

Développer la connaissance et l'observation du trait de côte

*Contribution nationale
pour une gestion intégrée*



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11



Sommaire

Le littoral français : principales caractéristiques et spécificités	4
Des espaces naturels soumis à des interactions complexes	4
Un littoral français particulièrement varié	4
Des espaces très convoités et en expansion démographique	5
Facteurs naturels d'évolution du littoral et mouvements sédimentaires	6
Des facteurs d'évolution naturels	6
Rôle des habitats naturels	7
Influence des actions anthropiques	8
Historique de l'anthropisation du littoral	8
Interventions humaines et artificialisation du littoral	9
De la prise de conscience à une politique publique adaptée	9
Littoral et changement climatique	10
Impact sur les facteurs d'évolution	10
Capacité d'adaptation des milieux naturels	10
Contribution des habitats naturels à l'atténuation des impacts	11
La cellule hydrosédimentaire : une échelle adaptée pour la prise de décision	12
Concept et définition de la cellule hydrosédimentaire	12
Modalités d'identification dans les territoires	12
Vers une cartographie nationale des cellules hydrosédimentaires	12
L'évolution du littoral en France	16
L'apport d'un indicateur national	16
La méthode mise en œuvre	16
Des évolutions contrastées par type de côte...	
... mais de faibles différences par façade	17
Les limites de l'exercice	17
Et sur les outre-mer...	20
L'enrichissement de la connaissance par l'observation locale	21
De nombreuses initiatives locales	21
Un besoin d'articulation et de mise en réseau au niveau national	22
Les connaissances actuelles et les pistes d'amélioration	22
Perspectives : l'ouvrage de référence « Dynamiques et évolution du littoral. Synthèse des connaissances des côtes françaises »	23

Préface



Avec ses 20 000 km de côtes ouvrant sur le deuxième espace maritime mondial, le littoral français constitue un enjeu national fort tant au regard de la richesse de son patrimoine naturel et culturel que de son potentiel social et économique. Il se situe en première ligne face au dérèglement climatique et à ses impacts, en particulier l'élévation du niveau des mers.

Dans ce contexte, la France s'est dotée d'une stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte dont l'ambition est de favoriser l'adaptation et l'anticipation de ces phénomènes pour faire les choix appropriés et ne pas subir les évolutions à venir. À cette fin, le développement et le partage des connaissances constituent un enjeu prioritaire pour mieux comprendre ces phénomènes complexes. Il s'agit de mieux connaître pour mieux agir et définir collectivement les actions les plus adaptées à mettre en œuvre.

Cette contribution présente une synthèse des connaissances disponibles et des nouvelles données produites dans le cadre des travaux du comité national de suivi de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. Elle ne constitue pas un aboutissement mais une étape supplémentaire dans la compréhension des enjeux et la mise en œuvre de cette stratégie. Dans un contexte de dérèglement climatique, où le littoral sera particulièrement exposé à ses effets, il s'agit de repenser l'aménagement de nos côtes en tenant compte à nouveau des fluctuations naturelles du trait de côte pour assurer une plus grande sécurité des personnes et une meilleure pérennité de nos activités.

La préservation des espaces naturels constitue un avantage pour protéger nos territoires et atténuer les effets du dérèglement climatique, en particulier dans les outre-mer où ils seront très marqués. La contribution de ces espaces doit donc être pleinement intégrée aux aménagements choisis, la nature conditionnant l'avenir de nos sociétés.

Loin d'être cantonnées à nos frontières, ces réflexions rejoignent celles d'autres états côtiers. La vingt-et-unième Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (COP21/CMP11), qui s'est déroulée à Paris à l'automne 2015, fût ainsi le cadre de nombreux échanges, témoignant de préoccupations communes à l'échelle internationale. À cette occasion, la France s'est engagée aux côtés des pays de l'Ouest africain dans le cadre d'un programme de coopération sur la gestion des risques côtiers. Il s'agit désormais de multiplier ce type d'action pour favoriser les échanges et faire émerger des solutions innovantes et partagées.

A handwritten signature in blue ink that reads "Ségolène Royal".

Ministre de l'Écologie,
du Développement durable et de l'Énergie



Ile de Sein (Finistère) © Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

Le littoral français : principales caractéristiques et spécificités

Des espaces naturels soumis à des interactions complexes

Les milieux littoraux sont des espaces particuliers se trouvant à l'interface de la terre, la mer et l'atmosphère. Il s'y exerce des relations de force entre les **influences continentale** au travers des caractéristiques géologiques (disposition et résistance des roches, topographie de l'arrière-pays), **marine** par l'action des facteurs hydrodynamiques (niveau moyen de la mer, houle, marée et courants associés), et **atmosphérique** par l'action des champs de vent et pression, à l'origine de tempêtes et de cyclones, ou encore des conditions climatiques érodant la frange côtière et l'intérieur des terres.

À ces trois influences, il est désormais indispensable d'ajouter celle des **actions humaines**, qu'elles soient locales et directes par des aménagements et activités sur les fleuves, le littoral et la mer ou globales et indirectes au travers de l'accélération du changement climatique ou de l'augmentation des sources de pollution. La multiplicité de ces interactions explique que les évolutions des littoraux sont variables dans le temps et présentent de fortes disparités entre régions.

Un littoral français particulièrement varié

Deuxième espace maritime mondial derrière les États-Unis, la zone économique exclusive française s'étend sur plus de 10 millions de kilomètres carrés, dont plus de 96 % sont ultramarins. Présents sur l'ensemble des océans, les quelque 20 000 kilomètres de côtes françaises recouvrent une rare **richesse paysagère et écologique**. Les types de côtes sont d'abord liés aux **caractéristiques géologiques et morphologiques** du contact entre la mer et les terres. Ainsi la présence sur le littoral de roches dures ou résistantes est favorable à l'apparition de reliefs et de côtes à falaises, alors que la présence de roches tendres ou de sédiments fins est associé au développement de côtes d'accumulation de faible altitude (plages, dunes...).

Au débouché de cours d'eaux se développent les baies, estuaires, deltas, rias (ou abers) et havres, pouvant être eux-mêmes le lieu de sédimentations¹ diverses et variées (plages, dunes, marais maritimes...). Ces formes littorales sont associées à des **habitats naturels** jouant un rôle important dans l'évolution du littoral (cordons dunaires, herbiers, mangroves, récifs coralliens, etc.).



La Tremblade (Charente-Maritime) © Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

1 - Processus selon lequel des particules se déposent sous forme de sédiments et éventuellement se consolident pour former une « roche sédimentaire » (Quae, 2010).

En métropole, et selon une répartition relativement homogène entre les trois façades maritimes (Manche-Mer du Nord, Atlantique et Méditerranée), le littoral est constitué de 44 % de côtes rocheuses et à falaises et de 39 % de côtes d'accumulation (galets, sables, vases), mais également de 17 % de côtes dites « artificialisées² ». Disséminés sur les 3 principaux océans, les territoires ultramarins français possèdent un caractère insulaire, à l'exception de la Guyane et la Terre Adélie. Les îles sont soit d'origine volcanique avec un relief marqué, comme la Martinique, Mayotte, La Réunion, Futuna et les « îles hautes » du Pacifique, soit coralliennes, comme les îles Éparses de l'océan Indien et les « îles basses » du Pacifique (dont Wallis et les Tuamotu) qui forment des atolls délimitant

un lagon abrité. Les départements d'outre-mer (hors Guyane) sont en moyenne constitués de 41 % de côtes rocheuses et à falaises, 29 % de côtes d'accumulation sableuses, 18 % de mangroves et 12 % de côtes artificialisées.



Motu au large de Tikehau (Polynésie française) © Olivier Chatté/MEDDE-MLETR

Des espaces très convoités et en expansion démographique

Avec 6,16 millions d'habitants estimés en 2010, **la densité de population des communes littorales métropolitaines est 2,5 fois supérieure à la moyenne hexagonale**. Au côté des activités maritimes, du développement urbain, des transports, de la pêche et de l'aquaculture, le tourisme est également un facteur important de développement économique et urbain avec des capacités d'accueil touristiques estimées à plus de 7,8 millions de lits en 2012, soit plus de 8 800 lits par commune. Les communes littorales métropolitaines pourraient ainsi héberger simultanément 14 millions de personnes simultanément sur seulement 4 % du territoire

hexagonal. La sphère d'économie présentielle³ est donc particulièrement importante en bord de mer où elle concentre les trois quarts des emplois salariés, soit 8 points de plus que la moyenne nationale. Cette forte dynamique de la population, constatée depuis au moins les années 1960, ne devrait pas s'essouffler : l'Insee⁴ estime que les 26 départements littoraux métropolitains devraient concentrer 43 % de la croissance démographique de la France métropolitaine d'ici 2040, avec près de 4 millions de nouveaux résidents. Il en résulte **une pression humaine très forte sur un territoire étroit, mobile et parfois en fort recul**.



Frontignan (Hérault) © Christian LAVIT/DREAL-LR

2 - Évaluation à partir du trait de côte Histolitt® (SHOM-IGN) et du projet européen EUROSION (2004) – l'artificialisation correspond ici principalement aux zones portuaires et poldérisées, c'est-à-dire gagnées sur la mer.

3 - Activités mises en œuvre localement pour la production de biens et de services visant la satisfaction des besoins de personnes présentes dans la zone, qu'elles soient résidentes ou touristes (Insee).

4 - Institut national de la statistique et des études économiques.

Facteurs naturels d'évolution du littoral et mouvements sédimentaires

La position du rivage est le résultat d'un rapport de force subtil entre un relief ou un stock de sédiments et des conditions bio-climatiques. Il détermine, à diverses échelles de temps allant de l'événement instantané (la tempête), aux variations millénaires du niveau marin, la nature et la vitesse des processus érosifs dominants. Le tout peut être modifié par des phénomènes tectoniques sur des pas de temps longs (isostasie⁵, glacio-isostasie, volcanisme...), mais également influencé par des actions anthropiques sur des périodes plus courtes et récentes. **La compréhension de la dynamique actuelle des littoraux nécessite donc une approche à diverses échelles de temps.**

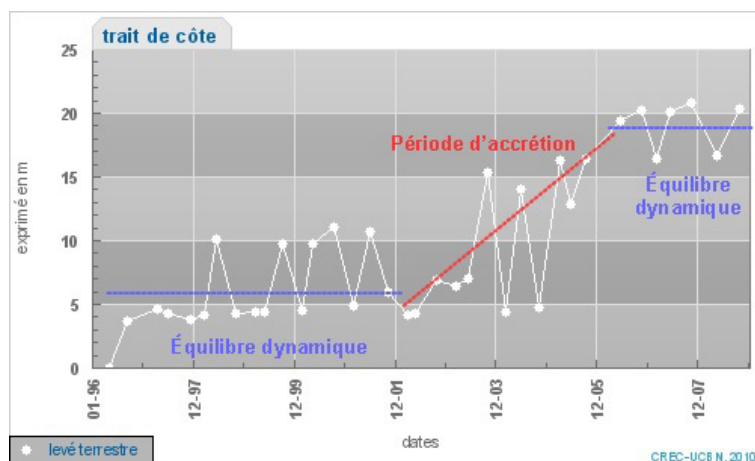
Des facteurs d'évolution naturels

Une grande partie des stocks de sédiments actuellement présents sur les littoraux est héritée de la dernière remontée importante du niveau marin (+100 à +130 m par rapport au niveau actuel) survenue lors de la transgression marine postglaciaire dite flandrienne (de 18 000 à 6 000 ans AP⁶). Dans un grand nombre de régions du monde, l'épuisement contemporain de ce stock constitue la première cause d'instabilité du littoral. Au quotidien, de nombreux facteurs contrôlent la mobilité de ce milieu :

- ❖ **facteurs endogènes** (descripteurs du milieu), tels que la topo-bathymétrie (pente, largeur de plage), la géologie (type de roche, résistance, disposition, fracturation ou encore phénomènes géologiques de subsidence ou soulèvement des côtes), les types de côte et d'habitat (couverture végétale, présence d'ouvrage côtier, etc.),
- ❖ **facteurs exogènes** (descripteurs des agents d'évolution), tels que les paramètres hydrodynamiques (niveau moyen de la mer, marée, surcotes, états de mer, courants, etc.) et météorologiques (vent, précipitations, températures, etc.).

La morphologie des côtes basses meubles (plage sous-marine, subaérienne, voire dune) est marquée alternativement par des phases d'érosion et d'accumulation particulièrement visibles à l'échelle saisonnière. Ainsi, pendant les tempêtes, ce type de côte subit généralement une érosion, puis une phase de reconstruction lors de périodes dites calmes. Ces évolutions, normales et réversibles, traduisent en fait l'ajustement des formes d'accumulation aux forçages météo-marins. Ces fluctuations sont décrites par certains scientifiques comme étant le « degré de liberté » ou la « respiration du système ». Les capacités et les vitesses d'ajustement des systèmes sont également liées à leur budget sédimentaire⁷.

Ainsi, avec un budget déficitaire, les formes d'accumulation vont s'adapter aux conditions de fortes agitations, mais leur tendance évolutive à long terme sera régressive. A contrario, si le budget est excédentaire, au-delà de l'adaptation morphologique réversible pendant et après les fortes agitations marines, la tendance générale du système sera à l'accrétion. À l'échelle annuelle, il est parfois constaté un recul du trait de côte de plusieurs mètres. Lors d'événements tempétueux (de forte intensité ou répétitifs), les reculs instantanés d'érosion peuvent même atteindre plusieurs dizaines de mètres.



Exemple de mesures de position du trait de côte sur l'ouest du Cotentin (CREC-UCBN, 2010) montrant la variabilité saisonnière autour d'une position relativement stable de 1996 à 2001, puis une tendance marquée à l'accrétion entre 2002 et 2006 et de nouveau une position d'équilibre dynamique entre 2006 et 2008. L'amplitude entre deux dates peut atteindre 12 mètres. À noter que cette évolution n'est valable que pour ce point de mesure particulier et ne relève pas d'une tendance généralisable.

5 - Ajustement vertical de la position de la croûte terrestre en réponse aux variations des charges de surface (théorie d'équilibre de la croûte terrestre par application du principe d'Archimède) (Quae, 2010).

6 - AP : « avant présent ».

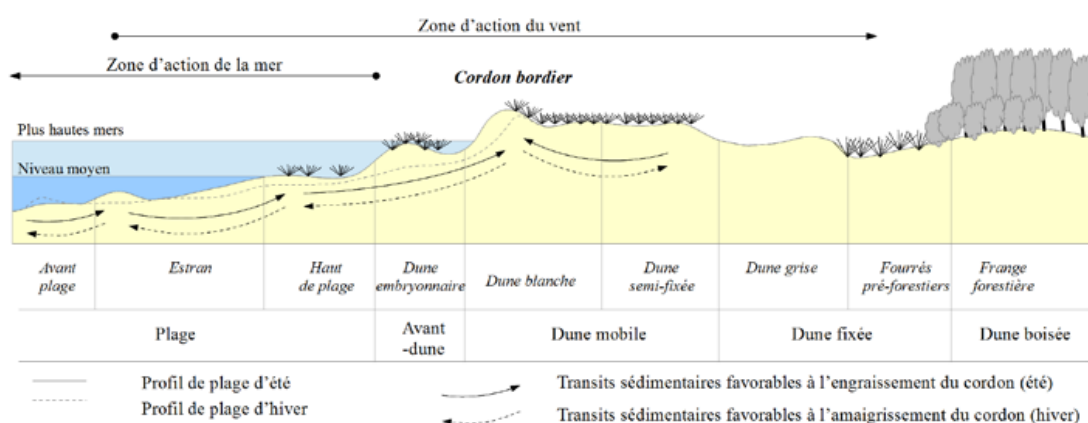
7 - Bilan récapitulatif pour le système étudié des flux entrants et sortants de sédiments (ou des volumes de sédiments entrants et sortants pendant une période donnée).

Les côtes à falaise et côtes rocheuses subissent un recul, plus ou moins rapide selon leur composition, sous l'effet combiné de la mer et des paramètres atmosphériques de température (gel/dégel) ou de précipitations (infiltration de l'eau). Leurs mouvements ponctuels dans le temps et dans l'espace sont souvent brutaux. Ainsi, lors d'effondrements ou de glissements majeurs, les reculs instantanés en haut d'abrupt peuvent atteindre plusieurs mètres, voire plusieurs dizaines de mètres. Cependant, de nombreuses années peuvent s'écouler avant que les phénomènes se reproduisent au même endroit. C'est pourquoi, en moyenne annuelle et sur plusieurs décennies, les vitesses de recul des falaises dépassent rarement 0,5 m/an.

Rôle des habitats naturels

Les habitats naturels participent à la résilience⁸ du milieu : ils peuvent diminuer l'impact des facteurs d'évolution et jouent un rôle de « zone tampon » vis-à-vis de l'érosion côtière et de la submersion marine. Certains habitats ont un rôle privilégié, notamment les cordons dunaires, les herbiers, les mangroves et les récifs coralliens.

Le fonctionnement dune-plage est un exemple marquant de la relation étroite entre les habitats naturels et l'évolution du milieu. Le **cordon dunaire** naturel forme avec l'estran⁹ et l'avant-plage un système dont les composants interagissent de manière complexe.



Échanges sédimentaires saisonniers au sein du système dune-plage (Florent Taureau, C erema)

Ce système concentre la majeure partie des échanges sédimentaires côtiers et joue plusieurs rôles directs et indirects face à l'érosion côtière. Il favorise notamment la dissipation de l'énergie des vagues à la côte et participe à la résilience du littoral grâce aux échanges sédimentaires internes au système (réalimentation en stock sableux de la plage après le passage de tempêtes puis reconstruction dunaire à partir de la plage). Il permet par ailleurs d'assurer aux zones basses situées en arrière-littoral un certain niveau de protection contre la submersion marine. La pérennité et la capacité d'ajustement du système dune-plage est directement liée à la liberté des échanges sédimentaires entre ses différentes composantes, or cette dernière est souvent perturbée par les ouvrages. Tout élément anthropique positionné entre la plage et le cordon dunaire perturbe ces échanges, diminue la capacité de résilience du système, voire l'érosion par abaissement de l'estran, favorisant ainsi les franchissements par la mer¹⁰.

Les **herbiers de phanérogames marines**¹¹, présents sur la pointe bretonne, en Méditerranée sous forme de posidonies et dans les outre-mer, sont également des facteurs de régulation des courants et sollicitations marines et participent ainsi à la stabilité du littoral. Sur les territoires ultramarins, les **mangroves** et les **récifs coralliens** permettent également de réduire l'agressivité des facteurs météo-marins sur le littoral (par exemple des cyclones) et de stabiliser la dynamique d'évolution. Au-delà de la protection qu'ils apportent face à l'action de la mer et aux événements climatiques, ces milieux particuliers sont sources d'une biodiversité exceptionnelle et offrent divers services écosystémiques tels que la séquestration de carbone ou la filtration et la rétention de polluants.

Pour **préserver et gérer durablement les espaces naturels littoraux et leurs fonctionnalités**, plusieurs mesures spécifiques sont mises en œuvre au travers notamment des actions du **Conservatoire du littoral** (164 570 ha de côtes protégées) et de la mise en place d'**aires marines protégées** (16,52 % des eaux françaises couvertes soient plus de 390 000 km²). En particulier, **35 000 ha de mangroves seront protégés dès 2016** grâce à l'action du Conservatoire soit un tiers des mangroves des outre-mer français.

La France possède **57 557 km² de récifs coralliens, soit près de 10%**, en surface, **des récifs mondiaux**. Elle soutient depuis 15 ans les actions de l'**Initiative française pour les récifs coralliens** (IFRECOR) visant notamment à améliorer la connaissance de ces écosystèmes, évaluer leur état de santé, suivre son évolution ou estimer la valeur des services qu'ils rendent.

8 - Capacité d'un milieu à résister à des agressions ou à retrouver son intégrité (Quae, 2010).

9 - Zone comprise entre les plus hautes et les plus basses mers connues ou zone de balancement des marées (Quae, 2010).

10 - Dépassement intermittent par les vagues de la crête des ouvrages ou des cordons dunaires, alors que le niveau marin ne l'atteint pas, participant à la submersion des terres en arrière.

11 - Prairies sous-marines composées de plantes à fleurs dont la posidonie constitue une famille particulière.

Influence des actions anthropiques

L'occupation des zones côtières par l'Homme a profondément évolué au cours des siècles, passant d'un milieu à vocation usagère et défensive au Moyen Âge à une exploitation balnéaire récréative en seconde moitié du XX^e siècle. Les actions anthropiques, qui conduisent notamment à l'artificialisation du littoral, contribuent ainsi depuis plusieurs siècles à la perturbation locale du fonctionnement des milieux naturels littoraux. À ces impacts directs peut s'ajouter la pollution des milieux, une des premières causes de dégradation des herbiers, mangroves et récifs coralliens.

Historique de l'anthropisation du littoral

Du Moyen Âge au milieu du XIX^e siècle, les zones côtières et l'océan sont souvent perçus comme hostiles par les populations et les élites continentales ; seuls quelques secteurs particulièrement abrités sont gagnés sur la mer par la construction d'ouvrages (poldérisation). L'État royal ne s'intéresse au littoral que sous l'angle stratégique et militarise la côte ponctuellement comme à Toulon, Brest, Rochefort et Lorient. L'espace côtier et ses ressources sont exploités par les populations littorales de manière durable et en fonction de l'**impératif de sécurité**. Distants d'au moins un kilomètre, les villages et hameaux sont installés sur des terres situées au-dessus du niveau de la mer, à l'abri des inondations fluviales ou des submersions marines.

À compter des années 1850, une urbanisation nouvelle apparaît. Les ports commencent à remanier profondément les zones côtières en s'accompagnant du développement d'un réseau d'infrastructures à terre, notamment ferroviaire. Cette première **mutation d'ordre économique** se double d'un nouvel intérêt social pour les anciens confins littoraux fondé sur leur usage ludique. En parallèle, la majeure partie des dunes mobiles, en particulier celles du golfe de Gascogne, fait l'objet de boisements massifs et de gigantesques travaux de calibrage sont engagés en vertu d'un profil « idéal » conférant à la dune bordière une fonction protectrice.

Après 1945, les espaces littoraux sont progressivement jalonnés de routes côtières, parfois construites au cœur même du système dunaire. Ces nouvelles infrastructures affaiblissent les dunes et aggravent l'impact des inondations en créant un effet de cuvette et en perturbant irrémédiablement le réseau hydrographique. Elles desservent alors de nouveaux pôles d'urbanisation, construits sur les propriétés jusque-là dépeuplées en vertu d'un principe de précaution ancestral. Même si, à la fin des années 1970, une gestion plus durable des dunes est engagée, favorisant des dunes semi-naturelles plus riches sur un plan écologique, tous les facteurs sont réunis pour une **dégradation accélérée des milieux naturels**.

Dans les départements d'outre-mer, les premiers noyaux d'urbanisation ont été développés par les colons européens qui appliquent, dès leur arrivée au milieu du XVII^e siècle, un principe de précaution élémentaire : les villes se développent sur les parties des îles protégées des vents dominants et par conséquent, des risques littoraux (cyclones, inondations et érosion). Mais comme en métropole, l'essor démographique et économique, à compter du XX^e siècle, bouleverse la répartition de la population et **accroît leur vulnérabilité**.



Apport des cartes anciennes pour le suivi de l'aménagement littoral du nord de l'île d'Oléron entre le XVIII^e siècle (carte de Cassini à gauche), les années 1820-1866 (carte d'État Major au centre) et la période actuelle (Scan Littoral à droite) - Source : Géoportail - © IGN 2015

Interventions humaines et artificialisation du littoral

Les interventions humaines impactant le littoral sont nombreuses et concernent un large spectre, allant des territoires continentaux au milieu marin. À terre, les interventions humaines sur les bassins versants peuvent moduler les apports sédimentaires des fleuves à la côte. En particulier, la construction de barrages, l'endiguement des cours d'eau et les extractions dans les lits des rivières limitent la libre circulation des sédiments et diminuent les volumes de sédiments qui alimentaient auparavant les plages. À l'inverse, le ruissellement induit par l'artificialisation des terres tend à augmenter les apports sédimentaires par l'érosion terrestre. En mer, les impacts cumulés des usages et activités (pêche, extractions de granulats, traitement à terre des sédiments de dragage des ports, etc.) altèrent ou diminuent le stock sédimentaire disponible. Ces impacts, bien que connus qualitativement, sont difficiles à quantifier et nécessitent des études locales, au cas par cas.

Sur la frange littorale, les principaux impacts sont liés à la construction d'aménagements divers pour des besoins économiques, touristiques, d'agriculture ou d'urbanisation, et se traduisent principalement par l'artificialisation du littoral. Le linéaire d'aménagements littoraux a doublé sur les 50 dernières années et concerne aujourd'hui environ 15 000 aménagements¹². Parmi eux, 8 650 sont des ouvrages côtiers construits dans un but de fixation du trait de côte ou de lutte contre les effets locaux de l'érosion. Les ouvrages se substituant au trait de côte (digues côtières, perrés et murs de soutènement des terres) sont plus présents sur les façades Manche-Mer du Nord et Atlantique, alors que les épis et brise-lames sont plus développés en Méditerranée. En tout, ces aménagements impactent et artificialisent un **linéaire côtier de quelque 2840 km (soit 20%¹³) en métropole**.

Ces ouvrages ne constituent pas un remède efficace à long terme contre l'érosion, voire accélèrent les phénomènes en reportant latéralement l'érosion (cas des perrés, des épis et des brise-lames) ou en provoquant un abaissement de la plage par l'augmentation de la réflexion de l'énergie des vagues en pied d'ouvrage (cas des perrés, murs et digues) entraînant par la même occasion un risque accru de submersion marine par franchissement par paquets de mer. Le coût initial d'investissement pour la construction de ces ouvrages est important et peut devenir difficilement soutenable lorsque s'y ajoutent l'entretien courant (réparations), la gestion des risques induits (érosion, submersion) et la perte possible d'attrait touristique par dénaturation du paysage et perte d'espace de loisirs sur la plage émergée.



Criel-sur-Mer (Seine-Maritime) © Stéphane Costa

De la prise de conscience à une politique publique adaptée

Dans le mouvement des prises de conscience environnementale des années 70, une gestion intégrée et raisonnée des zones côtières est amorcée. Dès 1986, la France adopte la loi dite « littorale » dans l'objectif de limiter l'artificialisation incontrôlée des côtes et concilier le maintien ou le développement des activités s'exerçant sur le littoral et la protection ou la restauration du patrimoine naturel, culturel et paysagé. L'érosion des côtes fait aujourd'hui l'objet d'une politique publique nationale adaptée pour mieux prendre en compte les milieux naturels et les impacts des ouvrages. À travers une meilleure compréhension des dynamiques littorales, il s'agit de limiter leurs effets et de laisser au littoral un espace de respiration, préservant sa capacité d'adaptation et de résilience. Pour atteindre cet objectif, plusieurs options doivent être envisagées parfois simultanément ou de façon successive. La protection du littoral est l'une de ces options. Elle peut combiner plusieurs techniques ou méthodes tels que le rechargement de plage et de cordons dunaires, en prenant appui sur l'action des phénomènes naturels. Au-delà d'une action directe sur l'évolution à court terme du trait de côte, il est également nécessaire de repenser l'aménagement du littoral et d'étudier sa recomposition spatiale pour mieux anticiper les phénomènes sur le long terme afin de soustraire plus durablement les biens et les personnes aux risques littoraux auxquels ils sont exposés. Plusieurs leviers d'actions mis en œuvre dans les politiques publiques relatives notamment à l'urbanisme, à la prévention des risques, à la protection des espaces naturels et à la préservation de la ressource en eau contribuent d'ores et déjà à l'atteinte de cet objectif.

12 - 750 km d'ouvrages étaient visibles jusqu'en 1955. Plus de 1 700 km ont pu être recensés depuis 2005, d'après l'indicateur national d'érosion côtière (Cerema-MEDDE, 2015).

13 - Estimation sur la base du linéaire de trait de côte Histolitt®, produit commun SHOM-IGN.

Littoral et changement climatique

Les dynamiques actuelles d'évolution du littoral vont être impactées de manière certaine par les changements climatiques en cours. Cependant l'ampleur de ces modifications et les différences entre territoires restent encore à préciser. Le principal moteur actuellement connu de cette évolution est l'élévation avérée du niveau de la mer.

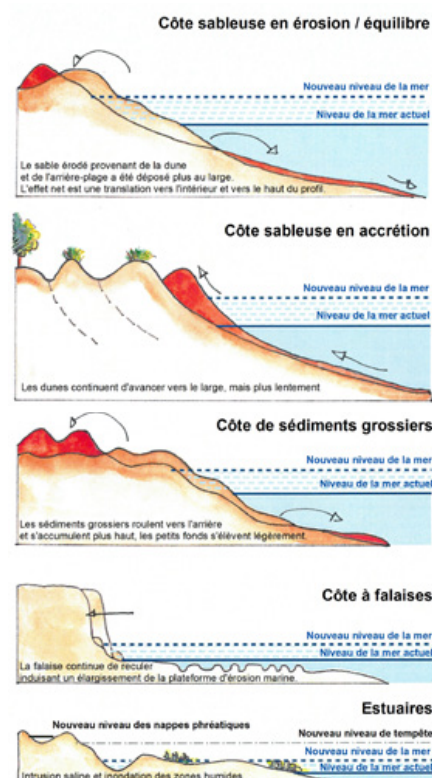
Impact sur les facteurs d'évolution

Tous les travaux scientifiques s'accordent par rapport aux cinquante dernières années, en relation avec le réchauffement actuel de l'atmosphère. Le phénomène n'est pas homogène sur les territoires et il se poursuivra encore sur plusieurs siècles, quelle que soit l'évolution mondiale des émissions de gaz à effet de serre. Selon les estimations du Giec¹⁴ en 2013, et sous réserve de l'évolution des régions polaires, dont la fonte des glaces pourrait générer des valeurs beaucoup plus fortes, **l'élévation du niveau moyen des mers devrait atteindre, à l'échéance de 2100, la fourchette de 0,3 à 0,8 mètre au niveau mondial.** Des interrogations demeurent encore sur l'ampleur exacte et le rythme de ce phénomène ; cependant, une communauté scientifique de plus en plus large évoque des niveaux qui pourraient atteindre le mètre d'ici 100 ans. Par ailleurs, l'acidification des océans¹⁵, les modifications des conditions hydrodynamiques¹⁶ à la côte du simple fait de l'élévation du niveau de la mer et les possibles modifications du régime de tempêtes perturberont de manière certaine le fonctionnement actuel des littoraux.

Capacité d'adaptation des milieux naturels

Les milieux naturels se sont toujours adaptés aux changements climatiques, selon des processus bien connus :

- ✧ **les côtes d'accumulation sableuses ou de galets** ont tendance à reculer et à s'élever sous l'effet de l'augmentation du niveau de la mer : une partie des sédiments est projetée en arrière des crêtes de cordons, tandis qu'une autre vient alimenter les petits fonds et provoque un léger exhaussement des fonds. ce mécanisme permet au système de garder son intégrité ;
- ✧ **les côtes à falaise** continuent de s'éroder à un rythme éventuellement plus fort mais dépendant de leur composition et des processus d'érosion continentaux ;
- ✧ l'évolution des **zones estuariennes** et des marais maritimes est plus complexe, du fait des très fortes interactions entre la végétation et l'évolution du littoral et entre l'évolution des conditions marines et continentales. Cependant, la seule évolution du niveau marin provoquera :
 - l'inondation des zones humides basses, si la sédimentation naturelle ne permet pas d'exonder suffisamment ces territoires,
 - une intrusion des eaux marines dans les nappes phréatiques littorales,
 - et une difficulté supplémentaire pour évacuer les eaux fluviales pouvant contribuer à l'augmentation des inondations estuariennes.



Adaptation des littoraux à l'élévation du niveau de la mer¹⁷

Malheureusement une grande partie de ces milieux naturels est aujourd'hui entravée et ne peut plus s'adapter librement faute d'espace suffisant disponible. Par ailleurs, les émissions actuelles de gaz à effet de serre évoluent à de telles vitesses que les milieux naturels n'ont jamais été confrontés à des modifications climatiques aussi rapides. Ces deux éléments permettent de douter de leurs capacités d'adaptation aux changements en cours, qui restent ainsi des interrogations scientifiques et sociétales majeures.

14 - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

15 - Phénomène de diminution du pH de l'océan, principalement du fait de l'absorption du dioxyde de carbone atmosphérique dans l'eau et par conséquent en lien avec l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

16 - Par « conditions hydrodynamiques », on entend la caractérisation des paramètres hydrauliques (vagues, niveaux et courants marins et éventuellement débits fluviaux) responsables de l'évolution du littoral.

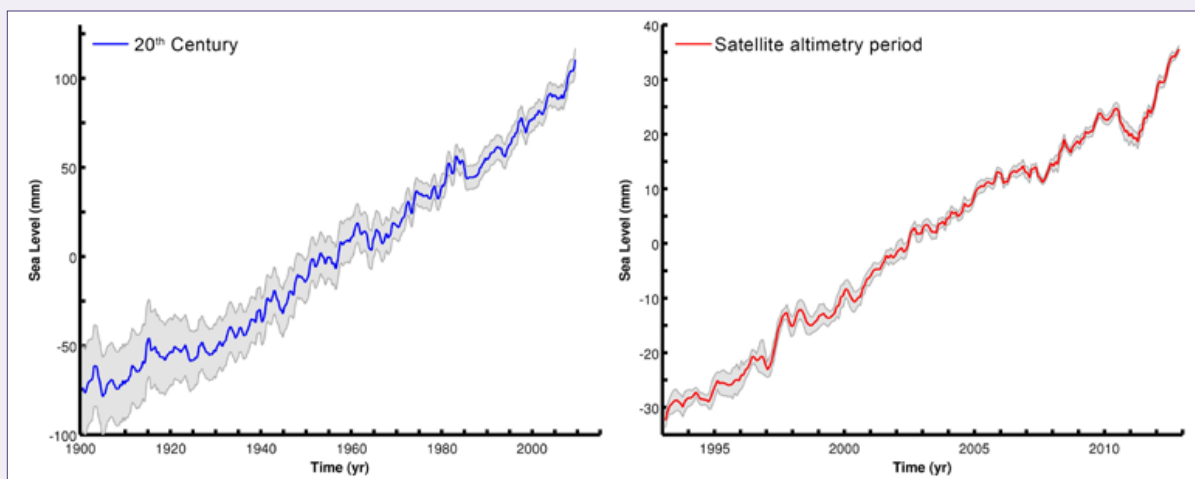
17 - D'après Costa S., Suanes S., Anthony E., Héquette A., Goslin J., Morhange C., Regniauld H., Ruz M.-H., Sabatier F. et Stefan P. (2013). Les littoraux et l'élévation du niveau des mers. In: Géomorphologie de la France, Dunos, pp.143-156 et Jay H., Burgess K.A. et Hosking A.S. (2003). An awareness of geomorphology for coastal defence planning. In: Proceedings of the International Conference on Coastal Management, Institution of Civil Engineers, Brighton, UK, 15-17 Octobre 2003. Brighton, UK.

Contribution des habitats naturels à l'atténuation des impacts

Les végétaux constituant les habitats naturels côtiers, terrestres ou sous-marins, participent à la réduction de la concentration des gaz à effet de serre par absorption du carbone atmosphérique lors de la photosynthèse. Ils participent par ailleurs à la réduction des impacts de l'érosion côtière et de la submersion marine en dissipant l'énergie hydrodynamique à la côte, en stockant une partie du matériel sableux (dans les cordons dunaires), en limitant les capacités de transport vers l'extérieur (limitation des pertes vers le large grâce aux herbiers marins ou à terre grâce à la végétation dunaire) et en protégeant ainsi les zones basses en arrière-littoral contre la submersion marine. Ils sont une des meilleures parades offertes par la nature pour atténuer les effets du changement climatique et participer à la résilience des systèmes côtiers. La dégradation des milieux naturels concourt donc à l'aggravation des impacts du changement climatique.

Chiffres-clés de l'élévation du niveau marin

Plus 15 cm au XX^e siècle. La vitesse d'élévation du niveau marin a quasiment doublé sur la période récente par rapport au siècle dernier en métropole (vitesse d'environ 3 mm/an observée aux marégraphes de Brest et de Marseille depuis 1980). L'élévation du niveau de la mer est encore plus marquée dans le Pacifique tropical ouest et l'océan Indien tropical ouest.



Evolution du niveau de la mer en cm en moyenne globale, pour deux périodes : 1900-2010 (reconstruction à partir de données marégraphiques) à gauche et 1993-2012 (à partir de l'altimétrie spatiale) à droite.¹⁸

De 20 à 40 cm d'ici 2050 et de 30 à 80 cm d'ici 2100 d'élévation moyenne du niveau marin au niveau mondial, selon les scénarii d'évolution des émissions de gaz à effet de serre (Giec, 2013).

Une élévation d'un mètre du niveau de la mer augmenterait de près d'un tiers les surfaces vulnérables à la submersion marine. Environ 7 570 km² sont actuellement situés sous le niveau de la mer centennal¹⁹ (respectivement 5 900 km² en métropole et 1 670 km² en outre-mer) ; ce chiffre passerait à 9 700 km² avec une élévation d'un mètre du niveau de la mer²⁰. L'impact de l'élévation du niveau de la mer se fera plus ressentir dans les outre-mer (augmentation de 42 % des surfaces vulnérables).

Une élévation d'un mètre du niveau de la mer augmenterait de près de la moitié le nombre de bâtiments et d'un tiers le linéaire d'infrastructures vulnérables à la submersion marine. Environ 290 000 bâtiments (265 200 en métropole et 24 600 en outre-mer) et 18 000 km d'infrastructures de transport (16 800 en métropole et 1 260 en outre-mer) sont actuellement situés sous les niveaux marins centennaux ; sans tenir compte d'une possible augmentation de l'implantation de nouveaux enjeux dans ces zones vulnérables, leur nombre passerait à 423 800 bâtiments et 24 600 km avec une élévation d'un mètre du niveau de la mer²⁰. Là-encore, l'impact de l'élévation du niveau de la mer sera plus marqué dans les outre-mer avec une augmentation de deux tiers des bâtiments et de trois-quart des infrastructures de transport vulnérables.

18 - D'après Church et White (2011) et Cazenave et Le Cozannet (2014) dans le rapport « Changement climatique et niveau de la mer : de la planète aux côtes françaises » constituant le 5^{ème} volume de « Le climat de la France au XXI^e siècle » (MEDDE, 2015).

19 - Niveau marin maximal atteint chaque année avec une probabilité de 1 sur 100.

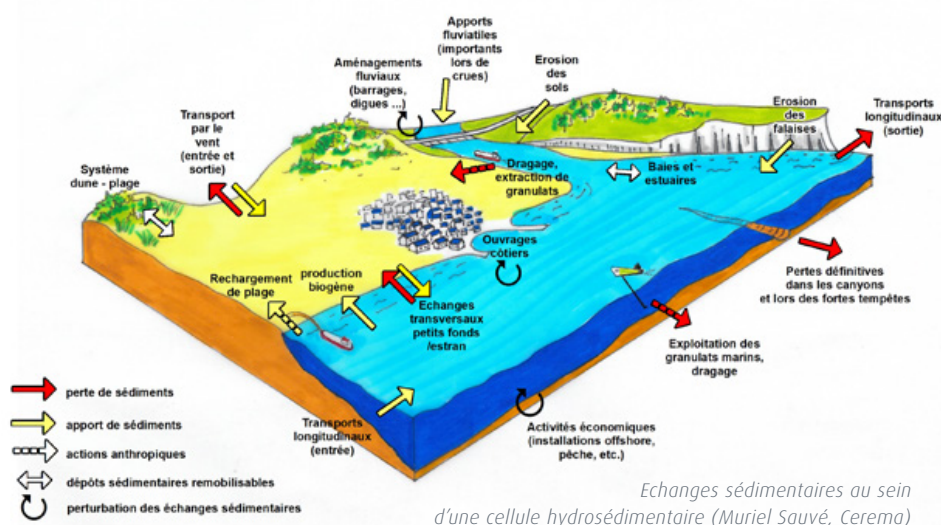
20 - D'après l'étude « Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux » (CETMEF-CETE Méditerranée-CETE de l'Ouest, 2012) disponible sur le site du Cerema (<http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/vulnerabilite-du-territoire-national-aux-risques-a406.html>) et du Géolittoral (<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/vulnerabilite-aux-risques-littoraux-r251.html>) – Chiffres donnés hors Polynésie française, Wallis-et-Futuna et les Terres australes et antarctiques françaises où l'information n'est pas disponible.

La cellule hydrosédimentaire : une échelle adaptée pour la prise de décision

Pour faire émerger des choix d'aménagement pertinents, intégrant et anticipant les évolutions du littoral, l'échelle géographique adaptée est a minima celle de la cellule hydrosédimentaire, échelle à laquelle se déroulent les phénomènes et dynamiques sédimentaires. Lorsque ces cellules ne sont pas encore identifiées, il convient de se référer à l'unité morphosédimentaire.

Concept et définition de la cellule hydrosédimentaire

L'évolution du littoral est liée à des mouvements de sédiments qui s'opèrent à différentes échelles de temps et d'espace. La cellule hydrosédimentaire est ainsi un concept permettant d'identifier, à une échelle donnée, des compartiments du littoral qui peuvent être décrits et analysés de manière autonome sur le plan des transports sédimentaires. Ce découpage du littoral a pour objectif de permettre l'établissement de bilans des échanges de sédiments au sein de chaque cellule et d'aider à la définition de la bonne échelle géographique de prise de décision en matière d'aménagement côtier. Elle permet en effet de bien prendre en compte l'ensemble des facteurs d'évolution du littoral sur un secteur géographique donné.



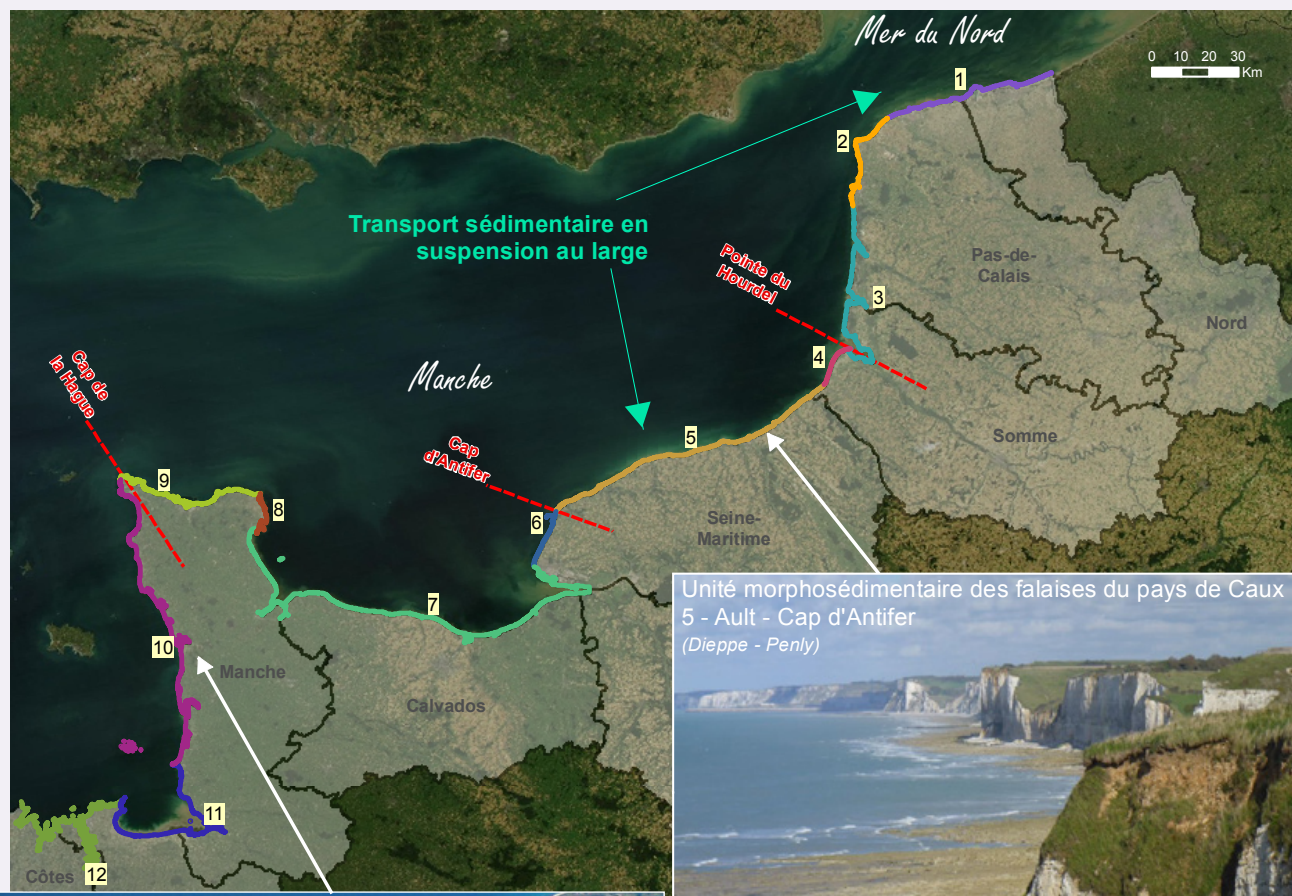
Modalités d'identification dans les territoires

L'application concrète de ce concept de cellule sur les territoires peut s'avérer compliquée du fait de l'emboîtement des échelles, à la fois spatiales et temporelles. Cette délimitation dépend en effet des contextes locaux et peut être évolutive dans le temps et modifiée par les aménagements côtiers. Fortement influencée par le contexte géomorphologique dans lequel elle s'inscrit, elle peut concerner quelques kilomètres à plusieurs centaines de kilomètres de côtes. En s'appuyant sur les phénomènes naturels, le découpage en cellules hydrosédimentaires s'accorde mal avec les limites administratives.

Les côtes basses meubles se prêtent généralement à des interprétations diverses et emboîtées, en fonction des échelles de travail et des critères de délimitation choisis. À l'opposé, les côtes rocheuses peuvent présenter des formes dentelées, où les transits sédimentaires sont complexes, limités et moins bien connus. Les cellules identifiables sont alors souvent de petites tailles et la définition de grands ensembles sédimentaires s'appuie principalement, par défaut, sur des critères géologiques ou géographiques.

Vers une cartographie nationale des cellules hydrosédimentaires

Afin de produire une cartographie nationale homogène en métropole et sur les outre-mer, un découpage du littoral a été opéré à diverses échelles. Une première identification de « **provinces sédimentaires** », de plusieurs centaines de kilomètres en moyenne, s'est appuyée sur la délimitation de secteurs où les processus d'évolution étaient considérés comme homogènes et relativement différents des provinces adjacentes. 10 provinces en métropole et 10 provinces ultramarines ont ainsi pu être individualisées. À l'intérieur de ces provinces ont été définies des **cellules hydrosédimentaires** (de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres). Cependant, lorsque ces définitions fines n'étaient pas possibles, notamment lorsque les limites des cellules sont mobiles ou font encore l'objet de discussions d'experts, le découpage adopté s'est appuyé sur des formes et des natures de côte homogènes, appelées « **unités morphosédimentaires** ».



Unité morphosédimentaire des falaises du pays de Caux
5 - Ault - Cap d'Antifer
(Dieppe - Penly)



Cellule hydrosédimentaire limitée par une jetée portuaire au Tréport
(transit d'estran - galets)

Unité morphosédimentaire de la côte des havres
10 - Cap de la Hague - Pointe du Roc
(havre de Saint-Germain-en-Ay-Lessay)



Cellule hydrosédimentaire entre
Granville et le havre de la Vanlée
(transit d'estran sableux)

Havre de la Vanlée
(cours d'eau = épi hydraulique)

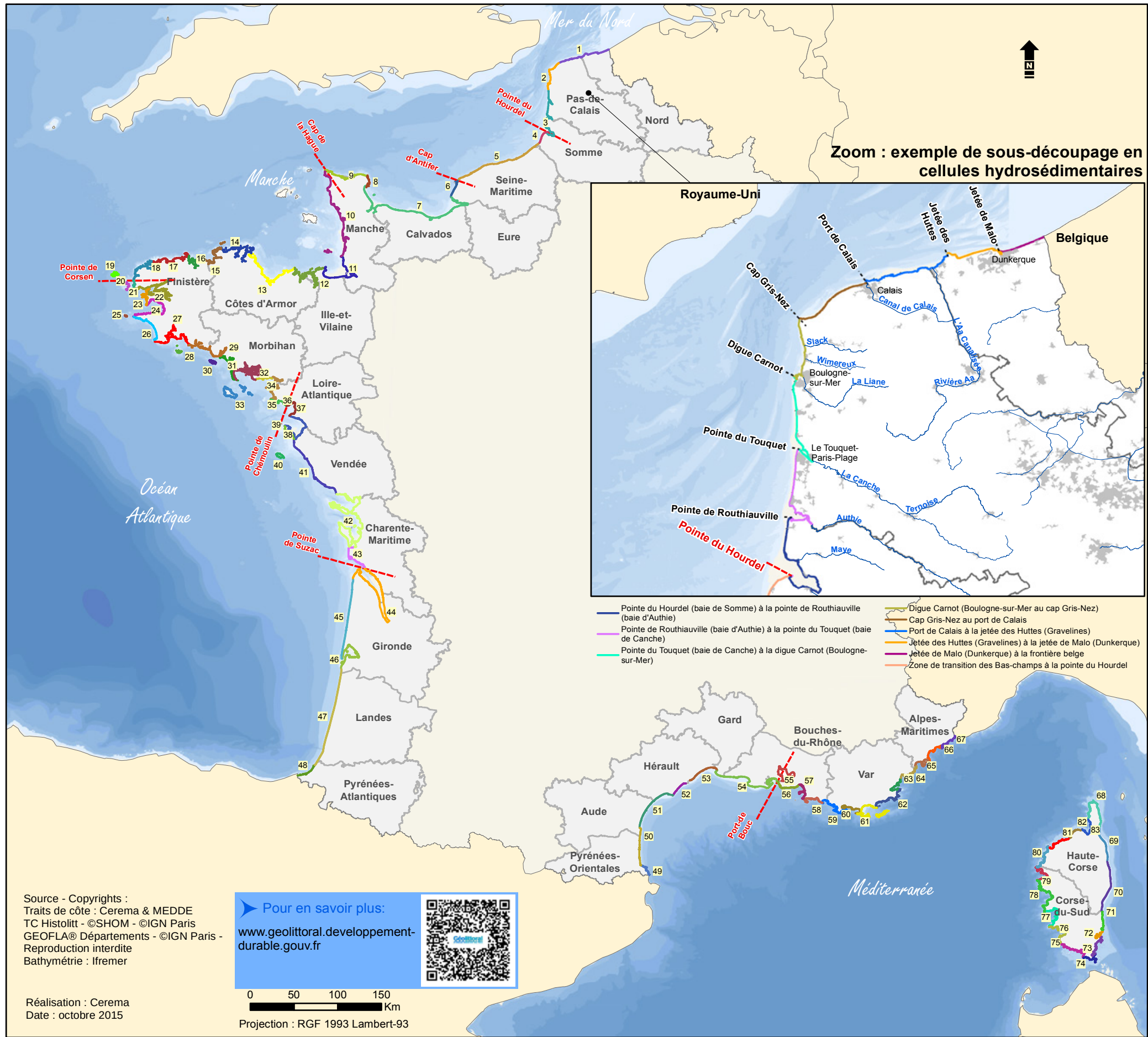
--- Limite de province sédimentaire

Unité morphosédimentaire

- 1, Frontière belge - Sangatte (plaine maritime flamande)
- 2, Sangatte - Hardelot (Boulonnais)
- 3, Hardelot - Pte du Hourdel (plaine maritime picarde)
- 4, Pte du Hourdel - Ault (Bas-Champs de Cayeux)
- 5, Ault - Cap d'Antifer
- 6, Cap d'Antifer - Sainte-Adresse
- 7, Sainte-Adresse - St-Vaast la Hougue
- 8, St-Vaast la Hougue - Barfleur
- 9, Barfleur - Cap de la Hague (Nord Cotentin)
- 10, Cap de la Hague - Pte du Roc (côte des havres)
- 11, Pte du Roc - Pte du Grouin (baie du Mont-Saint-Michel)
- 12, Pte du Grouin - Cap Fréhel

Source - Copyrights :
TC Histolitt - ©SHOM - ©IGN Paris
GEOFLA® Départements - ©IGN Paris -
Reproduction interdite
NASA, visible Earth

Crédits photos :
© Stéphane Costa / Univ. Caen
© Anthony Penel



Les unités morphosédimentaires en métropole

- Limite de province sédimentaire
- Unité morphosédimentaire**
- | | |
|--|--|
| 1, Frontière belge - Sangatte (plaine maritime flamande) | 41, Goulet de Fromentine - Pte du Grouin du Cou (domaine vendéen) |
| 2, Sangatte - Hardelot (Boulonnais) | 42, Pte du Grouin du Cou - Pertuis de Maumusson y compris îles d'Aix, Ré, Oléron |
| 3, Hardelot - Pte du Hourdel (plaine maritime picarde) | 43, Pertuis de Maumusson - Embouchure de la Gironde |
| 4, Pte du Hourdel - Ault (Bas-Champs de Cayeux) | 44, Estuaire externe de la Gironde |
| 5, Ault - Cap d'Antifer | 45, Pte de la Négade - Pte du Cap Ferret (côte sableuse aquitaine) |
| 6, Cap d'Antifer - Sainte-Adresse | 46, Bassin d'Arcachon |
| 7, Sainte-Adresse - St-Vaast la Hougue | 47, Arcachon - Pte Saint-Martin (côte sableuse aquitaine) |
| 8, St-Vaast la Hougue - Barfleur | 48, Pte Saint-Martin - Frontière espagnole |
| 9, Barfleur - Cap de la Hague (Nord Cotentin) | 49, Frontière espagnole - Le Racou (côte Vermeille) |
| 10, Cap de la Hague - Pte du Roc (côte des havres) | 50, Le Racou - Cap Leucate (le Roussillon) |
| 11, Pte du Roc - Pte du Grouin (baie du Mont-Saint-Michel) | 51, Cap Leucate - Cap d'Agde (le Narbonnais) |
| 12, Pte du Grouin - Cap Fréhel | 52, Cap d'Agde - Sète (le lido de Sète) |
| 13, Cap Fréhel - Pte de la Trinité (baie de Saint-Brieuc) | 53, Sète - Le Grau-du-Roi (golfe d'Aigues-Mortes) |
| 14, Pte de la Trinité - Pte de Men Ruz (côte de granit rose) | 54, Le Grau-du-Roi - Port-de-Bouc (la Camargue) |
| 15, Pte de Men Ruz - Pte de Primel | 55, Etang de Berre |
| 16, Pte de Primel - Pte de Bloiscon | 56, Port de Bouc - Tunnel du Rove |
| 17, Pte de Bloiscon - Pte Roc'h Pelguent | 57, Tunnel du Rove - Cap Croisette |
| 18, Pte Roc'h Pelguent - Pte de Corsen (côte des abers) | 58, Cap Croisette - Bec de l'Aigle |
| 19, Ouessant | 59, Bec de l'Aigle - Pte de Balaguier |
| 20, Archipel de Molène | 60, Pte de Balaguier - Pte des Chevaliers |
| 21, Pte Corsen - Pte de Saint-Mathieu | 61, Pte des Chevaliers - Cap Benat |
| 22, Pte de Saint-Mathieu - Pte des Espagnols | 62, Cap Benat - Pte de la Rabiou |
| 23, Pte des Espagnols - Cap de la Chèvre | 63, Pte de la Rabiou - Pte de Saint-Aygulf |
| 24, Cap de la chèvre - Pte du Raz | 64, Pte de Saint-Aygulf - Pte de l'Aiguille |
| 25, Ile de Sein | 65, Pte de l'Aiguille - Cap d'Antibes |
| 26, Pte Corsen - Pte de Penmac'h | 66, Cap d'Antibes - Cap Ferrat |
| 27, Pte de Penmac'h - Pte de Trévignon | 67, Cap Ferrat - Frontière italienne |
| 28, Archipel des Glénan | 68, Pte de Canelle - Miomo |
| 29, Pte de Trévignon - Fort de Port-Louis | 69, Miomo - Moriani |
| 30, Ile de Groix | 70, Moriani - Solenzara |
| 31, Fort de Port-Louis - Pte du Conguel | 71, Solenzara - Pinarello (île) |
| 32, Pte du Conguel - Pte de Saint-Jacques | 72, Pinarello (île) - Pte de la Chiappa |
| 33, Belle-Ile, Houat et Hoëdic | 73, Pte de la Chiappa - Pte Capicciola |
| 34, Pte de Saint-Jacques - Pte de Kervoyal | 74, Pte Capicciola - Capo di Feno |
| 35, Pte de Kervoyal - Pte du Croisic | 75, Capo di Feno - Pte de Senetosa |
| 36, Pte du Croisic - Pte de Chémoulin | 76, Pte de Senetosa - Capo di Muro |
| 37, Estuaire externe de la Loire | 77, Capo di Muro - Pte de la Parata |
| 38, Pte de Saint-Gildas - Pte de l'Herbaudière (Baie de Bourgneuf) | 78, Pte de la Parata - Capo Rosso |
| 39, Pte de l'Herbaudière - Pte de la Fosse (Facade occidentale de Noirmoutier) | 79, Capo Rosso - Punta Palazzu |
| 40, Île d'Yeu | 80, Punta Palazzu - Pte de la Revellata |
| | 81, Pte de la Revellata - Lozari |
| | 82, Lozari - Pte de Curza |
| | 83, Pte de Curza - Pte de Canelle |

Le découpage en unités morphosédimentaires est en cours sur les territoires ultramarins, qui correspondent chacun à une province sédimentaire à part entière.



Les blockhaus, marqueurs de l'érosion côtière © Laurent Mignaux/MEDDE-MLETR

L'évolution du littoral en France

L'apport d'un indicateur national

De très nombreuses études de qualité ont été réalisées sur les dynamiques côtières, mais elles ont été produites à partir de techniques et de méthodes aux précisions variées, sur des intervalles de temps et des espaces parfois restreints, et sur la base de « traits de côte » pas toujours comparables. Cependant, compte tenu des enjeux liés à l'évolution du trait de côte pour le littoral français, il est essentiel de disposer d'une **information homogène à une échelle nationale** sur les processus en cours notamment dans le cadre du changement climatique. Dans ce contexte, il a donc été proposé, dans le cadre

de la *Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte*, la création et la cartographie d'un indicateur national d'érosion côtière, basé sur **l'observation des tendances passées** de l'évolution du trait de côte et représenté au 1/100 000. Cet indicateur permet d'établir un constat du phénomène d'érosion à l'échelle nationale sur une base comparable. Sa cartographie n'a pas vocation à se substituer aux études locales, potentiellement plus précises et destinées à des déclinaisons opérationnelles : elle constitue un **outil complémentaire d'information** à une échelle différente.

La méthode mise en œuvre

L'indicateur national d'érosion côtière repose sur une représentation des évolutions passées du trait de côte par la mesure directe des effets visibles de l'érosion à long terme. Des marqueurs de la position du trait de côte observables sur des orthophotographies²¹ ont été définis par type de côte puis relevés, selon une méthode homogène, sur la quasi-totalité du territoire par le Cerema²². Deux séries de clichés orthophotographiques

espacées **d'au moins 50 ans** ont été utilisées. Cette méthode a été choisie compte tenu de la **disponibilité des données à l'échelle du territoire national** et des connaissances recueillies dans la littérature scientifique, dans le cadre d'un comité scientifique, présidé par Stéphane Costa, géographe de l'Université de Caen, qui regroupe les principaux établissements publics compétents en matière de littoral et des experts reconnus.



Position du trait de côte en 1930 (à gauche) et 2008 (au centre) et calcul de son évolution en près de 80 ans (orthophotographies de la BD Ortho IGN et de l'Ortholittorale V2)

21 - Photographies aériennes orthorectifiées, c'est-à-dire dont la géométrie a été corrigée pour correspondre à une prise de vue verticale.

22 - Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

Des évolutions contrastées par type de côte... ... mais de faibles différences par façade

Sur les territoires où les tendances d'évolution passée ont pu être estimées, 22 % des côtes sont en recul avec des vitesses variant de 0,1 à 8 m/an. C'est ainsi l'équivalent de 3 100 terrains de rugby perdus en 50 ans du fait de l'érosion, soit 26 km² de territoire métropolitain entre 1949 et 2005.

Les côtes d'accumulation, notamment sableuses, sont les plus évolutives : 39 % de ces environnements affichent des tendances en érosion contre 31 % en accrétion. Leurs taux d'évolution dépassent localement 3 m/an. Parmi les environnements de falaise, les côtes rocheuses hautes (supérieures à 20 m) sont les plus exposées au recul, notamment celles constituées de roches sédimentaires à plus faible résistance, telles que les craies, les argiles et les marnes. Les côtes rocheuses basses (inférieures à 20 m), essentiellement constituées de roches dites « dures » (plutoniques et métamorphiques), constituent les environnements les plus stables, bien que très ponctuellement les taux d'érosion peuvent dépasser 0,5 m/an. Les côtes rocheuses aux matériaux très résistants constituent ainsi 68 % des environnements à évolution non perceptible ($\pm 0,1$ m/an) ! En excluant ce type de côte et en ne tenant donc compte que des littoraux qui peuvent librement évoluer, ce sont alors 36 % des côtes françaises qui subissent une érosion de 0,1 à 8 mètres par an.

Les différences entre façades sont relativement faibles : la Méditerranée est la façade où les tendances sont les plus marquées avec plus d'un quart de ses côtes (27 %) en érosion et près d'un cinquième (18 %) en accrétion (zones se situant essentiellement au débouché des cours d'eau majeurs, et des zones d'abris). Les taux de recul les plus importants (supérieurs à 3 m/an) se trouvent très majoritairement et en parts égales en Atlantique (en Charente-Maritime et Gironde) et en Méditerranée (dans le Gard et les Bouches-du-Rhône). La Manche-Mer du Nord (de la frontière belge à la pointe de Corsen dans le Finistère) apparaît comme la façade aux vitesses d'évolution les plus modérées (plus de 90 % de ses côtes évoluant entre $\pm 0,5$ m/an). mais cette moyenne masque de fortes disparités. Localement des reculs importants sont observables et menacent les populations et leurs activités.

Chiffres-clés de l'érosion en métropole (hors Corse)

Plus de 650 km de côtes en recul
dont plus de 270 km de côtes à une vitesse supérieure à 50 cm par an en moyenne. Seuls 430 km ont tendance à s'engraisser.

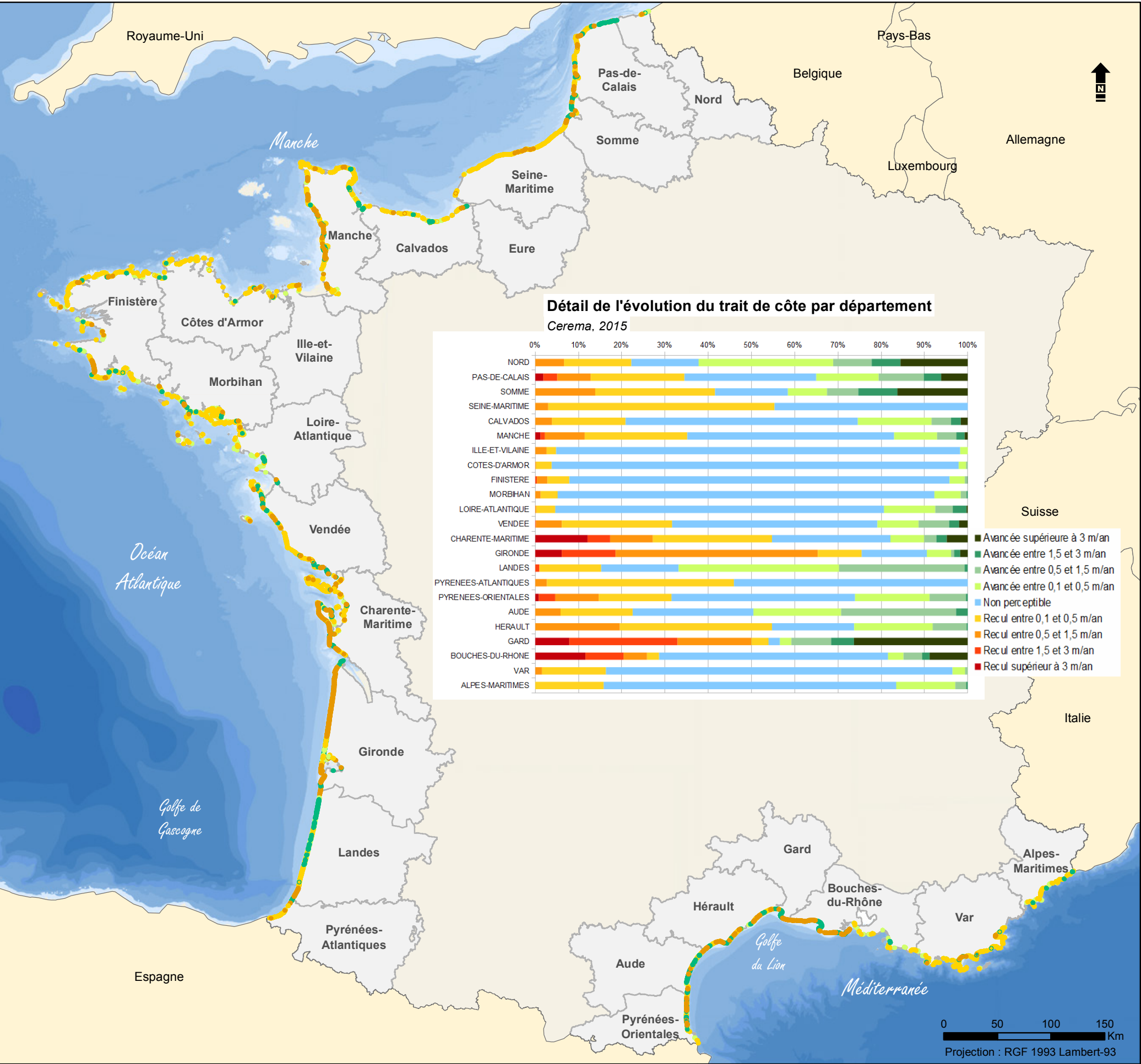
Aucun département épargné par les phénomènes d'érosion côtière.
7 départements sont concernés par des vitesses d'érosion supérieures à 3 m par an, 11 départements sont concernés par des vitesses d'accrétion équivalentes.

142 communes concernées par des vitesses d'érosion supérieures à 0,5 m par an et 19 par des vitesses supérieures à 3 m par an.

Les limites de l'exercice

L'évolution du littoral n'a pas pu être quantifiée à ce stade sur un tiers du territoire en raison d'une part de la qualité et de la disponibilité des orthophotographies sur la base desquelles est positionné le trait de côte (15 % des cas), et d'autre part, de la présence d'ouvrages et d'aménagements côtiers, rendant particulièrement complexe toute interprétation à cette échelle de travail (85 % des cas).

Cependant, **l'absence de déplacement du trait de côte ne signifie pas absence d'érosion !** Ainsi, cette situation fréquente au droit d'ouvrages côtiers peut masquer de possibles abaissements du profil de plage, qui sont également des marqueurs de l'érosion côtière. À ce stade, l'indicateur constitue une première approche nationale : les travaux menés pour définir l'indicateur national devront se poursuivre et apporter les améliorations utiles, notamment acquérir les données permettant de calculer l'évolution du trait de côte sur les parties du littoral non quantifiées actuellement. Il pourrait également être complété par l'intégration de plusieurs dates, afin de définir d'éventuelles périodes d'accélération ou de ralentissement des dynamiques, ou par des informations en 3 dimensions (topographie et bathymétrie de l'avant-plage) pour quantifier les variations volumétriques des systèmes côtiers. Cet indicateur a également vocation à évoluer pour intégrer une dimension prospective.



Evolution du trait de côte en métropole Hors Corse

Evolution du trait de côte (carte de France)

- Accrétion supérieure à 0,5 m/an
- Accrétion inférieure à 0,5 m/an
- Erosion inférieure à 0,5 m/an
- Erosion supérieure à 0,5 m/an

Cette représentation de l'évolution du trait de côte est issue des données produites pour l'indicateur national d'érosion côtière, réalisé par le Cerema en 2015 pour le compte du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE) dans le cadre de la *Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte*.

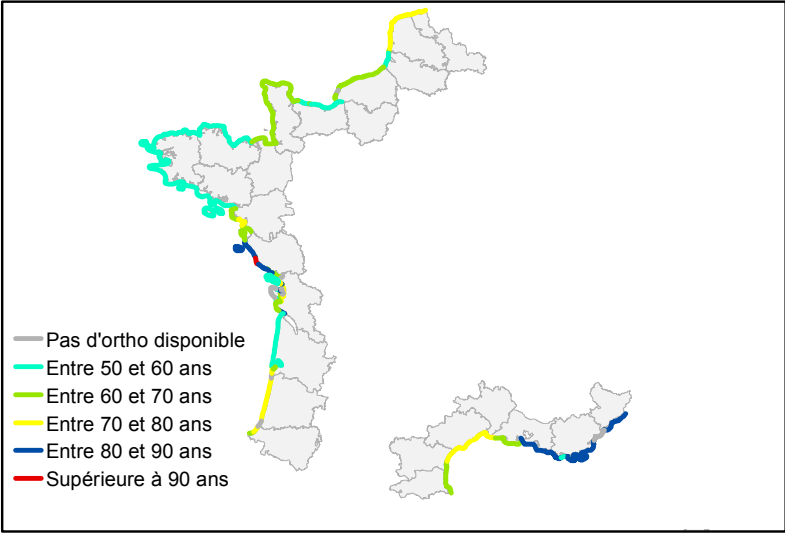
Cet indicateur est basé sur les taux de l'évolution passée du trait de côte, observée sur orthophotographies entre deux dates éloignées de plusieurs décennies. Les prises de vues aériennes sont issues :
- pour les plus anciennes, des archives traitées par l'Ifremer, de la BD Ortho historique de l'IGN et du CRIGE PACA sur la période 1920-1955,
- pour les plus récentes, de l'Ortholittoral V2 du MEDDE sur la période 2011-2014 et de la BD Ortho de l'IGN sur la période 2005-2012.

L'indicateur représente des tendances d'évolution pluriannuelles entre deux dates qui ne rendent pas nécessairement compte des dynamiques d'évolution au sein même de la période observée, ni des potentiels changements récents de dynamique. L'indicateur n'est pas calculé lorsqu'un ouvrage se substitue au trait de côte naturel ; il ne remonte pas dans les estuaires et ne couvre généralement pas les extrémités des flèches sableuses.

Comme toute étude, les taux d'évolution du trait de côte comportent une part d'incertitude liée à l'orthorectification des photographies anciennes, à l'interprétation et à l'influence des ouvrages et aménagements côtiers.

N'ont pas été cartographiés, dans cette représentation nationale, les secteurs où l'évolution n'a pu être évaluée ou était considérée comme non-perceptible (évolution inférieure à plus ou moins 0,1 m/an). Ces secteurs sont néanmoins visibles au 1/100000 sur les cartographies de l'indicateur national d'érosion côtière et les visualiseurs disponibles sur le site Géolittoral.

Intervalle de temps pris en compte dans le calcul de l'évolution



Source - Copyrights :
- Evolution du trait de côte : Cerema et MEDDE
- GEOFLA® - ©IGN Paris – Reproduction interdite
- Bathymétrie : Ifremer

Réalisation : Cerema
Date : octobre 2015

Pour en savoir plus :

www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr



Et sur les outre-mer...

L'indicateur national d'érosion côtière est en cours de production sur les départements d'outre-mer et sera complété sur les collectivités et pays d'outre-mer, à leur demande, dans le respect de leurs compétences territoriales. D'ores et déjà, l'étude de la bibliographie disponible²³ met en évidence les éléments suivants :

- ✧ sur l'archipel de Saint-Pierre-et-Miquelon, **l'isthme de Miquelon à Langlade connaît une érosion significative** ayant impliqué le déplacement progressif de la route de liaison vers l'est, le reste de l'archipel étant relativement stable ;
- ✧ **dans les Antilles, à La Réunion et à Mayotte, les côtes connaissent globalement des évolutions faibles**, quand bien même certaines formes d'accumulation pourraient présenter des signes d'érosion, en particulier lorsqu'elles sont exposées à des passages cycloniques qui modifient brutalement leur équilibre ;
- ✧ **la Guyane subit des évolutions cycliques pluridécennales**, suite au passage de bancs de vases issus de l'Amazonie qui induisent des variations du trait de côte **pouvant atteindre plusieurs kilomètres** ; protégées par ces bancs de sables et la mangrove qui s'y développe, les zones côtières où se développent les activités humaines, connaissent en général une évolution nettement moins marquée.

Plus que le recul du trait de côte, la préoccupation majeure à Mayotte, en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française est plutôt liée à la dégradation des milieux naturels induite par les activités humaines, à l'artificialisation du littoral (remblaiements et urbanisation gagnant sur la frange côtière) et aux effets de l'érosion des sols (apports terrigènes à la côte dégradant la qualité des eaux littorales).

Sur les territoires bas et isolés, l'impact du changement climatique, et en particulier l'élévation du niveau de la mer, est également une préoccupation majeure et croissante.



L'Île des Pins (Nouvelle-Calédonie) vue du ciel © Anne Littaye/Agence des aires marines protégées-Parc naturel de la mer de Corail



Anses-d'Arlès (Martinique) © Henri Salomon/MEDDE-MLETR



Locmaria-Plouzané (Finistère) © Marion Jaud/Université de Bretagne Occidentale

L'enrichissement de la connaissance par l'observation locale

De nombreuses initiatives locales

De nombreuses structures locales existent pour collecter des informations sur l'évolution morphologique côtière des territoires. Un inventaire a été mené en 2010 par le BRGM²⁴ afin d'en proposer une typologie capable de refléter la complexité d'organisation, de statuts juridiques, de compétences mobilisées et d'échelle de travail. Il a abouti à une cartographie nationale mettant en avant l'existence de **52 dispositifs de suivi du trait de côte**, allant de la collecte ponctuelle à une structure pérenne, identifiée, capable de programmer sur plusieurs années son suivi et mettant en place des protocoles de collecte de données clairs et opérationnels. Ces structures, et particulièrement celles qui couvrent un large territoire, apparaissent comme les plus à même de capitaliser sur plusieurs années les données nécessaires à une bonne compréhension des phénomènes côtiers. En 2010 elles étaient au nombre de cinq : le Réseau d'observation du littoral normand-picard (ROLNP), l'Observatoire du littoral bas-normand (OLIBAN) dont l'activité

s'est depuis arrêtée, l'Observatoire de la côte aquitaine (OCA), le réseau mis en place par la DREAL²⁵ Languedoc-Roussillon et le Réseau d'observation du littoral de la Corse (ROL). Des initiatives ont été lancées depuis pour permettre la constitution d'autres observatoires régionaux, en métropole (Bretagne, Poitou-Charentes...) comme sur les territoires ultramarins (Martinique, Guyane, La Réunion...). Des initiatives locales, notamment départementales, existent également, par exemple en Vendée ou en Charente-Maritime.

Il existe également des « systèmes d'information sur le littoral » qui permettent 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, accessibles aux non-spécialistes. Les trois systèmes nationaux sont : la base de données BOSCO (Base d'observation pour le suivi des côtes), l'Observatoire national de la mer et du littoral et le site Géolittoral.

24 - Bureau de recherches géologiques et minières – Résultat de l'inventaire disponible sur : <http://www.brgm.fr/projet/observation-evolution-trait-cote> et <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-59396-FR.pdf>.

25 - Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Un besoin d'articulation et de mise en réseau au niveau national

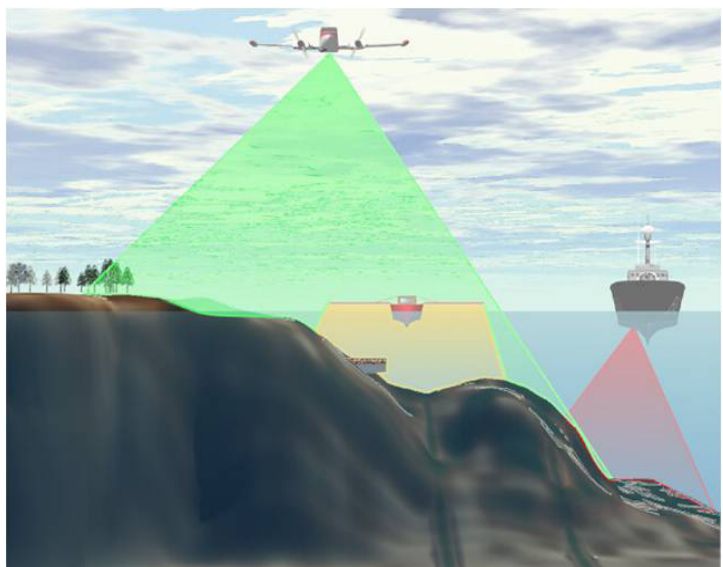
L'existence d'informations locales nombreuses ne suffit pas à fonder une évaluation pertinente sur un territoire cohérent (cellule hydrosédimentaire) de la dynamique côtière et des risques inhérents, en raison de **l'éparpillement des données** entre différentes structures, de leur **grande hétérogénéité** spatiale et temporelle, et d'un accès parfois long et difficile. Les protocoles et techniques utilisés sont par ailleurs très différents d'une structure à l'autre, rendant très difficiles les comparaisons pour définir les vitesses et les rythmes d'évolution du littoral. Pour résoudre ces difficultés, la *Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte* prévoit une **mise en réseau des observatoires existants au niveau national**. Une large concertation a donc été menée notamment par le biais d'un questionnaire, permettant d'identifier les attentes des acteurs concernés et particulièrement celles des observatoires²⁶. Sur cette base, une proposition de réseau national a été élaborée dans le cadre des travaux du Comité national de suivi de la Stratégie. Trois fonctions principales ont été identifiées :

- ✧ la production et la diffusion de données se traduisant notamment par la définition de méthodologies et de protocoles de suivi communs,
- ✧ le partage des compétences et la mutualisation de moyens favorisant la conduite d'actions partenariales et l'expertise collective,
- ✧ la mise en œuvre d'actions de communication et d'éducation et la participation de la société civile.

Les connaissances actuelles et les pistes d'amélioration

Les connaissances actuellement capitalisées concernent essentiellement le suivi en 2 dimensions de l'évolution du trait de côte (suivi longitudinal ou dans le profil). Malheureusement, ce type de données ponctuelles ne permet pas de rendre compte finement de l'évolution de la topo-bathymétrie ni de spatialiser correctement l'information en dehors des points de mesure. Un des axes forts de ce réseau d'observatoires serait de développer et de favoriser l'acquisition de données en 3 dimensions, fiables, précises et uniformes sur de grands territoires, couvrant l'interface terre-mer de façon continue. Cette action permettrait notamment d'approfondir l'identification et le suivi des stocks sédimentaires en place, de manière à mieux comprendre leurs mouvements et interpréter leurs interactions avec les sollicitations externes. Ce suivi organisé techniquement et spatialement sur l'ensemble des territoires permettra **d'anticiper les évolutions futures, notamment la diminution des stocks de sédiments disponibles**, qui constitue un enjeu national impactant au regard des multiples utilisations de cette ressource (construction, rechargement de plage...).

Plus globalement, le fonctionnement en réseau national doit permettre de faciliter la mise en place de **stratégies d'acquisition et de suivi de l'évolution du trait de côte au niveau national et local** sans pour autant mettre en cause l'activité propre à chaque structure d'observation. Ces stratégies sont nécessaires pour anticiper la hausse du niveau marin aux bonnes échelles et les effets du changement climatique sur les territoires littoraux. Elles participeront également à l'élaboration des stratégies locales de gestion du trait de côte pour déterminer les orientations et les choix d'aménagement du territoire les plus appropriés en fonction des enjeux.



Exemples de différents types de moyens mobilisés pour des levés topo-bathymétriques : dispositifs acoustiques navals (écho-sondeurs) pour la bathymétrie en eaux profondes ou dans les petits-fonds, et dispositifs optiques aériens (lidar) pour la topographie ou la topographie et la bathymétrie des petits-fonds²⁷.

26 - Résultat de la consultation disponible sur : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-63731-FR.pdf>.

27 - D'après Banic J.R. et Cunningham A.G. (1998). Airborne Laser Bathymetry: A tool for the Next Millennium. Optech Inc. (Toronto, Ontario, Canada), pp.6.



Plage à Saint Louis de Marie Galante (Guadeloupe) © Jérôme Couroucé/MEDDE-MLETR

Perspectives : l'ouvrage de référence « Dynamiques et évolution du littoral. Synthèse des connaissances des côtes françaises »

Une des actions de la *Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte*, identifiée comme prioritaire en 2015 dans la feuille de route confiée au Comité national de suivi de la Stratégie par la Ministre en charge de l'écologie, Madame Ségolène Royal, et le Secrétaire d'État en charge de la mer, Monsieur Alain Vidalies, a pour objectif la mise à jour des « catalogues sédimentologiques », documents de référence au niveau national depuis les années 1980. Cette démarche se concrétisera par une **synthèse des connaissances acquises depuis les trente dernières années** sur le littoral à travers la rédaction d'une vingtaine de fascicules couvrant les 10 provinces sédimentaires en métropole et les 10 provinces ultramarines. Ces documents, rebaptisés « Dynamiques et évolution du littoral. Synthèse des connaissances des côtes françaises » sont en cours d'élaboration sous le pilotage national du Cerema.

S'appuyant sur des comités de rédaction locaux, regroupant en moyenne une cinquantaine d'experts et une trentaine de services différents, la rédaction de ces documents est copilotée par un référent scientifique et technique et un membre du Cerema. Traitant de l'ensemble des thématiques-clés expliquant l'évolution du littoral, ils établiront une synthèse des connaissances actuelles de l'évolution passée mais aussi de l'évolution prospective, en lien avec l'impact du changement climatique.

Ces fascicules locaux seront complétés par un fascicule national permettant de remettre en perspective ces connaissances et de mieux identifier les problématiques spécifiques aux territoires. Ces éléments seront mis en ligne au fur et à mesure de leur avancement sur le site Internet Géolittoral, accompagnés de cartographies dynamiques permettant un accès aisé aux données et aux études de référence sur chaque territoire. Une actualisation périodique est envisagée, en relation avec le réseau national d'observatoires du trait de côte.

Les premiers résultats de ces travaux permettent d'ores et déjà de présenter, par province sédimentaire, la diversité des caractéristiques des côtes françaises et l'état des connaissances de leur évolution sur l'ensemble du territoire national. C'est l'objet des deux cartographies suivantes.



Vue aérienne de Ault et des Bas-Champs de la Somme
© Altimage/Syndicat mixte baie de Somme-Grand littoral picard

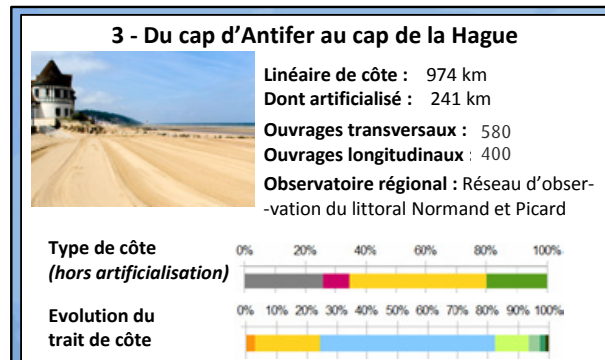


Photo : Villers-sur-Mer (Calvados)

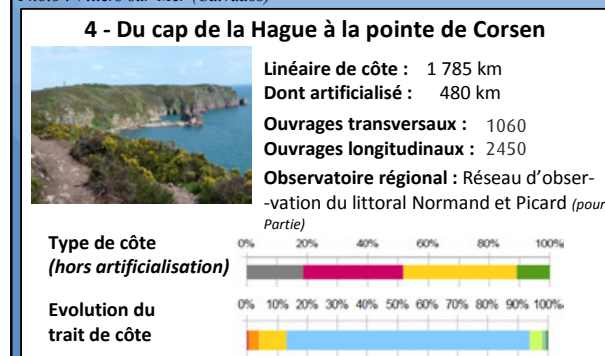


Photo : Cap-Fréhel (Côtes d'Armor)

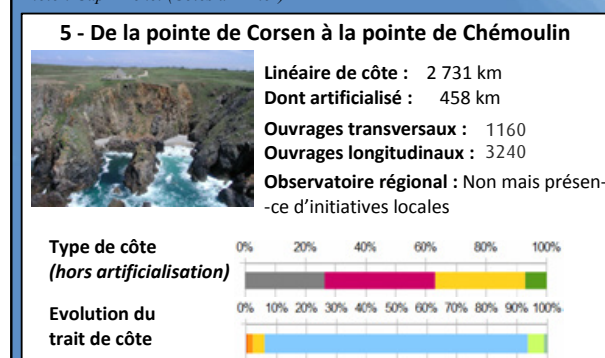


Photo : Pointe du Van - Cleden-Cap-Sizun (Finistère)

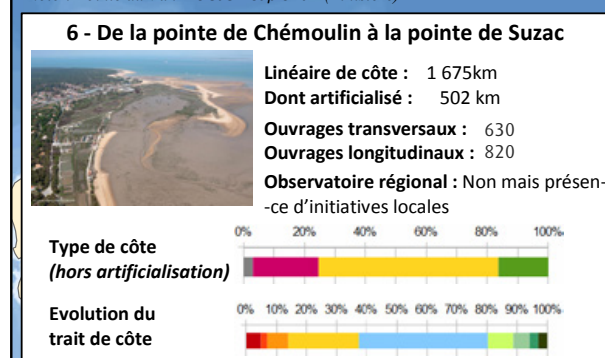


Photo : Boyardville (Charente-Maritime)

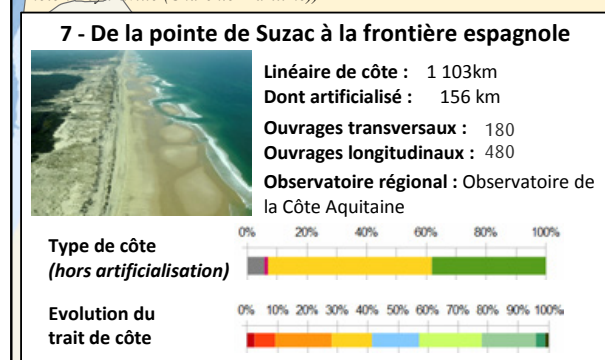


Photo : Environs de Biscarosse (Landes)

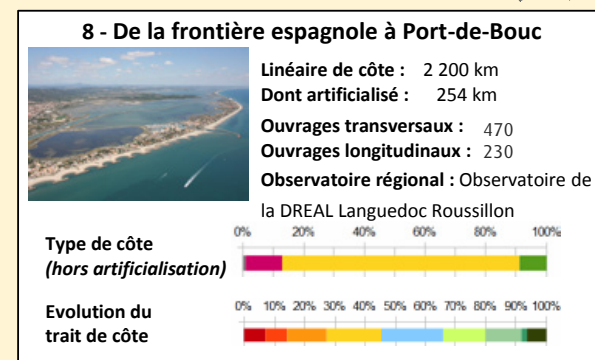


Photo : Frontignan (Hérault)

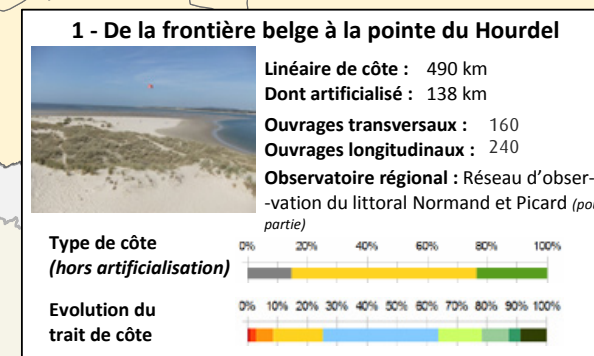


Photo : Le Touquet (Pas-de-Calais)

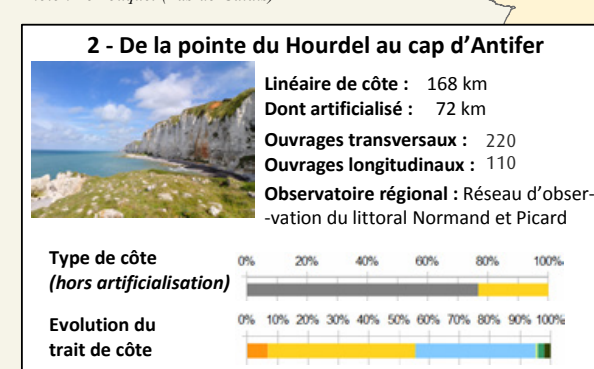


Photo : Senneville-sur-Fécamp (Seine-Maritime)

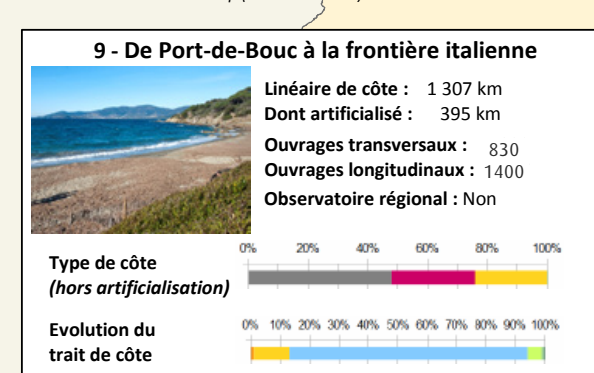


Photo : Cap-Lardier - La Croix-Valmer (Var)



Photo : Palasca - (Haute-Corse)

Type de côte et cartes d'identité des provinces sédimentaires

--- Limite de province sédimentaire

Type de côte (carte de France)

- Falaise et côte rocheuse supérieure à 20m
- Falaise et côte rocheuse inférieure à 20m
- Côte d'accumulation sableuse ou sablo-limoneuse
- Côte d'accumulation vaseuse
- Zone portuaire et poldérisée

Evolution du trait de côte

- Avancée supérieure à 3 m/an
- Avancée entre 1,5 et 3 m/an
- Avancée entre 0,5 et 1,5 m/an
- Avancée entre 0,1 et 0,5 m/an
- Non perceptible *
- Recul entre 0,1 et 0,5 m/an
- Recul entre 0,5 et 1,5 m/an
- Recul entre 1,5 et 3 m/an
- Recul supérieur à 3 m/an

* Evolution inférieure à plus ou moins 0,1 m/an



Source - Copyrights :
- Evolution du trait de côte, artificialisation et ouvrages : Cerema & MEDDE
- TC Histolitt - ©SHOM - ©IGN Paris
- EuroSION : EEA
- GEOFLA® - ©IGN Paris - Reproduction interdite
Bathymétrie : Ifremer

Crédits photos :
© Cerema
© Laurent Mignaux / MEDDE-MLETR
© Arnaud Buisson / MEDDE-MLETR
© Claude Guillet
© Christian Lavit / DREAL Languedoc Roussillon

Réalisation : Cerema
Date : octobre 2015

0 50 100 150 Km

Projection : RGF 1993 Lambert-93

Type de côte et cartes d'identité des territoires ultramarins

Légende

Type de côte

- Falaise et côte rocheuse
- Côte d'accumulation sableuse ou sablo-limoneuse
- Côte d'accumulation vaseuse et mangrove
- Côte artificialisée

Evolution du trait de côte

- Avancée du trait de côte
- Non perceptible *
- Recul du trait de côte

* Evolution inférieure à plus ou moins 0,1 m/an

Les terres australes et antarctiques françaises et l'île de Clipperton représentent plus de 2 700 km de linéaire côtier et une zone économique exclusive de plus de 2 850 000 km². Elles sont composées d'importants espaces de mangrove (7 km² sur l'île Europa) et lagوناires (plus de 500 km² et 125 km² de récifs coralliens).

Pour en savoir plus:

www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr



Source - Copyrights :

TC Histolitt : ©SHOM - ©IGN Paris

ZEE : ©SHOM

Récifs coralliens et espaces lagوناires : Andrefouet et al., 2008

Mangroves : Roussel et al., 2009

Types de côtes : BRGM, 2003, 2004, 2010, 2011, 2014 et CAZES-DUVAT et PASCOFF, 2004 : BRGM 2004, 2010, 2014

Planisphère : Géosignal

Crédits photos :

© Jean-Baptiste Barret / MEDDE-MLETR

© Laurent Mignaut / MEDDE-MLETR

© DEAL Guyane / FLAG

© Virginie Duvat / Univ. La Rochelle

© Anne Littaye / AAMP Parc naturel de la mer de Corail

© Tarek Far / Cerema

© Amélie Roche / Cerema

© José-Luis Delgado / Cerema

Réalisation : Cerema

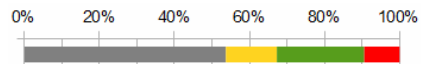
Date : octobre 2015

3 - Guadeloupe

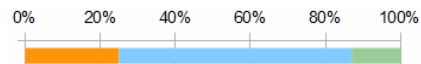


Linéaire de côte : 405 km
Zone économique exclusive : 86 000 km²
Mangrove : 3 985 ha
Espaces lagوناires : 1 213 km²
Dont récifs coralliens : 139 km²
Observatoire régional : présence d'initiatives locales

Type de côte



Evolution du trait de côte



2 - Saint-Martin et Saint-Barthélemy



Linéaire de côte : 74 km
Zone économique exclusive : 5 000 km²
Mangrove : 0 ha
Espaces lagوناires : 1 568 km²
Dont récifs coralliens : 19 km²
Observatoire régional : Non

Type de côte

Non disponible

Evolution du trait de côte

Non disponible

1 - Saint-Pierre-et-Miquelon



Linéaire de côte : 137 km
Zone économique exclusive : 10 000 km²
Mangrove : 0 ha
Espaces lagوناires : 0 km²
Dont récifs coralliens : 0 km²
Observatoire régional : Non

Type de côte

Non disponible

Evolution du trait de côte

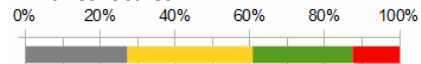
Signes d'érosion sur les côtes basses comme au niveau de l'isthme de Miquelon-Langlade

4 - Martinique

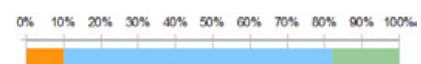


Linéaire de côte : 293 km
Zone économique exclusive : 47 000 km²
Mangrove : 2 100 ha
Espaces lagوناires : 473 km²
Dont récifs coralliens : 72 km²
Observatoire régional : présence d'initiatives locales

Type de côte



Evolution du trait de côte

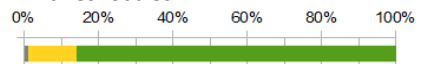


5 - Guyane



Linéaire de côte : 608 km
Zone économique exclusive : 126 000 km²
Mangrove : 70 000 ha
Espaces lagوناires : 0 km²
Dont récifs coralliens : 0 km²
Observatoire régional : présence d'initiatives locales

Type de côte



Evolution du trait de côte

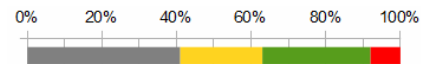
Erosion sensible sur certains secteurs liée à la forte migration des bancs de vase issus de l'Amazonie

6 - Mayotte



Linéaire de côte : 135 km
Zone économique exclusive : 62 000 km²
Mangrove : 735 ha
Espaces lagوناires : 1 767 km²
Dont récifs coralliens : 413 km²
Observatoire régional : Non

Type de côte



Evolution du trait de côte

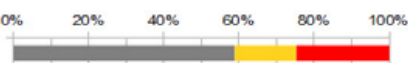
Erosion côtière observée pour les mangroves et les falaises. Les plages sont plus stables

7 - La Réunion

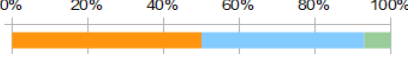


Linéaire de côte : 206 km
Zone économique exclusive : 304 000 km²
Mangrove : 70 000 ha
Espaces lagوناires : 16 km²
Dont récifs coralliens : 12 km²
Observatoire régional : présence d'initiatives locales

Type de côte



Evolution du trait de côte



8 - Nouvelle-Calédonie



Linéaire de côte : 3 367 km
Zone économique exclusive : 1 364 000 km²
Mangrove : 25 885 ha
Espaces lagوناires : 35 926 km²
Dont récifs coralliens : 4 573 km²
Observatoire régional : Non

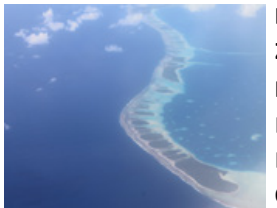
Type de côte

Non disponible

Evolution du trait de côte

Non disponible

10 - Polynésie Française



Linéaire de côte : 4 497 km
Zone économique exclusive : 4 804 000 km²
Mangrove : 4 ha
Espaces lagوناires : 15 128 km²
Dont récifs coralliens : 3 000 km²
Observatoire régional : Non

Type de côte

Non disponible

Evolution du trait de côte

Non disponible

9 - Wallis-et-Futuna



Linéaire de côte : 106 km
Zone économique exclusive : 266 000 km²
Mangrove : 20 ha
Espaces lagوناires : 932 km²
Dont récifs coralliens : 425 km²
Observatoire régional : Non

Type de côte

Non disponible

Evolution du trait de côte

Non disponible

Retrouvez la présentation de la Stratégie nationale (2012), le livre « La gestion du trait de côte » (2010, éditions Quae, consultable en ligne) et le rapport du comité national de suivi « 40 mesures pour l'adaptation des territoires littoraux au changement climatique et à la gestion intégrée du trait de côte » (2015) sur les pages dédiées à la :

Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte

- ⇒ Site du Ministère <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
rubrique Mer et littoral > Le littoral > Le trait de côte, évolution et changement climatique
- ⇒ Site Internet Géolittoral <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/>
rubrique Données et projets du Ministère > Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte

Et pour en savoir plus...

Observatoire national de la mer et du littoral :

- ⇒ <http://www.onml.fr/accueil/>

Rapport « État des lieux mer et littoral » du CGDD :

- ⇒ Site du Ministère <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
rubrique Salle de lecture > Thème Mer et littoral > Littoral

Rapport « Le littoral dans le contexte du changement climatique » de l'ONERC :

- ⇒ Site du Ministère <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
rubrique Effet de serre et changement climatique > Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) > Publications > Rapports au Premier ministre et au Parlement

Livre Les ateliers de l'Eucc-France : de la connaissance des systèmes littoraux à la gestion intégrée des zones côtières

- ⇒ <http://www.euccfrance.fr/>

Ce document a été réalisé par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) pour le compte du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE), direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), avec l'appui des membres du comité scientifique de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte.

Conception et texte : Amélie Roche (Cerema - auteur principal), Stéphane Costa (université de Caen - UMR 6554 CNRS-LETG Caen-GEOPHEN), Sébastien Colas (MEDDE/CGDD - Observatoire national de la mer et du littoral) et Emmanuel Garnier (université de La Rochelle - UMR-I 7266 CNRS-LIENSs)

Cartographie : Pierre Vigné (Cerema) - Illustration : Jacques Jouatel (Cerema)

Ministère de l'écologie
du développement durable et de l'énergie

Direction générale de l'Aménagement,
du Logement et de la Nature

92055 La Défense cedex

Tél. : 01 40 81 21 22



Cerema