incontournable de procéder à de telles incitations financières pour que les observatoires de tout type saisissent et diffusent leurs métadonnées sur des bases interopérables. C'est en effet, on l'a vu, une action qui n'est pas essentielle pour des observatoires de proximité, et le temps de saisie des métadonnées implique rétribution financière.

6.2.2 La séparation des rôles

Les observatoires pérennes de type 4 ont généralement pour maîtres d'œuvre des organismes neutres, c'est-à-dire que la récolte de données est indépendante de toute instance décisionnelle concernant la gestion du trait de côte. Il peut s'agir de laboratoires rattachés à des universités (Université de Caen) ou d'établissements publics (BRGM, ONF...), seuls ou en partenariat. À noter toutefois l'exception de la DREAL Languedoc-Roussillon qui est l'un des acteurs majeurs sur le littoral régional.

Cette séparation entre l'observation et la décision est nécessaire pour qu'un observatoire perdure sur le long terme. Elle assure l'indépendance de l'observatoire vis-à-vis des politiques engagées par l'instance décisionnelle et permet de s'affranchir des fluctuations des orientations politiques (dans le cas où l'instance décisionnelle ne s'intéresse plus aux problématiques du trait de côte par exemple).

Plusieurs exemples de structures qui avaient pour vocation de suivre l'évolution du trait de côte n'ont pas survécu à ce mélange des rôles. L'OELM par exemple, qui animait la collecte de données sur le littoral de la côte d'Opale jusqu'en 2007 pour les analyser et les exploiter, a disparu peu après son rattachement direct à la Région (en tant que Service Environnement Littoral et Marin).

En 2005, a été créé l'Observatoire du Littoral Côte d'Albâtre-Côte Picarde sous la forme d'un Groupement d'Intérêt Public (GIP) rassemblant, l'Etat, le Conservatoire du littoral, les collectivités régionales et départementales de Picardie et Haute-Normandie, des professionnels et associations et de communes et structures intercommunales littorales. Cet observatoire devait permettre une meilleure gestion de la zone côtière par la mise en place d'une politique intégrée et concertée entre les différents partenaires. Il s'agissait de réunir l'ensemble de la connaissance disponible sur le linéaire côtier du cap d'Antifer à la baie d'Authie dans les domaines de la qualité des eaux et des milieux, des transferts sédimentaires, de la protection et de la prévention contre les risques, des interactions entre les activités socio-économiques littorales et leurs milieux. Le GIP aurait dû constituer un lieu de concertation entre les différents acteurs concernés, se porter maître d'ouvrage de l'acquisition de données supplémentaires et constituer un cadre d'expertise scientifique notamment sur les problématiques d'érosion du littoral et de modification du trait de côte. Cependant, en 2006, la demande de prorogation du groupement pour la période 2007-2012 associée à une augmentation de la contribution-plafond des grandes collectivités n'a pas fait l'objet d'un consensus politique au sein du Collège des Régions et Départements, conduisant à la dissolution du GIP (Thierry *et al.*, 2009). L'Observatoire du Littoral Côte d'Albâtre-Côte Picarde est l'exemple type d'une structure qui n'aura même pas eu le temps d'exister avant dissolution.

Pour éviter ce genre de situation, il convient donc de séparer l'acquisition, l'analyse des données et l'expertise, des décisions politiques concernant l'aménagement et la gestion de la bande côtière. Lorsque les deux actions sont présentes dans la même structure, les exemples historiques nous montrent qu'il ne peut y avoir pérennité. La région Aquitaine est à ce titre assez exemplaire. La gestion de l'évolution du trait de côte s'appuie sur trois structures indépendantes qui interagissent et se coordonnent pour optimiser leur action au service du littoral aquitain : l'Observatoire de la Côte Aquitaine, le GIP Littoral Aquitain et le Réseau de Recherche Littorale Aquitain. Cette organisation à trois pôles illustre la séparation des responsabilités :

- l'Observatoire de la Côte Aquitaine assure la collecte de données environnementales en réalisant des suivis réguliers du littoral à partir d'un certain nombre de descripteurs, donne des avis techniques gratuits à l'ensemble des collectivités du littoral aquitain et joue un rôle dans la diffusion et la communication de l'information. Il permet au GIP de fournir une aide à la décision des collectivités et de soutenir leurs projets ;
- le GIP est un outil de réflexion, de coordination et d'appui technique pour l'aménagement et la gestion des espaces littoraux. Il a en charge la conception et l'animation du Plan de Développement Durable du littoral Aquitain, élément central d'une stratégie d'aménagement partagée du territoire à l'horizon 2020. Le GIP alimente le programme de travail de l'Observatoire de la Côte Aquitaine et du RRLA ;
- le RRLA met en place de grands projets de recherche intégrés pluridisciplinaires. Il favorise les contacts entre les chercheurs d'une part, et les décideurs, collectivités, gestionnaires et usagers d'autre part. Il apporte des connaissances à l'Observatoire de la Côte Aquitaine, partage les métadonnées, et prodigue des conseils scientifiques sur les projets lancés par le GIP.

Cette organisation fonctionne bien en Aquitaine, chaque structure a son rôle et ses missions, et leur complémentarité assure une gestion durable du littoral.

6.3 BESOINS POUR LA CRÉATION D'UN RÉSEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

Ce réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte doit s'appuyer autant que possible sur les structures existantes identifiées en première partie de ce rapport. Il nous est apparu en effet évident de profiter de la diversité et la motivation des acteurs participant d'ores et déjà au suivi du trait de côte. La structuration des observatoires dans un ensemble cohérent et leur pérennisation favoriseraient les possibilités d'échange et permettraient d'obtenir une vision claire de l'évolution du trait de côte en France métropolitaine et dans les départements d'Outre-mer sur le long terme. Cela apporterait une aide aux gestionnaires et aux décideurs en charge de cette interface.

Lors des réunions du comité de pilotage de ce projet, des besoins concernant la création d'un réseau national ont été exprimés par ses membres. Ces besoins variés et diversifiés sont présentés ci-dessous :

- **travailler à l'échelle de la région** (ou de la façade maritime). Un observatoire de type 4 au niveau de chaque région est nécessaire ;
- le **niveau régional** est le niveau :
 - **de production des données,**
 - **d'échange de ces données** entre les différents opérateurs (observatoires) ;
- le niveau façade maritime ou national est le niveau :
 - **d'échange des méthodes** de travail (afin d'aller vers une harmonisation de ces méthodes),
 - de capitalisation de l'expérience ;
- **nécessité d'uniformiser les méthodes de production de données**, afin d'homogénéiser les résultats restitués aux échelles régionale et nationale ;
- rendre interopérable les bases de données ;
- rendre les informations à l'échelle nationale indépendantes des méthodes et outils ayant servi à acquérir les données dont elles découlent ;
- sauver les données qui ont été acquises dans le passé et les pérenniser dans une structure adaptée et visible.

La première partie du présent rapport a fait un état des lieux des activités d'observation du trait de côte réalisées en France métropolitaine et dans les DOM. Cet état des lieux permet de comparer l'état actuel des systèmes d'observation du trait de côte et des modalités de fonctionnement avec les besoins exprimés. Il est donc proposé dans les paragraphes suivants (§ 6.3.1. à § 6.3.7.) d'analyser pour chaque besoin le décalage qui existe avec l'existant ; les points sur lesquels devront porter les efforts seront soulignés, les actions à éventuellement entreprendre seront présentées.

Les trois premiers besoins exprimés concernent plus particulièrement le mode de fonctionnement des observatoires tel qu'il est imaginé, les suivants correspondent plutôt à des tâches, actions et contraintes qu'il faudrait prendre en compte.

6.3.1 Couverture spatiale

Pour pouvoir efficacement gérer le littoral et le trait de côte en particulier, il est fondamental d'avoir une information régulière et pérenne sur l'évolution de l'ensemble des côtes françaises. Les observatoires doivent donc couvrir toutes les régions et toutes les façades, et doivent être pérennes. Une multitude d'observatoires de type 1 ou 2 n'est pas la solution d'autant que l'observation long terme n'est pas le but de tels observatoires puisqu'il s'agit avant tout de répondre à une problématique locale et précise. Selon la typologie adoptée, les véritables observatoires sont les types 3 et 4. Les observatoires pérennes couvrant une zone étendue sont les observatoires de type 4 ; or, il n'existe pas d'observatoire de type 4 sur :

- le Nord Pas-de-Calais ;
- la Bretagne ;
- les Pays de la Loire ;
- la région Poitou-Charentes ;
- la région Provence Alpes Côte-d'Azur ;
- la Guadeloupe ;
- la Martinique ;
- la Réunion,
- Mayotte ;
- la Guyane.

Il apparaît donc nécessaire de favoriser la création d'observatoires pérennes de type 4 pour ces départements ou régions.

6.3.2 Échange au niveau régional

Actuellement, au sein d'une même région, les observatoires sont isolés les uns des autres. Chaque structure récolte des données sur sa zone d'étude sans communiquer ni échanger avec les autres observatoires. Ceci s'explique par l'absence d'un objectif commun tel que la gestion intégrée de la zone côtière régionale. Comme nous l'avons vu, les observatoires ont leur problématique propre qui varie énormément de l'un à l'autre. Les données des autres observatoires n'ont pas forcément d'intérêt pour un observatoire donné si sa problématique n'est pas la même. Pour faciliter la GIZC à l'échelle de la région, il conviendrait de mettre en réseau tous les acteurs de l'observation du trait de côte à travers une structure qui capitaliserait les données des observatoires. Le ROLNP est l'exemple d'une telle structure, même si ce réseau englobe trois régions et traite de thématiques plus larges que le simple suivi du trait de côte. Le rôle de cette structure ne serait pas de récolter davantage de données

relatives à l'évolution du trait de côte (si la zone est déjà bien couverte) ou de prendre la place des observatoires existants. Il s'agirait de favoriser l'échange entre les acteurs et d'assurer la capitalisation des données à l'échelle régionale. Les observatoires de type 4 régionaux pourraient jouer ce rôle d'animateur de réseau.

6.3.3 Échange au niveau façade maritime ou national

Aujourd'hui, les observatoires communiquent rarement entre eux à l'échelle de la façade maritime (mis à part l'Observatoire de la Côte Aquitaine avec l'Observatoire des Pays-de-Monts et le ROLNP. Il n'y a donc pas ou peu d'échange et de partage de méthodes ou de savoir-faire. On a vu que les méthodes et outils utilisés pour suivre l'évolution du trait de côte étaient très variés. De surcroît, il a été souligné le problème de la comparaison de données issues d'observatoires différents notamment par l'utilisation d'une définition du trait de côte différente, la précision variable des données et le géo-référencement pas toujours effectif. Afin de faciliter les analyses à un niveau national ou à l'échelle de la façade maritime, il est nécessaire de s'accorder sur des bases communes. Des échanges de méthodes sont à envisager entre les observatoires de type 4 régionaux.

6.3.4 Uniformisation des méthodes

La diversité des méthodes employées répond généralement à des contraintes et des problématiques spécifiques à chaque observatoire (voir § 3.3.2.). Néanmoins, puisqu'il s'agit d'un besoin exprimé, nous nous sommes interrogés sur les dénominateurs communs qui permettraient un suivi du trait de côte à visée opérationnelle (c'est-à-dire un suivi utile dans la perspective de la GIZC) et favoriseraient l'interopérabilité des données.

Le plus important est de s'accorder sur une **définition du trait de côte commune** adaptée à un suivi opérationnel au moins pour chaque façade maritime et chaque type de côte (meuble, rocheuse, anthropisée). Dans le cas de mesures sur le terrain, les levés longitudinaux de la position du trait de côte dépendent en effet de cette définition. Pour pouvoir comparer et agréger les données de plusieurs observatoires, cette définition doit être commune. Cela vaut également pour la comparaison de traits de côte à partir de l'interprétation de photographies aériennes diachrones. Le **géo-référencement des données** est également fondamental car sans cela les valeurs de position des points levés n'ont aucune utilité en dehors de l'observatoire qui a recueilli ces données. Enfin, **dans le cas des plages, des profils transversaux sont nécessaires** en plus du suivi du trait de côte proprement dit pour comprendre la dynamique sédimentaire des sites. Ces profils doivent être **suffisamment resserrés** dans l'espace pour appréhender autant que possible la dynamique tridimensionnelle du transport des sédiments. Ces profils transversaux devraient dans la mesure du possible se prolonger en mer dans la zone subtidale jusqu'à la profondeur de fermeture. Il n'y a pas de recommandations particulières en ce qui concerne les outils employés pour faire ces mesures de terrain du moment que la **précision est mentionnée dans la description des données**. La fréquence des levés de terrain et les périodes des campagnes devraient dans l'idéal être identiques entre les

observatoires pour éviter des biais dans les comparaisons, mais elles sont généralement fonctions des conditions météorologiques et de la morphodynamique du site et peuvent constituer une contrainte incontournable.

6.3.5 Interopérabilité des bases de données

Comme souligné précédemment, le travail de recensement effectué dans la première partie de ce rapport montre que l'interopérabilité au sens de la directive INSPIRE est loin d'être assurée à 100 % dans toutes les régions concernées. Sur la totalité des observatoires recensés dans cette étude, à peine une dizaine renseigne une base de métadonnées interopérable.

Il en ressort que le besoin d'interopérabilité exprimé n'est actuellement pas satisfait. Il conviendrait donc d'engager, à l'aide de moyens et de procédures à définir, un projet visant à augmenter le taux d'interopérabilité des données déjà acquises par les observatoires existants. Pour les données qui seront acquises par ces mêmes observatoires dans les années à venir, il serait fortement souhaitable que cette nécessaire interopérabilité soit dorénavant assurée. Cela passe avant tout par le respect des normes ISO 19115 et ISO 19139.

Au niveau des données géoréférencées présentes dans les SIG, l'échange et la combinaison de couches entre différents observatoires est rendu possible par le respect des protocoles WMS/WFS¹⁴. Ces protocoles rendent interopérables tous les serveurs cartographiques et permettent une utilisation à distance des cartes ou de chaque couche individuelle. L'utilisateur peut alors intégrer ces informations avec ses propres données. Le respect de ces protocoles devra donc être encouragé dans le futur.

En ce qui concerne les nouveaux observatoires qui seront créés pour combler les zones actuellement non couvertes, il est impératif que les métadonnées correspondantes aux données acquises par ceux-ci soient, dès le début, interopérables et que la pérennité de cette interopérabilité soit assurée (suite à une évolution technologique des outils par exemple).

6.3.6 Indépendance des informations à l'échelle nationale vis-à-vis des méthodes et outils ayant servi à acquérir les données dont elles découlent

Actuellement à l'échelle nationale, ce besoin n'est pas satisfait. Toutes les données acquises ne sont pas homogènes entre elles pour toutes les raisons déjà évoquées

¹⁴ WMS/WFS (Web Map Service/Web Feature Service) : ces protocoles ont été élaborés par l'Open GIS Consortium (organisation internationale en charge de l'élaboration des standards et normes pour une information géographique « ouverte »). Un service WMS retourne une image visualisable sur un écran d'ordinateur. Le serveur produit des cartes aux formats image comme le JPEG, le PNG ou le GIF, ou sous forme d'éléments vecteurs comme le SVG. Un service WFS quant à lui permet d'accéder « physiquement » aux données : obtenir la description d'objets géographiques, créer de nouveaux objets, mettre à jour ou supprimer des objets existants (les SIG par Internet et solutions de mise en œuvre, Pôle Géomatique Régional d'Auvergne, 2006).

précédemment. Ce besoin serait facilité par l'uniformisation des méthodes d'acquisition et l'interopérabilité des observatoires (besoins 4 et 5), mais comme on l'a mentionné plus haut, certaines contraintes peuvent être incontournables (liées notamment au contexte géographique de la zone étudiée) qui empêchent l'homogénéisation des données à l'échelle nationale (voire à des échelles inférieures). Un moyen permettant d'atteindre l'objectif souhaité pourrait consister à acquérir régulièrement un jeu de données communes à chaque observatoire selon un protocole adapté à une analyse au niveau national. Cette acquisition se ferait en parallèle des activités propres à chaque observatoire de sorte que leur mode de fonctionnement soit inchangé.

6.3.7 Sauvetage et capitalisation de données

L'analyse des observatoires français montre que leur pérennité temporelle n'a pas toujours été assurée surtout pour les observatoires de taille modeste des types 1 à 3. Les données acquises dans le passé par ces observatoires sont parfois perdues ou en passe de l'être.

Afin que ces données « *orphelines* » dont l'intérêt est primordial pour l'analyse à long terme de l'évolution du trait de côte ne soient pas définitivement perdues, il paraît nécessaire d'organiser des actions de sauvetage. Il est nécessaire de faire en sorte que ces données restent accessibles et utilisables dans le futur en les réintégrant dans une structure d'observation pérenne et fiable. Une action spécifique de recensement puis de recherche et d'acquisition de ces données est nécessaire. L'enquête lancée par le CEREGE en 2008 est l'exemple type d'une telle action.

L'action de sauvetage devra intégrer par ailleurs la création de métadonnées associées et éventuellement des modifications de structure afin de les conformer aux données en cours d'acquisition. La prise en compte de l'interopérabilité est une autre contrainte qu'il faudra aussi considérer.

Cette action de sauvetage concerne bien évidemment les données stockées sous forme numérique mais devrait concerner aussi les données acquises dans un passé plus lointain et conservées sous forme papier (données de mesure, d'observation, cartographies, photographies, etc.). Dans ce cas, une tâche de numérisation de ces données (alphanumériques ou graphiques) serait à prévoir. Cette numérisation devrait être associée éventuellement à une tâche de géo-référencement pour les données cartographiques.

De même, toute structure d'observation du trait de côte en voie d'arrêt de fonctionnement devra elle aussi faire l'objet d'un sauvetage et de capitalisation (pérennisation) de ses données. Ce transfert devrait se faire au bénéfice de l'observatoire de type 4 en charge de la zone ou à défaut à l'observatoire de type 4 le plus proche, ou de BOSCO.

7. Proposition de structure organisationnelle

Les besoins pour la création d'un réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte ayant été décrits et l'écart avec l'existant ayant été analysé, nous proposons dans la dernière partie de ce rapport une structure organisationnelle répondant aux besoins et nous exposons son mode de fonctionnement.

7.1 DESCRIPTION DE LA STRUCTURE

7.1.1 Organisation des observatoires en réseaux régionaux

La structure proposée est basée sur **des liens et des échanges normalisés et formalisés par des conventions ou des accords** faisant remonter les informations et données à partir des observatoires des types 1 à 3 vers l'observatoire régional de type 4 compétent sur la zone de littoral concerné (dans l'hypothèse où cet observatoire existe). L'objectif d'un tel réseau est d'augmenter la visibilité des observatoires de moindre importance (types 1 à 3), de pérenniser les données et de centraliser l'information à un niveau adapté (la région).

Lorsqu'il n'existe pas d'observatoire régional de type 4, il conviendrait de créer une telle structure. Les DREAL pourraient jouer un rôle moteur dans la création des observatoires de type 4 régionaux sur la base des dispositifs existants. Sur les zones non couvertes actuellement par les observatoires ce nouvel observatoire de type 4 aurait en charge la collecte de données relatives à l'évolution du trait de côte. Dans le cas où la région est déjà bien couverte par les observatoires existants (type 1 à 3), le nouvel observatoire de type 4 régional n'aura pas pour mission de produire de nouvelles données mais de fédérer l'existant (exemple du ROLNP par exemple). Ces créations permettraient de couvrir la totalité du littoral français.

Les **observatoires régionaux de type 4 centralisent les données** déjà traitées. Chaque observatoire (types 1 à 3) reste propriétaire de ses données, que celles-ci aient été produites dans le cadre d'une recherche scientifique ou pour une application spécifique. Cependant les observatoires régionaux de type 4 pourront héberger directement les données si nécessaire. Par contre, les métadonnées, telles que l'information sur les méthodes utilisées pour acquérir les données, sur la précision des données, doivent remonter impérativement au niveau de l'observatoire régional de type 4 (voir Figure 26 et Figure 27).

Il a été souligné précédemment que certains observatoires récoltent des données mais n'ont ni les moyens ni le temps de les exploiter systématiquement. Dans ce cas particulier, l'observatoire régional de type 4 devrait être en mesure de traiter et d'analyser ces données lui-même.

7.1.2 Échanges entre les observatoires type 4 régionaux et les Systèmes d'Information régionaux

Les Systèmes d'Information régionaux sont définis comme des plateformes régionales de mutualisation de données géographiques sur l'ensemble d'une région. Ils comportent généralement un outil de cartographie interactive accessible en ligne au grand public. La plupart de ces SI régionaux traitent de nombreux thèmes (urbanisme, agriculture, environnement, aménagements, faune et flore, etc.), le littoral pouvant faire partie de ces thèmes lorsqu'il s'agit d'une région littorale. Ces SI régionaux sont généralement portés par les Régions ou les services déconcentrés de l'Etat. Quelques exemples sont fournis ci-dessous :

- SIGALE Nord - Pas-de-Calais (Systèmes d'Information Géographique et Analyse de L'Environnement) : il s'agit du SIG du Conseil régional Nord - Pas-de-Calais, créé en 1994, qui contient une importante base de données géographiques. Le système de cartographie interactive Webviewer a été mis en ligne en 2009 et est interopérable avec les sources de données géographiques distantes. Il propose ainsi d'ajouter des couches provenant d'autres serveurs cartographiques. Le catalogue de métadonnées utilise Géosource et respecte donc la norme ISO19115. Il n'y a pas actuellement de pôle littoral spécifique ;
- CRIGE-PACA (Centre Régional d'Information Géographique de Provence-Alpes Côte d'Azur) : le CRIGE-PACA est une Association loi 1901 qui a pour objet l'appui au développement de la géomatique en région. Sa création s'est inscrite dans le CPER 2000-2006. Le CRIGE diffuse gratuitement, après autorisation, les référentiels géographiques de la région. En échange, les « ayants-droits » sont incités à partager les informations et données géographiques qu'ils peuvent détenir. Les lots de données sont regroupés en 10 pôles métiers dont un pôle « Mer et Littoral ». Le nouveau site du CRIGE est en cours de création. Il proposera un système de catalogage, de visualisation des données et de téléchargement des données en accord avec la directive INSPIRE ;
- PIGMA (Plateforme de l'Information Géographique Mutualisée en Aquitaine) : cette plateforme est portée par le GIP Aménagement du Territoire et Gestion des Risques (ATGERI). En septembre 2010, un groupe de travail spécifique « Littoral » a été créé. La spécificité de ce groupe de travail est de rassembler les différents acteurs du littoral en Aquitaine ou les acteurs intéressés par des données géographiques couvrant le littoral, au sein d'une même plateforme d'échange et de mutualisation, notamment afin de faire face aux risques littoraux. La co-animation de ce groupe de travail a été confiée au BRGM dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Les organismes participants contribuent au partage des connaissances en mettant à disposition au minimum leurs métadonnées sur les données littorales qu'ils produisent.

Les données relatives à l'évolution du trait de côte, récoltées par les observatoires, trouveraient leur place dans une thématique de type « littoral » d'un SI régional. Les observatoires de type 4 pourraient être référencés directement par les SI régionaux sur leurs sites internet et leur fournir les données nécessaires à leur fonctionnement, dans une optique de cohérence régionale. Cela augmenterait aussi la visibilité des travaux

menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte et faciliterait la diffusion de l'information vers d'autres acteurs qui pourraient être intéressés par ces données.

7.1.3 Échanges entre les observatoires type 4 régionaux et BOSCO

Afin d'avoir à l'échelle nationale une vision des données existantes sur le trait de côte, il sera nécessaire d'avoir un outil capable d'interroger les métadonnées renseignées au niveau régional dans les observatoires de type 4.

À l'heure actuelle aucun dispositif ne le permet. BOSCO, qui est actuellement la base de métadonnées nationale sur le trait de côte, est le dispositif le plus proche de ce besoin. Dans son mode de fonctionnement actuel, les observatoires doivent eux-mêmes renseigner les métadonnées dans BOSCO au fur-et-à-mesure de leur acquisition. Cette saisie est rarement effectuée, par manque de moyens, les observatoires n'ayant par ailleurs aucune incitation ou aide financière pour le faire.

Pour pallier ce problème, nous proposons que BOSCO devienne un **portail de catalogage** qui n'aurait pas vocation à héberger les métadonnées ou les données. Celles-ci resteraient au niveau régional, l'interface de BOSCO se chargeant de faire des recherches et d'interroger directement les bases de métadonnées des observatoires régionaux de type 4. Ce mode de fonctionnement aurait l'avantage d'être plus souple, plus réactif que l'actuel, en outre il évite le « doublonnage » des données et des métadonnées. Toutefois, pour que cette organisation fonctionne, **il est nécessaire que toutes les bases de métadonnées soient interoperables.**

Le second rôle qui pourrait être assigné à BOSCO serait d'héberger les données orphelines si celles-ci ne peuvent être intégrées à un observatoire régional de type 4.

7.1.4 Place des SIL Observatoire du Littoral et Géolittoral

L'Observatoire du Littoral (SOeS) pourrait utiliser les informations des métadonnées fournies par les observatoires de type 4 régionaux (après requête passée sous BOSCO), afin d'identifier les données utiles à son fonctionnement. Les données utilisées par l'Observatoire du Littoral sont des données généralement abouties et suffisamment synthétiques pour lui permettre de les combiner avec d'autres données statistiques. Lorsque les données proprement dites ne sont pas directement téléchargeables sur BOSCO (majorité des cas), l'accès aux données pourrait être facilité par l'établissement d'une convention de partenariat entre les fournisseurs de données et l'Observatoire du Littoral qui éviterait à ce dernier de formuler des demandes systématiques pour l'obtention des données.

Le Géolittoral permet de visualiser et de télécharger les données qu'il a en dépôt (Ortho-photographie littorale et IPLI). Une base de métadonnées interoperable pourrait être créée afin que BOSCO puisse également répondre aux requêtes concernant l'ortho-photographie littorale ou l'IPLI.

7.2 MODE DE FONCTIONNEMENT

7.2.1 Échelle régionale

La fourniture d'informations de la part des observatoires de type 1, 2, 3 vers l'observatoire régional de type 4 ne pourra se faire qu'après la mise en place d'accords ou de conventions spécifiant aussi bien les conditions matérielles, fonctionnelles que financières de cette mise à disposition. En effet, les données acquises par les observatoires de type 1 à 3 l'ont été par des financeurs variés ; certaines données de base pourraient être protégées ou constituer des données « stratégiques » pour l'activité du financeur et de l'opérateur (e.g. données acquises par des universités dans le cadre de programme de recherche et dont la mise à disposition pour le public est différée afin de laisser du temps pour valoriser les travaux sous forme de publications). Cependant, il faudrait que l'accès aux données soit facile et qu'il ne soit pas nécessaire de formuler des demandes systématiquement auprès des fournisseurs de données (observatoires type 1 à 3 principalement). Dans le cadre d'une convention de partenariat entre l'observatoire régional de type 4 et les observatoires de types inférieurs, il pourrait être intégré la mise à disposition des données pour le grand public selon un dispositif tel que celui employé dans le cadre du SO LTC (données en libre accès mais « obligation » tacite de citer un certain nombre d'articles scientifiques ou de références).

Les observatoires régionaux de type 4 pourront réaliser des synthèses à l'échelle régionale et infra régionale sur l'évolution du trait de côte à destination des élus et du public, donner des avis techniques, réaliser des expertises en vue d'aménagements du littoral ou suite à des événements (tempête, érosion, submersion marine...), tout en respectant le protocole REX¹⁵. Ils auront aussi la mission d'homogénéiser les données autant que possible pour qu'elles soient utilisables à l'échelle nationale par l'Observatoire du Littoral.

La coordination, l'animation et le pilotage du réseau régional d'observatoires (voir Figure 26) sera assuré par un comité d'orientation constitué par les financeurs, un représentant du MEDDTL (DREAL par exemple), du personnel de l'observatoire type 4 régional, deux représentants des observatoires types 1 à 3, élus ou désignés au sein du réseau, et éventuellement d'autres partenaires (Conservatoire du Littoral, Ifremer...). Son rôle est d'animer et de traiter des modalités de fonctionnement du réseau régional, ainsi que des questions courantes. Un comité scientifique sera également formé afin d'aider dans les choix stratégiques et scientifiques du comité d'orientation, en relation avec les enjeux scientifiques d'actualité et les problématiques locales liées à l'érosion. Il associera un représentant de chaque observatoire de type 1 à 3 et éventuellement d'autres partenaires scientifiques.

Les observatoires régionaux de type 4 seront en charge de l'animation de rencontres annuelles entre les différents intervenants, fournisseurs de données et observatoires de niveau inférieur (types 1 à 3) afin d'échanger et de comparer les résultats, partager

¹⁵ http://www.interieur.gouv.fr/sections/a_1_interieur/defense_et_securite_civiles/gestion-risques/rex

des expériences et de nouvelles technologies etc. Ces rencontres seront aussi l'occasion de tendre vers une harmonisation des méthodes et des jeux de données.

Au sein d'une région, les acteurs mis en réseau pourront partager leurs données en interne via le serveur de l'observatoire régional de type 4. Chaque observatoire de niveau inférieur devra être sensibilisé à l'importance de l'interopérabilité (notamment en ce qui concerne les métadonnées qu'ils devront renseigner).

7.2.2 Échelle nationale

À l'échelle nationale, les observatoires pourront partager leurs expériences et échanger sur les méthodes employées pour suivre l'évolution du trait de côte.

Nous proposons la création d'une « *rencontre annuelle des observatoires du trait de côte* » entre tous les observatoires français. Il s'agirait de présentations plus ou moins formelles des techniques et outils mis en œuvre dans le suivi du trait de côte, des problèmes rencontrés. Ce serait aussi l'occasion de communiquer avec les élus et les gestionnaires du littoral à travers des discussions, débats, table-rondes. Les représentants des SIL et des SI régionaux seraient associés à cette manifestation.

L'uniformisation des méthodes (voir § 6.3.4.) favoriserait une certaine homogénéisation des données. Ceci est difficilement réalisable à l'échelle nationale compte tenu de la grande variété des côtes françaises, mais théoriquement envisageable à l'échelle d'une façade maritime, ou d'une île. Les problématiques différentes des observatoires ne favorisent pas non plus une méthode unique. Il s'agira donc de sensibiliser les différents acteurs au fait qu'ils font partie d'un réseau national et que leurs données, en plus de répondre à la problématique sous-tendant leur observatoire, sont d'une grande utilité pour la gestion du littoral à l'échelle nationale. Ce sont ces notions de complémentarité et de collaboration qui permettront de lier entre eux les différents dispositifs. Une première phase pourrait consister à proposer la production dans chaque région (donc sous la responsabilité des observatoires régionaux de type 4) d'un jeu de données identique sur le trait de côte. Ces données seraient acquises avec une périodicité de 5 ans par exemple, le but étant d'avoir assez rapidement une vision de l'évolution du trait de côte à l'échelle nationale. Cela permettrait d'avoir des données homogènes sur tout le territoire, sans pour autant changer le mode de fonctionnement ni les objectifs propres à chaque observatoire.

Les observatoires régionaux de type 4 posséderont un serveur disposant d'une grande capacité de stockage avec a minima un service de catalogage de métadonnées et seront interopérables entre eux ainsi qu'avec l'Observatoire du Littoral et BOSCO. Les flux de données et de métadonnées entre ces différents niveaux sont présentés dans la Figure 27.

Un comité de pilotage national permettra d'animer le réseau à ce niveau. Il pourrait être constitué entre autres du MEDDTL, des DREAL, du CETMEF, du Pôle Littoral des CETE, du BRGM, d'un représentant de chaque observatoire régional de type 4 et des gestionnaires des SIL nationaux.

Enfin, un comité des producteurs au niveau national (des données issues de l'observation de l'évolution du trait de côte) pourra éventuellement voir le jour si besoin.

7.2.3 Financement

La pérennité des observatoires est liée en partie à l'obtention d'une source de financement durable et fiable sur le long terme (voir § 6.2.1.). La volonté de structurer les réseaux d'observation du trait de côte s'inscrit dans le cadre de la stratégie nationale de gestion du trait de côte de l'Etat ; il est logique que cette stratégie participe dans une large mesure au financement du réseau national des observatoires. Les Régions devront également s'impliquer étant elles-mêmes directement bénéficiaires du développement de la connaissance sur le littoral à travers ce réseau d'observatoires. Le financement de chaque réseau régional pourrait se formaliser en partie sous la forme d'un CPER (à l'instar de l'Observatoire de la Côte Aquitaine), avec éventuellement des fonds FEDER européens.

Les régions possèdent des caractéristiques très différentes (linéaire côtier, types de côte...) et ne sont pas soumises au même risque d'érosion (voir § 6.2.1.). Ceci implique donc des montants de financement variables pour la création de chaque réseau régional. En particulier s'il n'existe pas actuellement d'observatoire régional de type 4, le coût pourra devenir très élevé.

Afin de donner un ordre de grandeur, nous avons étudié l'exemple de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, observatoire de type 4 régional (270 km de côte suivis). En se basant sur les coûts prévisionnels 2007-2013, le coût de fonctionnement annuel s'élève à 745 000 euros environ. Ce montant inclut l'acquisition de données (traitant de sujets plus vastes que le simple suivi du trait de côte) sur la côte sableuse, la côte rocheuse et le bassin d'Arcachon ainsi que l'achat de matériel informatique, la mise à jour, saisie et diffusion des métadonnées, la mise en forme et restitution des données, l'achat de données (photos aériennes, images satellite, supports cartographiques de référence...), et enfin les modules communication et expertise.

Chaque observatoire au sein d'une région donnée conservera ses sources actuelles de financement. Rappelons ici que le réseau national ne se substitue pas aux missions accomplies actuellement par les différents acteurs, et que par conséquent chaque observatoire reste indépendant et maître de ses propres productions de données. Cependant, comme on l'a souligné précédemment, afin de faire remonter les métadonnées au niveau de l'observatoire régional de type 4, des financements incitatifs pour tous les observatoires de niveau inférieurs seront nécessaires. Le montant de ces financements pourra varier en fonction de l'importance (type) de l'observatoire concerné et de la quantité de données à renseigner (variété des données, kilométrage de côtes suivi).

7.2.4 Communication

La communication est un point fondamental pour faire accepter les changements et les futurs aménagements et décisions de gestion du trait de côte par le public. Les observatoires régionaux de type 4 auront un rôle à jouer pour sensibiliser le public à la

fragilité du littoral, aux risques auxquels il est soumis, et à la nécessité de suivre son évolution pour prendre les meilleures décisions. Chaque observatoire régional de type 4 aura son propre site internet pour expliquer les suivis et l'organisation en réseau d'observatoires. Des lettres d'information seront publiées régulièrement afin de diffuser la connaissance et pour informer le public des derniers résultats et analyses concernant l'évolution du trait de côte. Les observatoires régionaux de type 4 pourront aussi élaborer des synthèses et des analyses concernant l'évolution du trait de côte à destination des élus et du grand public.

À l'échelle nationale, l'Observatoire du Littoral crée déjà des synthèses sur les thématiques touchant au littoral. Le site internet de l'Observatoire pourrait renvoyer vers les sites internet des observatoires régionaux de type 4 et réciproquement.

7.2.5 Articulation avec les gestionnaires et les décideurs, intégration dans le réseau institutionnel

La structure organisationnelle proposée pour un réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte s'intègre dans la stratégie nationale de gestion du trait de côte. Par conséquent, il convient de s'interroger sur l'intégration de la structure au sein du réseau institutionnel et de ses relations avec les gestionnaires et décideurs du littoral.

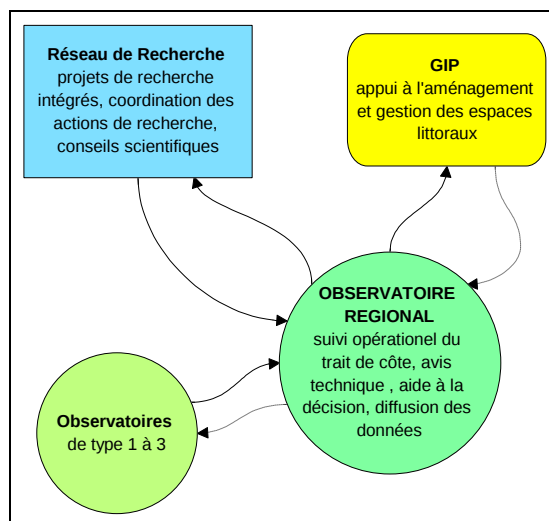


Figure 25 : Articulation de l'observatoire régional dans le réseau institutionnel.

Le modèle proposé (Figure 25) s'appuie sur l'exemple de la région Aquitaine déjà explicité au § 6.2.2. Afin d'assurer la pérennité des observatoires, il est nécessaire de séparer le suivi opérationnel des instances décisionnelles. Nous proposons donc que chaque observatoire régional de type 4 soit en relation avec une structure décisionnelle telle qu'un GIP regroupant tous les acteurs publics participant à la gestion du littoral (Figure 25). Ceci est par ailleurs tout à fait conforme à l'esprit de la GIZC. L'observatoire de type 4 constituerait l'outil de réflexion du GIP. Il est cependant essentiel que l'observatoire de type 4 garde son autonomie et ne soit pas commandé

par l'instance décisionnelle. Celle-ci peut avoir des demandes spécifiques qui alimentent le programme de production de données du réseau régional, mais en aucun cas le GIP ne commande la production de données.

7.3 RÔLE DES DIFFÉRENTS ORGANISMES INTERVENANTS SUR LE LITTORAL

Ce paragraphe a pour but de préciser et synthétiser la place des organismes intervenants sur le littoral dans ce nouveau réseau national. Le Tableau 4 liste les principales missions des structures générales présentées plus haut faisant directement partie du réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte.

Il convient de préciser également le rôle d'organismes bien identifiés :

- *CETMEF* : le CETMEF participe actuellement à la mise en œuvre de BOSCO (avec le BRGM). L'évolution de BOSCO en portail national de catalogage des données relatives au trait de côte pourrait impliquer de nouveau une collaboration entre ces deux organismes. De plus, le CETMEF a proposé une méthode de recensement de tous les ouvrages de défense contre la mer sur le territoire national. Ce travail pourrait s'inscrire dans l'ensemble du suivi du trait de côte proposé et une base de données nationale sur les ouvrages pourrait être créée à cette occasion ;
- *CETE* : le CETE Normandie-Centre a en charge l'animation du Géolittoral. Le CETE Méditerranée travaille sur des indicateurs d'urbanisme et d'aménagement. Le CETE SO participe par ailleurs à des expertises géotechniques sur les ouvrages de défense côtière. Sur des zones actuellement non couvertes par des observatoires, les CETE pourraient jouer un rôle de collecteur de données ;
- *DREAL* : les DREAL pourraient participer aux comités d'orientation des réseaux régionaux en tant que financeurs ou représentants du ministère. Elles auront également un rôle à jouer dans la stratégie de gestion du trait de côte déclinée à l'échelle régionale (à travers un GIP par exemple). Enfin, dans les régions où il n'y a pas pour le moment d'observatoire de type 4, les DREAL, en tant que représentants du ministère, pourraient créer des groupes de travail réunissant les acteurs locaux, les collectivités, les établissements publics afin d'initier la démarche de discussion pour la création des réseaux régionaux ;
- *DIRM* : en tant que coordonnateurs de la politique de l'Etat à l'échelle de la façade, les DIRM pourraient jouer un rôle similaire aux DREAL.
- *DDTM* : les DDTM ont un rôle à l'échelle départementale et possèdent des compétences dans ce domaine ; elles pourraient jouer un rôle d'appui aux DREAL ;
- *BRGM* : comme signalé pour le CETMEF, le BRGM pourrait être en charge de l'évolution de BOSCO en portail national de catalogage des données relatives au trait de côte. Le BRGM possède une solide expérience en termes d'animation d'observatoire (OCA, ROL, BOSCO...).
- *Universités* : certains laboratoires d'universités ont des actions d'observation du trait de côte. Le regroupement des universités d'une région donnée en un réseau de recherche (tel que le RRLA en Aquitaine) permettrait de coordonner les actions de recherche, apporterait des connaissances à l'observatoire de type 4 de la région

concernée qui pourrait sous-traiter certaines demandes au réseau de recherche (production de données, modélisations...) (Figure 25). Ce réseau pourrait également prodiguer des conseils scientifiques sur les projets lancés par l'instance décisionnelle régionale.

Structure	Principales missions
Observatoires de type 1 à 3	- Procèdent à un suivi du trait de côte sur leur zone d'étude - Analysent et traitent leurs données - Transmettent les métadonnées à l'observatoire régional de type 4 - Peuvent faire héberger leurs données par l'observatoire régional de type 4
Observatoire régional de type 4	- Centralise les métadonnées (et éventuellement les données) récoltées par les observatoires de la région - Met à disposition ses métadonnées pour BOSCO - Procède à un suivi opérationnel du trait de côte sur les zones actuellement non couvertes par des observatoires - Réalise des synthèses - Diffuse la connaissance - Donne des avis techniques sur les projets d'aménagements envisagés par l'instance décisionnelle - Aide à la décision
Systèmes d'Information régionaux	- Centralisent toutes les données géographiques régionales - Proposent un outil cartographique en ligne pour visualiser les données - Peuvent récupérer les données des observatoires régionaux de type 4 pour leur thématique « littoral »
BOSCO	- Devient le portail de catalogage national des données relevant du trait de côte - Accède à toutes les bases de métadonnées renseignées par les observatoires régionaux de type 4 et le SIL Géolittoral - Peut héberger les données elles-mêmes (données du BRGM ou données orphelines par exemple)
Observatoire du Littoral	- Effectue des synthèses et des analyses à l'échelle nationale à partir de données provenant de sources variées - A accès à l'information relative à l'évolution du trait de côte via BOSCO - Peut télécharger les données auprès des fournisseurs ou de l'observatoire régional de type 4 concerné directement dans le cadre d'une convention
Instance décisionnelle (type GIP)	- Est constituée de tous les acteurs publics de la région (services déconcentrés de l'Etat, collectivités territoriales) - Est un outil de réflexion et de coordination pour l'aménagement et la gestion des espaces littoraux - Peut formuler des demandes spécifiques à l'observatoire régional de type 4 en fonction des besoins de ses membres, alimentant ainsi le programme de travail du réseau d'observatoires

Tableau 4 : Caractéristiques et principales missions des structures participant au réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte.

7.4 LIENS AVEC LA POLITIQUE DES RISQUES ET LA GESTION DU TRAIT DE CÔTE

Cette étude sur les observatoires du trait de côte s'inscrit dans la mise en œuvre des recommandations du Grenelle de la Mer et notamment des engagements repris et précisés par le Comité Opérationnel « Aménagement, Protection et Gestion des Espaces Littoraux » (COMOP n° 6). Elle s'inscrit plus spécifiquement dans les actions engagées qui répondent aux regroupements thématiques n° 7 « *Anticiper et prévenir les risques naturels et technologiques* » et n° 8 « *Élaboration de la stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de la défense contre la mer* ».

La DGPR, en charge de la prévention et la gestion des risques naturels est plus spécifiquement responsable de la mise en œuvre du regroupement thématique n° 7. Parmi les propositions du regroupement n° 7, un faisceau de mesures se propose de « *faire face à l'augmentation des risques littoraux* » avec plusieurs aspects complémentaires. Il est notamment question de la mise en place de plans de préventions des risques littoraux intégrant l'érosion et la submersion marine dans le cadre du changement climatique. Ces plans de prévention devront être pris compte dans les projets d'aménagement et de planification.

Au sein de la proposition n° 8, menée par la DGALN, il est notamment demandé de développer la connaissance à travers la pérennité de l'observation de l'évolution du trait de côte et du niveau de la mer sur plusieurs dizaines d'années.

Les compétences de la DGALN (gestion du trait de côte) et de la DGPR (Prévention des risques, Directive cadre Inondation et mise en œuvre du Plan National d'adaptation au changement climatique pour les risques naturels) sont donc complémentaires et étroitement liées. En effet, les espaces littoraux sont touchés à la fois par les phénomènes d'érosion (incluant les mouvements de terrain pour les falaises) et de submersion marine qui sont les deux composantes des risques littoraux. Il est donc nécessaire de traiter ensemble ces deux composantes du risque côtier pour mieux les prévenir et aussi mieux gérer les territoires concernés. Pour cela, il est indispensable d'avoir un socle de connaissances communes aux deux directions.

L'observation de l'évolution du trait de côte apporte la composante érosion pour la gestion des risques. Il est important d'avoir une connaissance de ce phénomène sur l'ensemble des côtes du territoire français y compris en outre-mer. Par ailleurs, cette connaissance doit être la plus homogène possible afin d'une part de déterminer les territoires les plus exposés et donc ceux à traiter en priorité et d'autre part de faciliter la prise de décision.

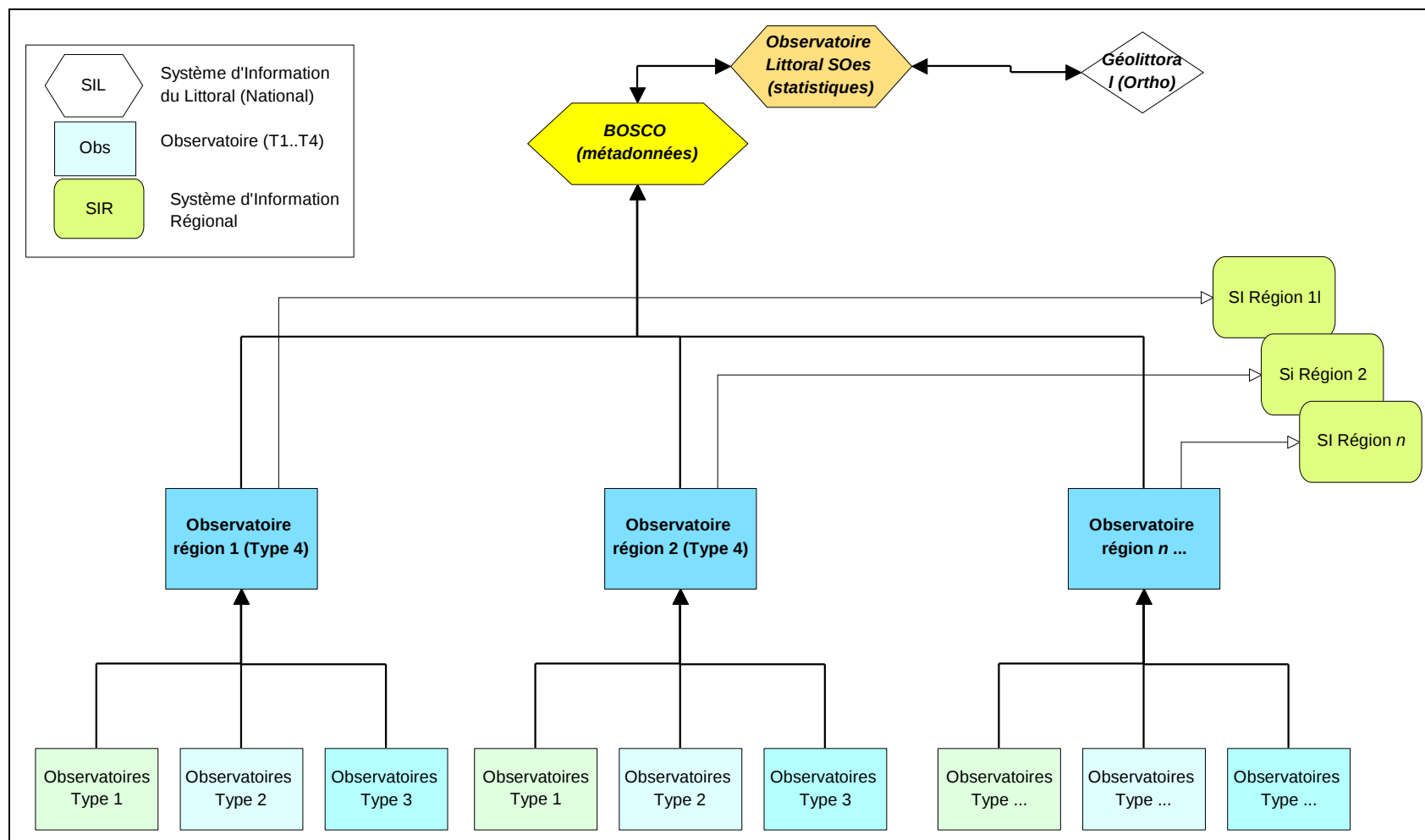


Figure 26 : Schéma organisationnel des observatoires.

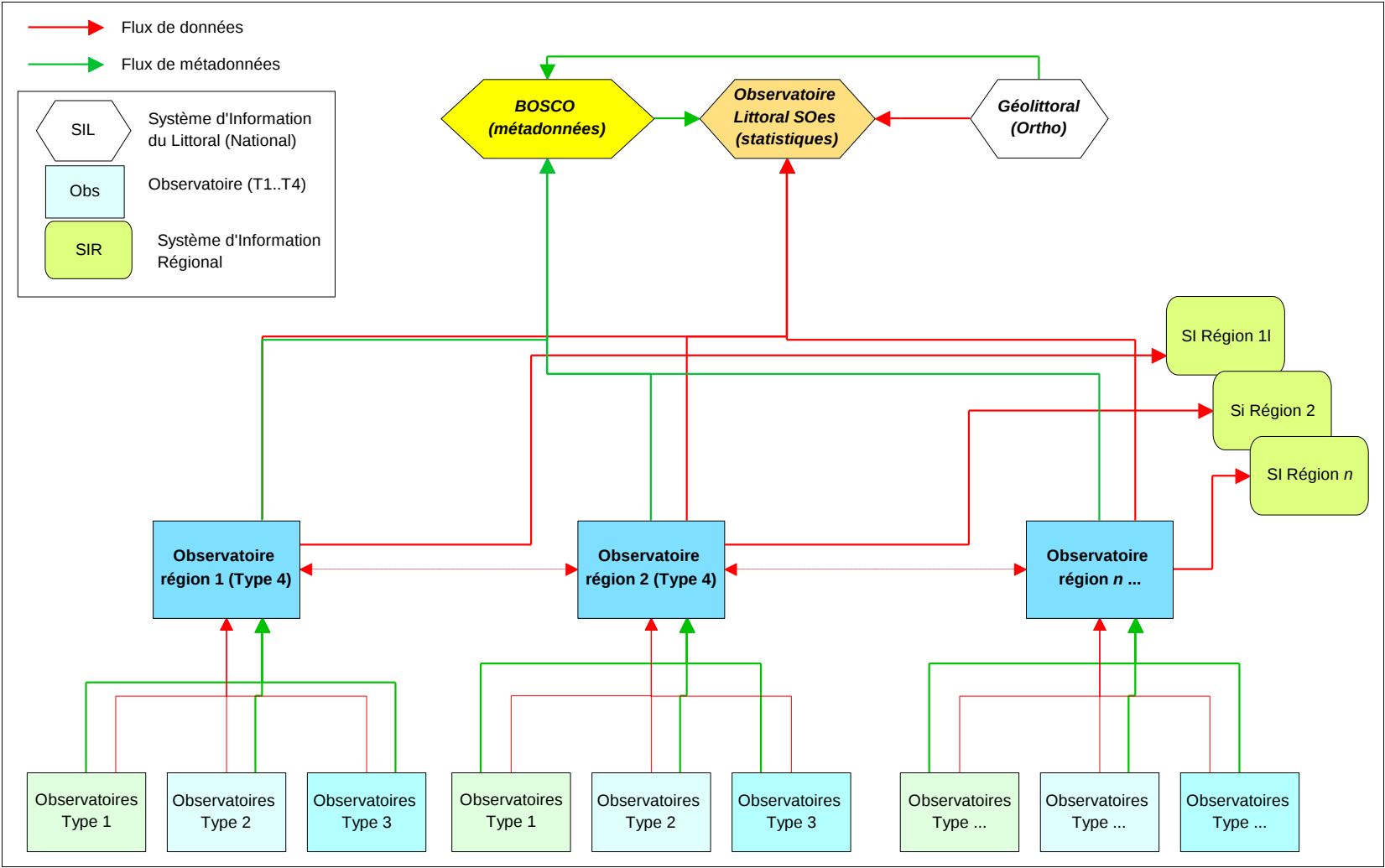


Figure 27 : Flux de données et de métadonnées entre les différents niveaux d'observatoires, les SI et les SILS.

8. Conclusions

Le bilan réalisé dans la première partie de ce rapport a permis de faire l'état des lieux de la situation en France concernant le suivi du trait de côte et de dégager plusieurs faits marquants. Tout d'abord, il faut noter une très forte **disparité** des « observatoires » allant de suivis et d'études relativement limités dans le temps et l'espace à un suivi pérenne sur plusieurs années voir décennies d'un linéaire côtier important. Les **zones géographiques étudiées par les observatoires sont très hétérogènes**. De plus, la **couverture régionale est très variable** selon les régions. Il faut souligner la **diversité des maîtres d'œuvre** en charge de ces « observatoires ». Ceux-ci possèdent leur propre logique associée à leurs problématiques, ce qui implique que les données sont acquises avec des **méthodes et des protocoles variés**. De ce fait, la comparaison des résultats provenant de différents observatoires n'est pas toujours aisée. Par ailleurs, les **modalités de stockage et d'accessibilité des données** entre les différents observatoires sont diverses. Globalement, le **taux d'interopérabilité est faible** (moins d'un quart des observatoires recensés à partir du type 2 renseigne une base de métadonnées interopérable), ce qui s'explique aisément par le fait que les observatoires sont indépendants et que les besoins d'échange n'étaient pas, jusqu'à présent, une priorité.

Les points signalés précédemment démontrent la grande hétérogénéité des actions menées en France concernant le suivi du trait de côte. Malgré cela, il faut souligner la richesse des informations et données déjà existantes ainsi que la diversité et la motivation des acteurs participant à ce suivi.

Les besoins exprimés par le comité de pilotage de ce projet ont été analysés et intégrés à la proposition de structure organisationnelle pour un réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte, qui s'appuie sur l'articulation des dispositifs existants.

La structure proposée s'échelonne sur 3 niveaux :

- au niveau local à l'intérieur d'une région, les observatoires de type 1 à 3 transmettent a minima les métadonnées (respectant la norme ISO 19115) à l'observatoire régional de type 4 qui joue le rôle de tête de réseau. Ce réseau régional permet à tous les acteurs d'échanger leurs données et de profiter des connaissances apportées par les autres membres du réseau ;
- au niveau régional, chaque région se verra dotée d'un observatoire de type 4 (existant ou à créer) qui assure la visibilité et l'accès aux données récoltées aux niveaux inférieurs. Ces observatoires régionaux de type 4 seront en relation avec les Systèmes d'Information régionaux dans un souci de cohérence régionale. Afin de favoriser les échanges et le partage des connaissances et des savoirs, des journées de rencontres entre observatoires d'une même région seront organisées par l'observatoire de type 4 de la région concernée ;
- au niveau national, les trois Systèmes d'Information sur le Littoral (BOSCO, Observatoire du Littoral, GéoLittoral) seront interconnectés et BOSCO jouera le rôle

de portail national de catalogage. Il s'agira d'un portail unique permettant d'interroger les bases de métadonnées interopérables de tous les observatoires régionaux de type 4. Des « *rencontres annuelles des observatoires du trait de côte* » seront organisées au niveau national dans le but d'échanger sur les méthodes utilisées, les résultats, les problèmes rencontrés entre tous les acteurs impliqués dans le suivi du trait de côte.

Afin de sauver les données acquises dans le passé (notamment par les observatoires de type 1) une action spécifique devra être initiée. Elle sera constituée par trois phases successives :

- une phase de recensement ;
- une phase de recherche et d'acquisition des données ;
- une phase de numérisation et de renseignement des métadonnées.

Ces données seront alors stockées dans une structure pérenne et visible (soit l'observatoire régional de type 4 de la zone concernée, soit BOSCO).

La nécessité de séparer le suivi opérationnel des instances décisionnelles afin d'assurer la pérennité des observatoires nous a conduit à proposer un schéma d'intégration du réseau d'observatoires dans le réseau institutionnel avec une articulation et des liens étroits entre l'observatoire régional de type 4 et une structure de gouvernance de type GIP regroupant les acteurs publics participant à la gestion du littoral. L'observatoire régional de type 4 constituerait ainsi l'outil de réflexion du GIP. Nous nous sommes inspirés de la réussite de l'exemple aquitain.

L'organisation proposée pour ce réseau national d'observation de l'évolution du trait de côte ne pourra se mettre en place immédiatement. Cela demandera beaucoup de temps, notamment la création des nouveaux observatoires de type 4 dans les régions concernées. La réussite de l'Observatoire de la Côte Aquitaine et son implantation régionale comme acteur incontournable sur les problématiques touchant le littoral sont le résultat de presque 15 ans de réflexion et de travail.

Tous les organismes intervenants sur le littoral, que ce soit en termes de gestion, de suivi, d'action, doivent se coordonner et collaborer pour qu'un tel réseau national voit le jour.

Enfin, notons qu'il sera sans doute nécessaire de procéder à une phase de faisabilité sur une région donnée (pour montrer la pertinence de la structure proposée) avant de lancer la création du réseau national proprement dit.

9. Références bibliographiques

Allard J.F., collaboration **Degay E., Joseph B.** (1997) – Cartographie de l'évolution du trait de côte en Guyane de 1950 à 1994. Rapport BRGM/RR-39506-FR, 39 p., 20 fig., 12 tabl., 2 pl.

Aubié S., Guérin I., Oliveros C. (2001a) – Évolution du trait de côte de 1950 à 1997 de la plaine de la rivière Saint-Etienne – Pierrefonds, Ile de la Réunion. Rapport BRGM/RP-50700-FR / 2001 SGR/REU 01, 5 fig., 1 tab., 1 graph., 12 photographies, 39 p. + 1 ann. h. t.

Aubié S., Oliveros C. (1999) – Évolution du trait de côte de 1950 à 1997 de la baie de La Possession à l'embouchure de l'Etang de St-Paul, Ile de la Réunion. Rapport BRGM R 40780-99 SGR/OI 34, 9 fig., 1 tab., 11 photographies, 34 p. + 1 ann. h. t.

Aubié S., Oliveros C., coll. **Girault F.** (2001b) – Évolution du trait de côte de la plaine de la rivière du Mât de 1950 à 1997, Ile de la Réunion. Rapport BRGM/RP-50814-FR – 2001 SGR/REU 06, 4 fig., 2 tab., 15 clichés, 39 p. + 1 ann. h.t. (2 planches).

Aubié S. coll. Pedreros R. (2002) – Dynamique sédimentaire en milieu corallien à l'Île de la Réunion. Synthèse des travaux réalisés par les partenaires du projet. Rapport BRGM/RP-52047-FR – 2002 SGR/REU 24, 9 fig., 2 photos, 1 tab., 32 p.

Balouin Y., Palvadeau E., Bodéré G. (2007) – Réseau d'observation du littoral de la Corse. Rapport d'observation 2006. Rapport BRGM/RP-55617-FR, 143 p., 102 ill.

Balouin Y., Palvadeau E., Bodéré G., Hennequin V. (2009) – Réseau d'observation du littoral de la Corse. Rapport d'observation 2008. Rapport BRGM/RP-57521-FR, 153 p., 111 ill.

BCEOM (2007) – Étude de l'évolution du trait de côte du littoral des Alpes-Maritimes, Résumé non technique, Février 2007. MAR N°60554C, 6 p.

Bersani C., Simoni ML., Allain YM., Ribière G., Denègre J., Planques P., Tugayé Y. (2006) – Rapport relatif au schéma d'organisation des dispositifs de recueil de données et d'observation sur le littoral. Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire (Inspection générale de l'administration), Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer (Conseil Général des Ponts et Chaussées), Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Inspection Générale de l'Environnement), 120 p.

Blangy A. (2009) – Assistance à Maîtrise d'Ouvrage, commune de Saint-Paul : aide à la gestion du littoral de la baie de Saint Paul. BRGM/RP-57722-FR, 49 p.

Blangy A., De La Torre T., Vaslet E. avec la collaboration de **Mallet C. et Dewez T.** (2009) – Morphodynamique des Littoraux de la Réunion. Phase 3 : suivi et gestion de

l'érosion côtière sur 12 sites identifiés comme sensibles. BRGM/RP-57431-FR, 105 p., 67 ill.

Bonnot-Courtois C., Levasseur J-E. (2002) - Reconnaissance de la limite terrestre du Domaine Maritime. Intérêt et potentialités de critères morpho-sédimentaires et botaniques. Rapport final Ministère de l'Équipement / CETMEF / Lab. Géomorphologie, 160 p.

Bradbury A.P. (2007) – Application of a large-scale, long-term, regional coastal observation network to coastal management on the English-channel coast. Channel Coastal Observatory. *Proceedings of Coastal Zone 07*, Portland, Oregon. July 22 to 26, 2007.

BRGM (2000) – Plan de prévention des risques naturels littoraux de l'Île-de-Cayenne – Communes de Cayenne, Rémire-Montjoly, Matoury. Cartographie de l'aléa. Rapport BRGM/RP-50475-FR, 48 p., 5 tabl., 8 fig., 4 pl., 1 ann.

CETMEF – CETE Méditerranée – CETE de l'Ouest (2009) – Vulnérabilité du territoire National aux risques littoraux. France métropolitaine. Rapport CETMEF/DELCE. 163 p.

Chaumillon E., Billy J., Tiphaneau P., Bertin X. (2010) – Etude de l'évolution morphologique interannuelle des plages de Charente-Maritime, Rapport 2010 pour le Conseil Général de Charente-Maritime, 47 p.

De la Torre Y. (2004) – Synthèse morphodynamique des littoraux de La Réunion, état des lieux et tendances d'évolution à l'échelle de l'île. BRGM/RP-53307-FR, 118 p., 59 ill., 6 ann.

De la Torre Y. (2008) – Livret pédagogique « Gestion de l'érosion du littoral de Mayotte ». Rapport final. Rapport BRGM/RP-56366-FR. 30 p.

De la Torre Y. et Aubié S. (2003) – Étude de la morpho-dynamique des littoraux de Mayotte. Phase 1 : synthèse, typologie et tendances d'évolution. Rapport BRGM/RP-52320-FR, 43 p., 18 fig. et 5 ann.

De la Torre Y., coll. : Balouin Y. et Dewez T. (2006) – Morphodynamique des littoraux de La Réunion. Phase 2 : estimation de l'érosion côtière sur les sites identifiés comme sensibles. BRGM/RP-55014-FR, 84 p.

De la Torre Y., Dolique F., Jeanson M. (2006) – Morphodynamique des littoraux de Mayotte. Phase 2 : mise en place d'un réseau de quantification de l'érosion côtière. Rapport BRGM/RP-54832-FR, 71 p.

DEFRA (2001) – Shoreline Management Plans : A Guide for Coastal Defence Authorities. Department for Environment, Food and Rural Affairs, 77 pp.

Delpont G., Robelin Ch., Oliveros C. (1998) – Littoral septentrional et sud-oriental Corse : Evolution du trait de côte de 1951 à 1996. Étude de 40 plages des Agriates au golfe de Sant'Amanza. Rapport BRGM R 40290, 173 p.

Forum (2010) – « Forum », la lettre des marais atlantiques. Forum des Marais Atlantiques. Lettre n° 21, septembre 2010.

Geos (2001 et 2003) – Programme de surveillance de l'érosion côtière sur le littoral du Pays de Lorient (Morbihan), Cap l'Orient agglomération.

Geos-DHI (2007) – Étude de connaissance des phénomènes d'érosion sur le littoral vendéen. Rapport final de la tranche ferme, décembre 2007, 356 p.

Hanot B. (2008) – Recensement et évaluation des études sur l'érosion des côtes en PACA. Rapport final, 34 p.

IN VIVO (2004) – Évolution du trait de côte du littoral varois. Rapport définitif, novembre 2004, 139 p.

Lachassagne P. et Paulin C. (1990) – Dynamique actuelle des côtes de la Guadeloupe et de ses dépendances – Inventaire des zones d'évolution et définition des travaux nécessaires à une meilleure connaissance et gestion du littoral guadeloupéen. Rapport BRGM/RR-31176-FR. 21 p., 1 fig., 6 ann.

Marçot N., Mathon C. (2004) – Prise en compte des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur – Année 1 : Bilan des connaissances, définition des instabilités et qualification de l'aléa. Rapport BRGM RP-52829-FR, 69 p., 24 fig., 6 tabl., 4 ann., 1 pl h.t.

Marçot N. (2006) – Prise en compte des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur – Année 2 : Définition des enjeux sur le linéaire de falaises côtières, caractérisation et hiérarchisation des risques. Rapport BRGM RP-54316-FR. 72 p., 27 ill., 1 ann., 12 cartes hors texte.

Marçot N., Azibi L., avec la collaboration d'**E. Boucher** (2008) – Prise en compte des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur – Année 3 : Etude de segments représentatifs, propositions d'aménagement et établissement d'une méthodologie pour réduire la vulnérabilité à l'échelle d'une commune. Rapport BRGM/RP-56090-FR. 129 p., 36 ill., 3 ann. et 1 document hors texte.

MEEDDM (2010) – La Gestion du Trait de Côte, Éditions Quae.

Messina (2005) – A Case Study Documenting Coastal Monitoring and Modelling Techniques in the Netherlands, prepared in the framework of the MESSINA project, Isle of Wight Council. Interreg IIIC.

Mugica J., Mallet C., Aubié S., Hoareau A., Pierson J. (2009a) – Observatoire de la Côte Aquitaine. Bilan des activités réalisées dans le cadre de la convention 2007-2008. BRGM/RP-57071-FR. 66 p., 19 ill., 2 tab., 1 ann.

Mugica J., Mallet C., Aubié S., Hoareau A., Pierson J. (2009b) – Bilan des données collectées en 2007-2008 par l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Rapport final. BRGM/RP-57655-FR. 51 p., 3 ill., 5 tab., 4 ann.

Oliveros C. et Delpont G. (1999) – Littoral oriental Corse : Évolution du trait de côte de 1948 à 1996 de Bastia-Furiani à Cervione et de l'embouchure du Travo (Solaro) à Solenzara. Rapport BRGM R 40504, 22 p., 5 pl. ht.

Oliveros C., Hervé J-Y., Delpont G., Desprats J-F., Dutartre P., Girault F. (1997) – Littoral occidental Corse : Evolution du trait de côte de 1951 à 1996. Étude de 25 plages des Agriates au golfe de Ventilegne. Rapport BRGM R 39480, 107 p.

OLPM (2010) – Observatoire du littoral des Pays de Monts, Proposition d'actions pour l'année 2010. Convention de partenariat entre l'ONF, le BRGM, l'IGARUN et la Communauté de communes Océan-Marais de Monts.

OREME (2010) – Demande de reconnaissance d'un nouveau SOERE Littoral et Trait de Côte (LTC), Observatoire des courants, de la houle, du transport sédimentaire et des évolutions morphologiques littorales. Dossier pour première labellisation (2010-2013) d'un Système d'Observation et d'Expérimentation, sur le long terme, pour la Recherche en Environnement.

ORR (2006) – Convention-cadre de partenariat pour la mise en œuvre d'un Observatoire Régional des Risques Naturels en Languedoc-Roussillon. Disponible à l'adresse : <http://www.laregion-risquesnaturels.fr/201-convention-cadre.htm> (consulté le 22/06/2010).

Paskoff (2005) - *Les plages vont-elles disparaître ?*, éd. Le Pommier, Paris, coll. Les petites pommes du savoir, 64 p.

PLAGE (2003) – Plan Littoral d'Actions pour la Gestion de l'Erosion sur le littoral de la Côte d'Opale. Syndicat Mixte de la Côte d'Opale. Espace Naturel Régional / Environnement Littoral et Marin.

Rieb G. et Walker P. (2001) – Suivi morphologique du littoral. *Géologues* n° 129, p. 75-79.

Sabatier F. (1997) – Les dynamiques sédimentaires du littoral du Delta du Rhône, Mémoire de DEA de Géographie Physique, Université de Provence, Aix-en-Provence, 105 p.

Sabatier F. (2001) – Fonctionnement et dynamiques morpho-sédimentaires du littoral du delta du Rhône, Thèse de Géosciences de l'environnement, Option Géographie, Université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille III, Faculté des sciences et techniques de Saint-Jérôme. 272 pages et annexes.

SAFEGE (2008) – Étude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine. Présentation dans le cadre de la réunion plénière Pôle métier Mer/Littoral CRIGE-PACA du 25 septembre 2008.

Thierry T., Nogues L., Lacoste JP., Renard S., Lagueste F. (2009) – Mission de préfiguration : Réseau d'observation du littoral normand et picard (ROLNP). Rapport de mission. Syndicat Mixte littoral normand, Délégation Normandie du Conservatoire du Littoral, 146 p.

Troadec R., Fourcade J.-N., Germain N., Gausset M., Lapierre B., Marechal C., Psaradellis M. (2002) – Suivi de l'évolution du profil des plages coralliennes de la Réunion 1998-2001. Rapport Interne - LSTUR, Université de La Réunion, 20 p.

Troadec R. et Mespoulhé R. (1994) – Suivi expérimental sur le nettoyage et la sauvegarde des plages balnéaires de la Réunion. Rapport non publié, Conseil Régional et Général de la Réunion, Laboratoire des Sciences de la Terre, Université de la Réunion, 150 p.

Annexe 1

Coordonnées des principaux correspondants régionaux contactés

Région	Observatoire	Prénom	Nom	Organisme et/ou fonction – n° tél
Nord Pas-de-Calais	OELM	Yann	Capet	Communauté Urbaine de Dunkerque – 03 28 62 70 00
		Fabienne	Schättel	Direction générale du SMCO – 03 28 51 92 30
		Olivier	Tricoire	Direction des Ports (Région) – 03 28 82 71 16
	DREAL	Julien	Hénique	Chef de division risques naturels, hydrauliques et miniers – 03 59 57 83 82
	LOG	Marie-Hélène	Ruz	Enseignant-chercheur Université du Littoral Côte d'Opale – 03 28 23 76 14
		Vincent	Sipka	Ingénieur d'études Université du Littoral Côte d'Opale – 03 28 23 76 23
	DDTM Pas-de-Calais	Thomas	Vial	Service des Affaires Maritimes et du Littoral – 03 21 99 09 30
Picardie	GEMEL Picardie	Antoine	Meirland	Directeur – 03 22 26 85 25
	SMBSGLP	Thierry	Bizet	Directeur adjoint de l'Aménagement – 03 22 20 60 30
	DDTM Somme	Jean-Claude	Ladon	Pôle Gestion du Littoral – 03 22 60 39 03
	DREAL	Thomas	Aubé	Chargé de mission Risques Naturels et Littoral – 03 22 82 90 74
	ROLNP	Stéphane	Renard	Délégation Normandie du Conservatoire du Littoral – 02 31 15 29 99
Normandie (Haute et Basse)	ROLNP	Stéphane	Renard	Délégation Normandie du Conservatoire du Littoral – 02 31 15 29 99
	GEMEL Normandie	Pascal	Hacquebart	Directeur – 02 31 96 73 11
	Laboratoire Géophen	Stéphane	Costa	Enseignant-chercheur Université de Caen – 02 31 56 64 31
	DDTM 76	Gérard	Gil	Délégation Mer et Littoral 02 35 58 56 63
	LOMC	Anne	Duperret	Enseignant-chercheur Université du Havre – 02 35 21 71 11
	OLIBAN	Franck	Levoy	Enseignant-chercheur (laboratoire M2C) - Université de Caen – 02 31 56 57 55
Bretagne	ODC (IUEM)	Serge	Suanez	Enseignant-chercheur Université de Bretagne Occidentale – 02 98 49 86 10
	Laboratoire de Géomorphologie et environnement littoral	Chantal	Bonnot-Courtois	Enseignant-chercheur EPHE – 02 99 46 10 72

Région	Observatoire	Prénom	Nom	Organisme et/ou fonction – n° tél
	DDTM Finistère	Jean-Pierre	Guillou	Délégation à la Mer et au Littoral. Chef du Service du Littoral – 02 98 76 50 60
		Marc	Igigabel	Délégation à la Mer et au Littoral. Service du Littoral. Pôle Etudes « Mer et Littoral » – 02 98 33 40 90
	DDTM Morbihan	Maud	Lechat	Service risques et sécurité routière – unité risques et nuisances – 02 97 68 13 72
	Observatoire du littoral de Cap l'Orient	Anne-Marie	Favreau	Responsable du Service Environnement, Développement Durable – 02 97 02 29 53
		Jean-Paul	Aucher	Vice-président de la Communauté d'agglomération du Pays de Lorient – 02 97 02 21 41
Pays de la Loire	DREAL	Gaëlle	Favrel	Service Risques Naturels et Technologiques (Division risques naturels, hydrauliques et sous-sol) – 02 51 85 80 78
	DDTM Vendée	Didier	Hardel	Responsable de l'unité aménagement durable du littoral – 02 51 23 56 90
	DDTM Loire-Atlantique	Cécile	Tougeron	Délégation Mer et Littoral – 02 28 55 04 68
	Observatoire de l'île de Noirmoutier	Martin	Paillart	Administrateur SIG – 02 51 35 89 89
	Observatoire du littoral des Pays de Monts	Pierre	Conil	Directeur du SGR Pays de la Loire (BRGM) – 02 51 86 01 50
	IGARUN	Paul	Fattal	Enseignant-chercheur Université de Nantes – 02 40 14 11 52
	Communauté de communes du Pays de St-Gilles-Croix-de-Vie	François	Barreteau	Directeur adjoint de la Direction des Equipements – 02 51 26 26 10
Poitou-Charentes	CG Charente-Maritime	Sébastien	Pueyo	Direction de la Mer et de la coopération – 05 46 87 88 31
	Laboratoire LIENSs	Eric	Chaumillon	Enseignant-chercheur Université La Rochelle – 05 46 45 72 31
	Communauté d'Agglomération Royan Atlantique	Clémentine	Guillaud	Direction Générale des Services Techniques, chef de service de la Mission GIZC – 05 46 22 19 20
	DDTM Charente-Maritime	Bruno	Landreau	Délégation à la mer, au littoral et au développement durable - politique des territoires littoraux – 05 16 49 61 00
Aquitaine	Observatoire de la Côte Aquitaine	Cyril	Mallet	Chargé de mission littoral (BRGM) – 05 57 26 52 75
Languedoc-	Observatoire	Philippe	Carbonnel	Chef du Service Travaux

Région	Observatoire	Prénom	Nom	Organisme et/ou fonction – n° tél
Roussillon	départemental du littoral de l'Hérault			d'aménagements portuaires et Protection du littoral. Département Hérault / Pole Insertion Développement Economique. Direction du Développement littoral et maritime – 04 67 67 70 83
		Alexandre	Richard	Chargé du suivi des dossiers de protection et de mise en valeur du littoral – 04 67 67 80 45
	Observatoire Régional des Risques	Carole	Pomares	Région LR. Service Eau et Prévention des Risques Naturels. Chargée de projet «Observatoire des Risques Naturels en Languedoc-Roussillon» - 04 67 22 98 78
	DREAL	Cyril	Vanroye	<i>Anciennement affilié</i> au Service Risques Naturels et Technologiques. Chef de l'unité Dynamique Sédimentaire et Aléas Côtiers. – 04 34 46 67 03
	SO LTC (OREME)	Frédéric	Bouchette	Enseignant-chercheur Université de Montpellier 2, laboratoire Géosciences Montpellier – 04 67 14 46 14
	Laboratoire IMAGES	Raphaël	Certain	Enseignant-chercheur Université de Perpignan – 04 68 66 20 57
PACA	CG Bouches-du-Rhône	Béatrice	Orelle	Service Eau, milieux aquatiques et activités piscicoles – 04 96 20 08 58
	CG Alpes-Maritimes	Christophe	Serre	Technicien Mer – 04 97 18 68 58
	Réserve nationale Camargue	Eric	Coulet	Directeur – 04 90 97 00 97
	Les Salins du Midi	Daniel	Orion	04 66 73 40 00
	Laboratoire CEREGE	François	Sabatier	Enseignant-chercheur Université d'Aix-en-Provence – 04 42 97 15 76
	BRGM	Nathalie	Marçot	SGR PACA – 04 91 17 20 42
Corse	ROL	Alexis	Stépanian	SGR PACA (BRGM) – 04 91 17 74 73
		Eric	Palvadeau	Directeur SGR Bretagne (BRGM) – 02 99 84 26 75
La Réunion	BRGM	Ywenn	De la Torre	SGR LRO – 04 67 15 79 93
		Arnaud	Blangy	<i>Anciennement rattaché</i> au SGR Réunion
	LSTUR (devenu LGSR)	Roland	Troadec	Chercheur associé – 02 62 24 46 16
Mayotte	BRGM	Arnaud	Blangy	<i>Anciennement rattaché</i> au SGR Réunion
		Ywenn	De la Torre	SGR LR – 04 67 15 79 93

Région	Observatoire	Prénom	Nom	Organisme et/ou fonction – n° tél
Guyane	EcoLab	Romain	Walcker	Ingénieur géomaticien – 05 62 26 99 76
	LOG	Antoine	Gardel	Enseignant-chercheur Université du Littoral Côte d'Opale – 03 21 99 64 08
	BRGM	Carlos	Oliveros	RNSC/RIC – 02 38 64 34 49
Martinique	BRGM	Anne- Valérie	Barras	SGR Martinique – 05 96 71 17 70
Guadeloupe	BRGM	Clément	Roques	<i>Anciennement</i> rattaché au SGR Guadeloupe



Centre scientifique et technique
Service risques naturels et sécurité du stockage du CO2
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34