

MAI 2020

LE TRAIT DE CÔTE EN BRETAGNE

.....

Les dossiers de l'environnement en Bretagne

ÉTAT DES LIEUX • 04/18

**LA FRONTIÈRE ENTRE
TERRE ET MER**

LES IMPACTS • 19/26

**LES RISQUES CÔTIERS
EN BRETAGNE**

LES RÉPONSES • 27/33

**COMMENT S'ADAPTENT
LES TERRITOIRES ?**



ÉDITO

La Bretagne fait face à deux tendances contradictoires. La population côtière augmente, attirée par le cadre de vie idyllique du littoral, tandis que la mer s'avance inexorablement dans les terres. Le recul de la frontière entre terre et mer est certes plutôt faible en Bretagne comparé à celui du long littoral sableux aquitain. Mais pour les communes concernées, il entraîne l'émergence de risques jusqu'alors oubliés : celui des submersions marines, qui lors de tempêtes inondent les routes et bâtiments trop proches de l'océan ; celui de l'endommagement des aménagements côtiers, et de la perte progressive d'un milieu naturel unique. Cette érosion des côtes n'est pas nouvelle. C'est un phénomène avant tout naturel que les activités humaines de ces dernières décennies n'ont fait que renforcer. Les collectivités littorales bretonnes se sont emparées du problème et cherchent aujourd'hui à s'adapter.

SOMMAIRE

- 04 > 08 **LA FRONTIÈRE ENTRE TERRE ET MER**
- 09 > 14 **LE TRAIT DE CÔTE EST MOUVANT
PAR NATURE**
- 15 > 18 **LES ACTIVITÉS HUMAINES
ACCENTUENT L'ÉROSION**
- 19 > 26 **LES RISQUES CÔTIERS
EN BRETAGNE**
- 27 > 33 **COMMENT S'ADAPTENT
LES TERRITOIRES ?**

LA FRONTIÈRE ENTRE TERRE ET MER



© Arnaud Bouissou • Terra

Avec ses 2 470 km de côte, la Bretagne représente à elle seule un tiers du linéaire côtier métropolitain. Son littoral, varié, abrite de nombreux écosystèmes et concentre une grande partie de la population bretonne. Cette zone côtière entre terre et mer évolue : elle avance ou recule au sein d'une chorégraphie orchestrée par le vent, la houle et les courants.

36,7 %

C'est la part de la population régionale vivant sur le littoral en Bretagne en 2017.

239 hab/km²

C'est la densité de population des communes littorales bretonnes. Elle est près de deux fois supérieure à la densité moyenne régionale (121 hab/km²).

Qui dit Bretagne, dit mer. Au nord la Manche, à l'ouest la mer d'Iroise, au sud l'océan Atlantique. Depuis les années 1960, le littoral breton est victime du phénomène d'haliotropisme : l'attrait pour la mer a conduit les populations à s'installer massivement sur la côte. Sur la seule période 1975-1999, la population des communes littorales de la région a augmenté de 8 %, pour atteindre 1 121 254 habitants en 1999 [1]. À l'exception de la métropole rennaise, la population bretonne se concentre ainsi essentiellement sur le littoral.

[1] Le littoral breton de 1975 à 2000 : quelle interaction entre les évolutions des espaces urbanisés et les dynamiques de la population ? Espace populations sociétés, 2013. tinyurl.com/ydgdtdko

UN LITTORAL MENAÇANT DEVENU ATTRACTIF

Le bord de mer n'a pas toujours été si prisé. Si l'abondance des ressources maritimes constituait un intérêt pour les sociétés humaines, la mer était auparavant jugée dangereuse et crainte pour son imprévisibilité. Par précaution, les humains s'installaient à une distance respectable du rivage, ou bien dans des secteurs abrités des houles et des vents dominants.

Au Moyen Âge débutent les premiers grands travaux de poldérisation en Europe et en France, comme les marais de Dol situés dans la baie du Mont-Saint-Michel. Mais ce n'est qu'à partir de la révolution industrielle, au XIX^e siècle, que l'Homme a tenté de dompter la mer en aménageant la côte dans les zones habitées. La maîtrise de l'énergie et le développement de l'ingénierie côtière ont permis peu à peu de fixer temporairement la frontière entre la terre et la mer (digues, remblais, enrochements, etc.).

.....

*En 150 ans, le paysage
du littoral breton
s'est radicalement
transformé.*

.....

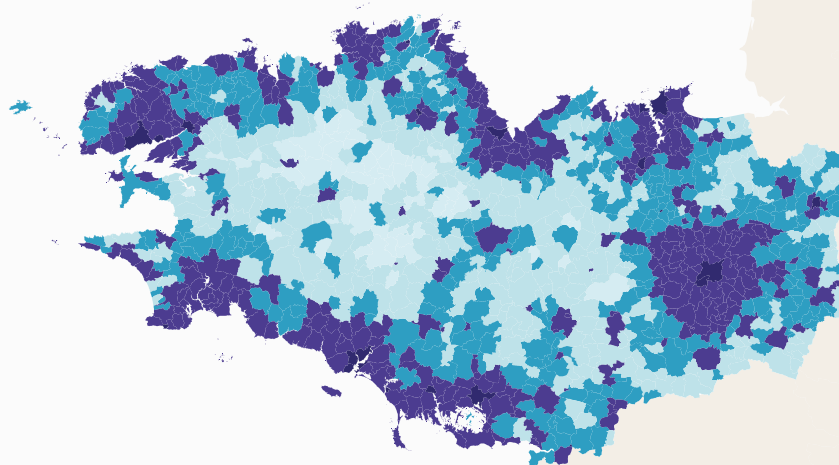
Jusqu'alors jugée menaçante par les élites terriennes, la mer est devenue un objet de fascination. Après la fin de la Seconde Guerre mondiale, en 1945, une urbanisation massive des côtes se met en place. Les espaces littoraux sont progressivement jalonnés de routes côtières. Les surfaces agricoles sont remplacées par des résidences principales ou secondaires, entraînant une transformation radicale du paysage. En 2012, les surfaces artificialisées (logements, routes, zones industrielles et portuaires, etc.) occupaient en moyenne 14,6 % des communes littorales en Bretagne, soit 2,6 fois plus que la moyenne métropolitaine [2].



L'évolution du paysage
en Bretagne
tinyurl.com/yd8ng6xu

[2] Observatoire national de la mer et du littoral (ONML). Occupation du sol dans les communes littorales métropolitaines en 2012 et évolution depuis 2006. tinyurl.com/y83t8oss

La densité de population en Bretagne en 2016



Densité de population
par commune en 2016



Données : Séries historiques Insee • Réalisation : OEB, mars 2020.



Matinée de juin à Porz-Even • Étienne Bouillé, 1893 [Musée de Laval]



Cette photo prise au même endroit que le tableau d'Étienne Bouillé témoigne de l'urbanisation massive du littoral au cours du XX^e siècle. © Edwige Motte, 2016

DES TÉMOINS DES MOUVEMENTS DU LITTORAL

Désormais, les remblais, ports et quais des villes littorales donnent l'impression que la frontière entre la terre et la mer est statique. À l'échelle d'une journée, les marées sont le seul changement observable à l'œil nu dans le paysage. Pourtant, en l'absence d'aménagements côtiers, cette limite entre terre et mer évolue sans cesse. En témoignent les nombreux sites préhistoriques initialement situés sur la terre ferme que l'on retrouve désormais au large des côtes bretonnes. Des groupes humains ont occupé le littoral breton durant la majeure partie de la préhistoire, à une époque où le niveau de la mer était plus bas qu'aujourd'hui. Il est remonté de façon spectaculaire (une centaine de mètres) à la fin de la dernière période glaciaire, inondant progressivement de vastes surfaces terrestres occupées par les Hommes, jusqu'au niveau actuel. Des monuments mégalithiques aujourd'hui submergés à marée haute, ou rescapés sur des îles, étaient un jour situés sur le continent.

.....
Le littoral est un milieu en perpétuel mouvement, animé et façonné par un ensemble de phénomènes naturels.
.....

Si ces évolutions du trait de côte se sont faites sur des temps géologiques, d'autres sont apparues sur des temps beaucoup plus courts. D'anciennes cartes marines attestent d'évolutions à l'échelle séculaire. Une série de flèches sableuses s'est par exemple formée entre 1872 et 2002 sur le secteur du Dossen (Santec, Finistère). Ces accumulations de sable sont mues par le vent et la houle. Les blockhaus du mur de l'Atlantique témoignent également du recul récent de certaines sections du littoral. Bâties en arrière du rivage dans les années 1940-1942, sur les dunes littorales,

ils se retrouvent aujourd'hui parfois sur les plages. Enfin, les tempêtes hivernales peuvent engendrer des reculs très marqués du trait de côte : de plusieurs mètres en quelques heures seulement ! Le littoral est un milieu en perpétuel mouvement, animé et façonné par un ensemble de phénomènes naturels.



La dynamique géomorphologique des côtes bretonnes selon différentes échelles de temps : tinyurl.com/y8h7kbr6

104

Un inventaire des sites préhistoriques submergés paru en 2016 [3] répertorie 104 sites en Bretagne (sur un total de 177 en France), datant du Paléolithique à l'Âge de bronze (- 3,3 millions d'années à 1000 av. J.-C.).

[3] Un premier inventaire des sites préhistoriques submergés au large des côtes françaises. Bulletin de l'AMARA, 2016. tinyurl.com/ya69jpk7



Le site archéologique de Beg ar loued, sur l'île Molène (Finistère), a été occupé par des groupes humains entre les IIIe et Ier millénaires avant notre ère. © Marine Nationale



Limite de végétation



Limite de haut de falaise



Côte artificialisée

Tracé du trait de côte : Géolittoral, trait de côte naturel récent. Fonds de carte : Orthophotographies du Finistère, Mégalis Bretagne et département du Finistère, 2017 (GéoBretagne).

QU'EST-CE QUE LE TRAIT DE CÔTE ?

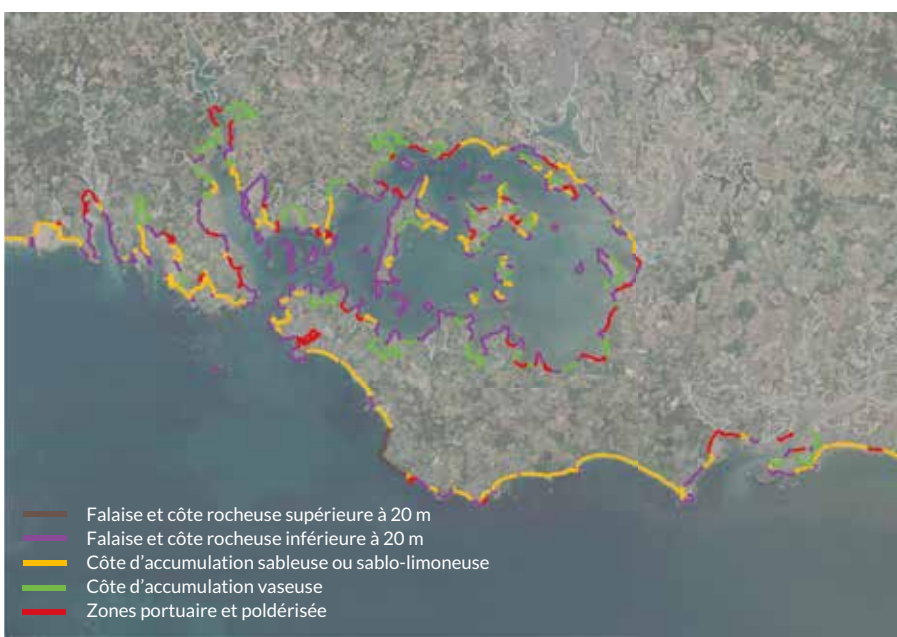
Le trait de côte est la limite entre la terre et la mer. Il correspond à la ligne la plus extrême que peuvent atteindre les eaux marines par temps calme. Le suivi de cette ligne dans le temps permet de savoir si le littoral recule (il est alors en érosion), avance (il est en accrétion) ou s'il est stable. Mais où cette ligne s'arrête-t-elle exactement ? Comment la repérer sur une falaise, une plage ou un marais ? Pour tracer le trait de côte, les scientifiques s'appuient sur différentes définitions. Dans le cas d'une plage, il est possible d'assimiler le trait de côte à la limite entre le sable sec et mouillé, mais aussi à la frontière entre le sable et la végétation, ou encore à la laisse de mer (accumulation de débris naturels laissés par les vagues, formant une bande sur la plage d'algues ou de coquillages). Lorsqu'une côte est artificialisée, les ouvrages construits en haut de plage comme les digues ou les enrochements remplacent le trait de côte naturel. Dans le cas d'une falaise, le trait de côte peut être défini selon les cas, soit comme le sommet, soit comme le pied de la falaise.

UN LITTORAL TRÈS FRAGMENTÉ

Le trait de côte est difficile à appréhender de façon globale en Bretagne car le littoral de la région présente une particularité par rapport au reste de la façade Atlantique. Ses côtes sont irrégulières, découpées en une alternance de milieux meubles et rocheux : entre les falaises s'intercalent des petites plages enclavées, des ports, des marais maritimes et des abers, des baies étroites dans lesquelles s'engouffre la mer. À cela s'ajoute plus d'un millier d'îles et d'îlots [4] aux formes et tailles variées. La Bretagne compte en effet près de 70 % des entités insulaires métropolitaines.

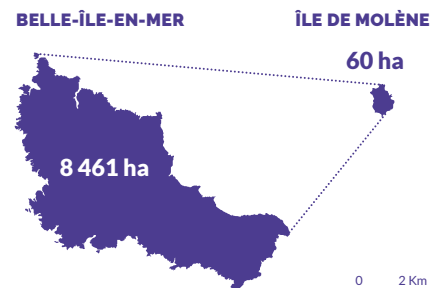
1 000

îles et îlots au large de la Bretagne



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

Le Morbihan, un département représentatif de la diversité géomorphologique des côtes bretonnes. Type de côte : Cerema, 2016. Orthophotographie du Morbihan : Mégalis Bretagne et collectivités territoriales, 2016 (GéoBretagne).



Les entités insulaires bretonnes peuvent être de taille très variée : de la taille d'une maison à la superficie d'une ville comme Quimper pour la plus grande (Belle-Île-en-Mer).

[4] Entité non-subsmerisible où s'est développée une végétation terrestre. Les îlots sont inhabités par l'Homme.

2 470 km

de trait de côte en Bretagne [5]

1/3

des côtes métropolitaines

Les types de côte en Bretagne

29 %
côtes accumulant
sables et limons



57 %
falaises et côtes
rocheuses



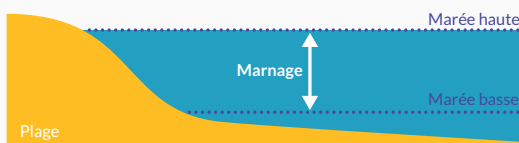
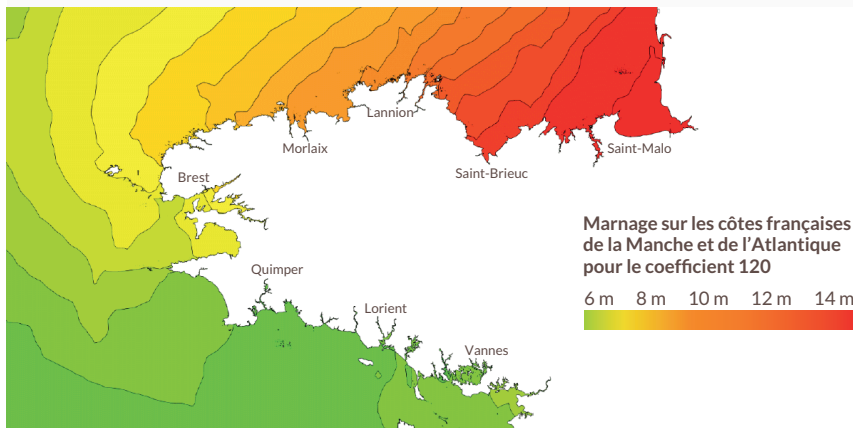
4 %
côtes accumulant
de la vase



10 %
zones portuaires
et poldérisées

Crédits photos : Fotolia ; Pixabay - Onkel Ramirez ; L. Mignaux (TERRA, Medde) ; L. Beauverger.
Données : Base européenne EuroSION retraitée par le Cerema (2016). « Linéaire du trait de côte »
référentiel Histolitt. • Réalisation : OEB, 2020.

Les marées sur les côtes bretonnes



Représentation cartographique issue de data.shom.fr
Données : Service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM) • Réalisation : OEB, 2020.

EN MAJORITÉ DES CÔTES ROCHEUSES

Malgré la grande diversité des côtes bretonnes, les falaises et côtes rocheuses prédominent largement. Viennent ensuite les côtes meubles comme les plages de sable ou de galets ainsi que les marais et zones vaseuses. Les côtes artificialisées (ports, polders, digues, murs et autres ouvrages côtiers) dessinent une part non négligeable du littoral breton allant de 10 à 25 % selon les méthodes de tracés employées. Les départements présentent cependant des disparités. Au nord, le littoral des Côtes-d'Armor et du Finistère est à dominante rocheuse tandis que dans le Morbihan, les côtes sont plutôt meubles. Enfin, le littoral d'Ille-et-Vilaine est principalement aménagé en raison notamment des digues qui protègent le Mont-Saint-Michel et Saint-Malo.

LES PLUS FORTES MARÉES D'EUROPE

Le littoral breton est fragmenté en un ensemble de micro-péninsules. Ce motif fractal [6] d'enfoncements et de saillies est façonné par le perpétuel va-et-vient de la mer. C'est au nord-est de la région que se trouvent les marées les plus fortes d'Europe. Dans la baie du Mont-Saint-Michel, les marnages – la différence d'altitude entre la zone de basse et de haute marée – peuvent atteindre 14 mètres. La mer surgit « à la vitesse d'un cheval au galop », selon l'adage, avalant l'estran à plus de 8 km/h pour recouvrir la baie. La hauteur de marée diminue progressivement vers l'ouest avec un maximum aux alentours de 8 mètres en mer d'Iroise tandis que le long de la côte Sud, les marnages n'excèdent pas 6 mètres [7].



Carte des types de côtes bretonnes
bretagne-environnement.fr/donnees-types-cotes-bretonnes

Cartographie dynamique du marnage en Bretagne
tinyurl.com/y8e7g5ud

[5] Calcul du Cerema à partir du trait de côte Histolitt® (Shom, IGN). Les estuaires et les îlots inhabités ne sont pas pris en compte. Ce chiffre peut varier fortement selon la définition du trait de côte et l'échelle considérée.

[6] Désigne une forme dont le motif se répète quelle que soit l'échelle à laquelle on l'observe.

[7] Source : Service hydrographique et océanographique de la marine (Shom).

COMMENT ÇA MARCHE ?

LE TRAIT DE CÔTE EST MOUVANT PAR NATURE

.....



Le trait de côte avance ou recule selon différentes échelles de temps et d'espace. Un ensemble de mécanismes naturels joue sur son évolution comme le vent, la houle et les courants de marée. Les côtes sableuses ont aujourd'hui tendance à reculer, que ce soit au niveau régional, national et même mondial.

De quoi sont formées les plages ?
De sédiments ! Le sable, les cailloux, les galets et même les argiles sont des sédiments. Leur nom dépend de la taille des éléments qui les composent. Ils proviennent de la dégradation des roches par le vent, la pluie ou les vagues. Une fois détachés, ils sont transportés par les rivières ou les courants marins pour un voyage plus ou moins long. Ils finissent par se déposer au fond des mers, mais aussi sur le littoral.

C'est de cette manière que se forment les plages : par accumulation de sable sur plusieurs centaines d'années. Lorsqu'ils s'entassent sur de très longues périodes, les sédiments peuvent constituer des couches de plusieurs centaines voire milliers de mètres d'épaisseur. Mais sur les plages bretonnes, les épaisseurs de sables ne dépassent généralement pas la dizaine de mètres. Avec le temps, le sédiment se tasse et se compacte pour former à nouveau une roche « solide », appelée « roche sédimentaire ». Le sable peut par exemple former du grès, tandis que l'accumulation de coquillages pendant des millions d'années formera du calcaire. Petit à petit, l'érosion désagrège la roche qui retourne à l'état de particules sédimentaires, transportées par le vent, les eaux ou la glace... Et le cycle peut recommencer.

ÉROSION ET ACCRÉTION

Les côtes rocheuses, rongées par la mer et le vent, n'évoluent qu'en reculant. Pour cette raison, elles sont appelées « côtes d'ablation ». À l'inverse, les côtes d'accumulation sédimentaire (plages, dunes, cordon de galets, vasières, etc.) sont en perpétuel ajustement. Chaque jour, elles perdent une partie de leurs sédiments (sable, vase, cailloux, etc.) emportés par le vent, les courants ou les vagues, et en gagnent une autre. Lorsque la perte de sédiment est plus importante que le gain, les plages sont sujettes à l'érosion côtière : elles s'amaigrissent. Lorsque le gain est supérieur à la perte, on dit qu'elles sont « en accrétion » : elles engraisent. Le bilan des apports et des pertes de sédiments dans une zone donnée du littoral permet d'évaluer l'évolution du trait de côte.

SANS VENT, PAS DE DUNES

Une première cause de transport sédimentaire peut être éolienne. Le vent, en soufflant, arrache des grains de sable à la plage et les transporte vers l'intérieur des terres. En arrière de la plage, il rencontre des reliefs et de la végétation qui lui barrent le chemin. Il perd peu à peu de sa puissance, laissant le sable retomber sur le sol. C'est ainsi que se forment les dunes : la végétation piège les grains de sable qui s'accumulent en tas. La croissance d'une grande dune nécessite des vents forts et réguliers (au moins 25 km/h), ainsi qu'une importante réserve de sable sur la plage. Le vent déplace le sable, mais également l'eau ! En soufflant au large, il crée des oscillations de la mer. Lorsqu'il s'arrête, ces oscillations continuent de se propager librement jusqu'à la côte, constituant ce qu'on appelle la houle. Elle vient alors s'écraser sur le rivage, formant des vagues pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur. La houle est la principale responsable des transports

de sédiments. Elle se manifeste par deux mécanismes : le transport par jet de rive et le transport par courant littoral.

AU RYTHME DES COURANTS

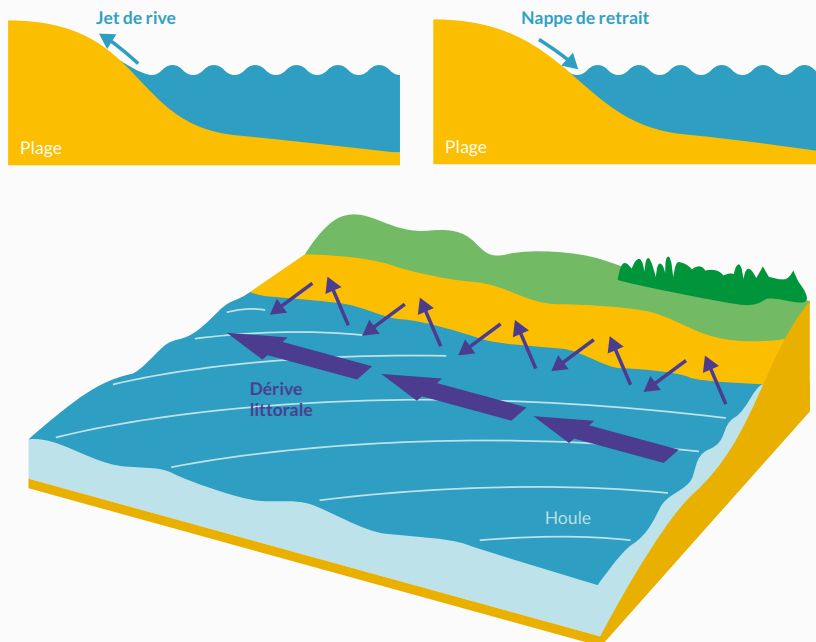
Lorsque les vagues déferlent, le filet d'eau montant - ou jet de rive - transporte le sable vers le haut, dans le sens de la vague. Lorsque les vagues se retirent, la nappe de retrait redescend les sédiments vers le bas.

En hiver, lors de tempêtes, les fortes vagues arrachent plus de sédiments qu'elles n'en apportent et la plage s'amaigrit. En période de temps calme, le sable finit généralement par revenir, apporté du large vers la côte par

des houles longues. Ainsi, les côtes d'accumulation sont marquées chaque année par une alternance saisonnière entre phase d'érosion (hiver) et d'accrétion (été) sédimentaire.

Lorsque les vagues déferlent avec une certaine obliquité par rapport à la ligne de rivage, les sédiments sont déplacés le long de la côte. Sur la plage, le déferlement des vagues induit un mouvement de va-et-vient des sables grossiers et des galets. Ce déplacement en dents de scie est appelé « dérive de plage ». Sous l'eau, un courant parallèle à la côte, appelé « dérive littorale », transporte les sables fins. La dérive littorale joue un rôle important dans le budget sédimentaire des plages. Elle peut transporter de grandes quantités de sédiments sur plusieurs dizaines de kilomètres.

Transport du sable littoral par les vagues



Adapté d'un schéma de Mocomed (A MOving COast in the MEDiterranean) • Réalisation : OEB, 2020.



Flèche sableuse du Kernic (2012). © Louis Brigand, UBO



Falaise en érosion à Telgruc-sur-Mer (2018). © Noémie Basara, UBO

En longeant la côte, la dérive littorale participe notamment à l'allongement des flèches dunaires présentes au niveau des estuaires, et nombreuses en Bretagne (Sables-d'Or-les-Pins, L'Île Blanche, Le Kernic, etc.). Ces flèches de sable ont une extrémité ancrée au littoral tandis que l'autre est libre, dans la mer. Les déplacements de sédiments y sont importants et rapides.

Les courants montant et descendant de la marée, qui ont lieu deux fois par jour, contribuent également au transport sédimentaire. Leur influence est minime sur le littoral, qui est dominé par la houle. Mais elle est importante dans les estuaires et les lagunes maritimes. Ceux-ci contiennent un mélange permanent d'eau douce et d'eau salée. Les fleuves apportent de l'eau douce et des sédiments provenant du continent, tandis que la mer contraint ces écoulements par le balancement des marées et de la dérive littorale. Les sédiments charriés à la mer se déposent dans des zones abritées (crique, anse ou changement de direction de la côte). Les estuaires sont des secteurs où l'apport sédimentaire est important. La plupart des plages qui présentent une accretion sédimentaire (qui avancement) en Bretagne sont situées à proximité de l'embouchure des estuaires (par exemple, l'estuaire de la rivière d'Étel dans le Morbihan).

.....
*Les côtes à falaise
 et côtes rocheuses sont
 vouées à reculer.*

L'ÉROSION DES CÔTES À FALAISE

Les côtes à falaise sont vouées à reculer. Mais ce recul est souvent plus modéré que celui des côtes d'accumulation. Il dépend essentiellement de leur composition : les falaises meubles, formées par du matériel peu lié (sable, limon, argile), s'érodent bien plus rapidement que les falaises rocheuses (granite).

Différents mécanismes jouent sur cette érosion, ayant une origine aussi bien marine que continentale. De manière générale, les vagues attaquent la base de la falaise tandis que les eaux de pluie fragilisent son sommet et rendent la roche plus meuble. Les mouvements de recul sont souvent aléatoires, ponctuels et brutaux. Des éboulements, effondrements ou glissements instantanés peuvent faire reculer les falaises meubles de plusieurs

mètres, voire plusieurs dizaines de mètres. Cependant, de nombreuses années peuvent s'écouler avant que ces phénomènes se reproduisent au même endroit. C'est pourquoi, en faisant une moyenne annuelle sur plusieurs décennies, les vitesses de recul des falaises dépassent très rarement 0,1 m/an. Les vitesses de recul parmi les plus élevées ont été mesurées sur les falaises de Cromenach dans l'anse de Bétahon (Morbihan), où le recul moyen a atteint $0,79 \pm 0,05$ m/an entre 1952 et 2000 [1]. La falaise de la Mine d'Or à Pénestin (Morbihan), a également enregistré un fort recul en 60 ans, à une vitesse moyenne de 0,3 m/an : elle a ainsi reculé d'une vingtaine de mètres pendant cette période [2].



Développer la connaissance et l'observation du trait de côte - Contribution nationale pour une gestion intégrée (Medde, 2016).
tinyurl.com/vxamsdm

[1] Quelques données nouvelles sur la mobilité récente et le bilan sédimentaire des flèches de galets de Bretagne. Géomorphologie : Relief. Processus. Environnement, 2011.
tinyurl.com/y7nyzd7r

[2] Rapport du BRGM : Pénestin (56), Éboulements côtiers. Phase 1. 2020.
tinyurl.com/yblldp5

LES TEMPÊTES FONT RECULER LE TRAIT DE CÔTE

En plus de ces évolutions observées sur plusieurs décennies, des modifications importantes du rivage peuvent avoir lieu en quelques heures lors de tempêtes. À marée haute, les fortes vagues engendrées par les vents attaquent directement le haut de l'estran et peuvent provoquer en quelques marées des reculs impressionnants du trait de côte. L'impact est encore plus marqué lorsque leur passage coïncide avec les grandes marées. Les violentes tempêtes de l'hiver 2013-2014 ont ainsi entraîné, à elles seules, un recul du rivage de l'ordre de 14 mètres pour la plage de Vougot à Guissény, et jusqu'à 30 mètres sur le sillot de Talbert [3] ! À l'inverse, l'ouragan du 15 octobre 1987, à l'origine de dégâts considérables sous l'effet du vent dans toute la France (1/4 des forêts bretonnes détruites), n'a quasiment pas eu d'effet sur le littoral car l'événement s'est produit lors d'un faible coefficient de marée.

Les tempêtes ont surtout un effet sur la forme des côtes d'accumulation, plus sensibles à l'impact des vagues, comme les cordons dunaires ou les flèches de galets. Les falaises ou les plages adossées aux falaises sont généralement moins affectées. En plus de générer une forte érosion des espaces naturels, les tempêtes sont souvent responsables d'inondations temporaires de la zone côtière par la mer. Des conditions météorologiques sévères (forte dépression et vent de mer) entraînent une surcote, c'est-à-dire une surélévation plus ou moins importante du niveau de la mer. Les vagues atteignent alors des hauteurs jamais rencontrées en temps normal. À marée haute, la mer et les vagues peuvent passer par-dessus les digues et protections naturelles (dunes, marais, etc.) et envahir les zones habitées. Ces débordements nommés submersions marines fragilisent les ouvrages côtiers et sont souvent à l'origine d'importants dégâts. Elles participent au recul du trait de côte.

MAIS LES PLAGES SONT RÉSILIENTES

Ce qui est mangé par les tempêtes n'est pas perdu à jamais, comme on pourrait le penser. Dans les années qui suivent, des compensations sédimentaires se produisent naturellement dans les sections les plus affectées. Le beau temps du printemps et de l'été favorisent le retour du sable. Les observations réalisées après la tempête Johanna du 10 mars 2008 ont par exemple montré que la majeure partie des systèmes littoraux fortement érodés ont connu une longue phase de régénération par la suite. Elle s'explique notamment par une succession d'hivers peu tempétueux entre 2008 et 2012. Il est important de prendre en compte ces phénomènes naturels de résilience dans la prédiction de l'évolution du trait de côte et dans sa gestion.

[3] Bilan des tempêtes de l'hiver 2013-2014 sur la dynamique de recul du trait de côte en Bretagne. Géomorphologie, relief, processus et environnement, 2015. tinyurl.com/y8y9bwu5



Évolution du trait de côte de la plage de Vougot à Guissény (29) entre la tempête Johanna du 10 mars 2008, et l'été 2012. Après la tempête, le cordon dunaire se régénère peu à peu par apport sédimentaire. © Serge Suanez (UBO)

UN PHÉNOMÈNE D'ÉROSION PLANÉTAIRE

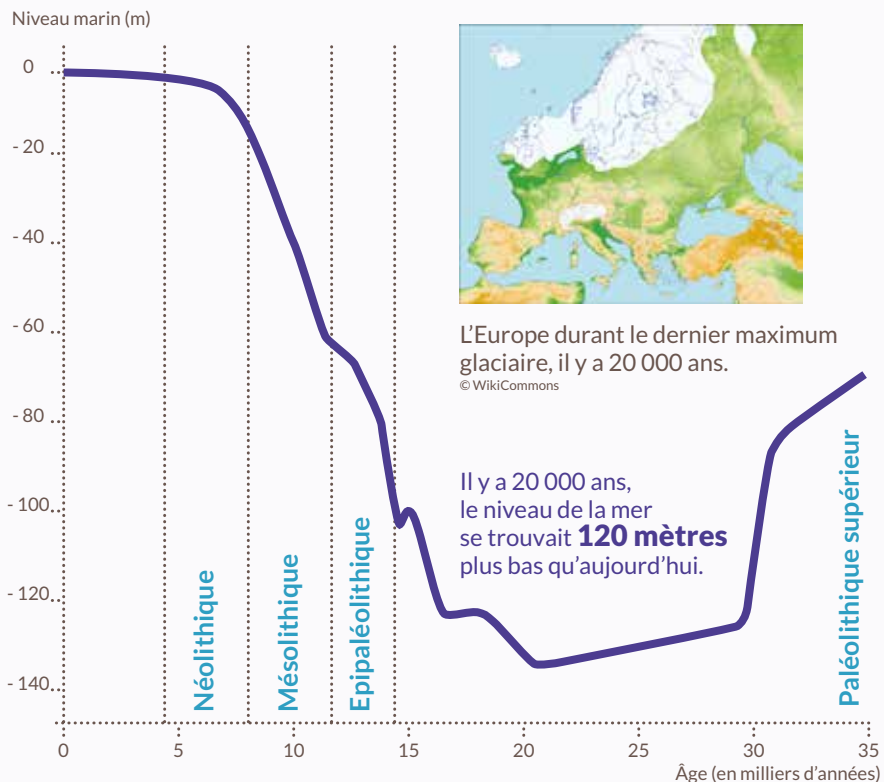
Actuellement, une grande partie des littoraux dans le monde est en érosion du fait de budgets sédimentaires déficitaires. Une étude parue en 2018 [4] a estimé pour la première fois cette érosion à l'échelle mondiale. Environ 24 % des plages ont reculé entre 1984 et 2016, à des vitesses supérieures à 0,5 m/an (dont 16 % supérieures à 1 m/an). D'après cette même étude, 37 % des rivages sablonneux des aires marines protégées s'érodent alors que 32 % d'entre elles sont en accrétion. En Europe, le recul du trait de côte concerne environ 20 % des côtes, selon le rapport EuroErosion effectué en 2004, le dernier publié à ce jour à cette échelle. Il est également de l'ordre de 20 % sur les côtes françaises, d'après l'indicateur national de l'érosion côtière.

Pour comprendre l'origine de cette érosion globale, il faut remonter 20 000 ans en arrière, lors de la dernière période glaciaire. Le climat européen correspondait à celui du Groenland aujourd'hui (avec une température globale de 5°C en moyenne, contre 14°C actuellement). L'Europe du Nord et les Alpes étaient recouvertes d'une épaisse couche de glace. Puisque l'eau était emmagasinée sous forme de glace sur les continents, le niveau de la mer se trouvait 120 mètres plus bas que le niveau actuel. Il était alors possible de traverser la Manche à pied ! Durant ce long refroidissement, des alternances saisonnières de gel et dégel ont fracturé les roches continentales, déjà ameublées par le climat globalement chaud et humide des millions d'années qui ont précédé et par la création des chaînes pyrénéennes et alpines. Lorsque l'eau passe de l'état liquide à l'état solide (glace), son volume augmente, ce qui exerce une pression sur la roche qui finit par se fendre. Ce morcellement dû au gel a engendré de grandes quantités de sédiments tout au long de la période glaciaire.

UNE PÉNURIE DE SÉDIMENTS

Mais le climat n'est jamais stable. Après le dernier maximum glaciaire, il y a 20 000 ans, de nouvelles conditions climatiques se sont instaurées, annonçant une période plus clémente dite « interglaciaire ». Ce réchauffement a provoqué la fonte des grands volumes de glace stockés sur les continents. La restitution des eaux de fonte

Variations du niveau marin sur la façade ouest de la France au cours des 35 000 dernières années



Données : « Évolutions morphologiques et indices d'occupation humaine au Pléistocène et à l'Holocène le long des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique », *Les nouvelles de l'archéologie*, 2019.
Réalisation : OEB, 2020.

.....
*La remontée de la mer
il y a 17 000 ans a
façonné nos côtes.*
.....

aux océans s'est traduite par une remontée très rapide du niveau de la mer. Celle-ci est montée de 100 mètres en 10 000 ans, au rythme moyen de 1 cm/an ! Les régions les plus basses ont alors été envahies par les eaux. En montant, la mer a repoussé vers l'intérieur des terres les sédiments accumulés pendant des milliers d'années. Elle les a balayés, façonnés, jusqu'à la ligne de rivage actuelle. Cette hausse du niveau marin a connu un ralentissement notable à partir de 5000 ans av. J.-C. et le niveau s'est progressivement stabilisé à un niveau proche de l'actuel. C'est à cette époque

que nos plages contemporaines se sont formées sous l'action des vagues. Depuis, les sédiments hérités de l'ère glaciaire forment un stock limité, continuellement remanié au gré des forces naturelles (vent, courants, marées, etc.). Les principaux apports sédimentaires proviennent aujourd'hui des continents, transportés jusqu'au rivage par les fleuves. Mais ces apports fluviaux sont très faibles et ne suffisent pas à compenser la baisse du stock relique.

Nous sommes ainsi passés d'une situation d'abondance à une pénurie de sédiments. Aucun nouvel apport massif de sédiments n'est prévisible au cours du siècle présent. La remontée actuelle du niveau des océans (de l'ordre de 2 à 3 mm/an en Bretagne) n'érode pas suffisamment les roches pour fournir des matériaux sédimentaires en abondance.

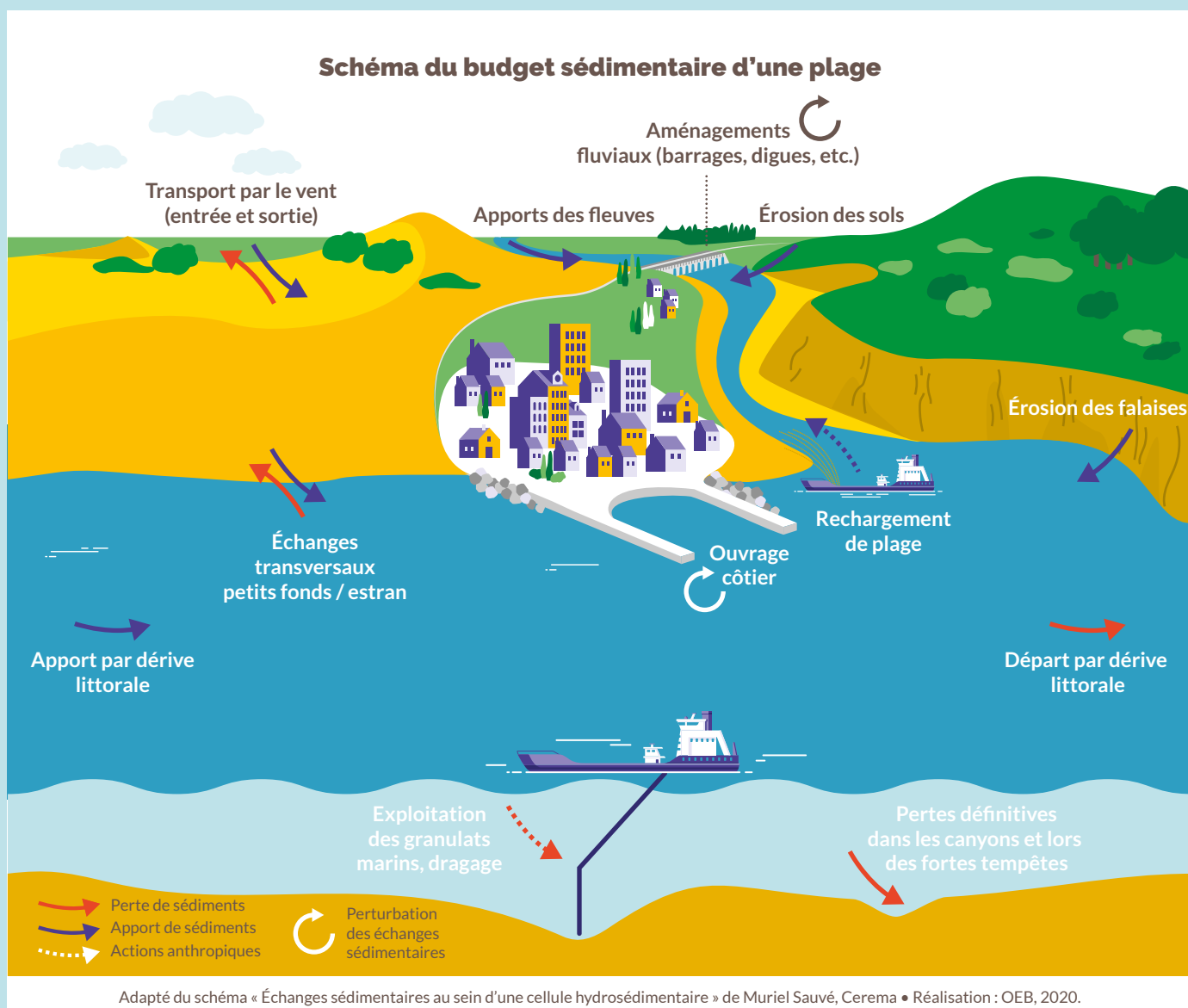
[4] The State of the World's Beaches. Scientific report - Natures, 2018. rdcu.be/b3K0T

COMMENT COMPRENDRE L'ÉVOLUTION DES PLAGES ?

Pour évaluer le recul ou l'avancée du trait de côte, on effectue des bilans sédimentaires. Ils correspondent à la quantification des stocks de matériaux

présents sur la plage (sable, galets, cailloux, etc.) auxquels sont ajoutés les apports (arrivée par la dérive littorale, par les fleuves ou les vagues), et sont retranchées les sorties de sédiments (départ par la dérive littorale ou par les vagues). Ces bilans sont réalisés au sein de petites portions de littoral, appelées « cellules hydro-sédimentaires ». Ces cellules sont indépendantes les unes des autres : elles sont considérées

comme étant à l'équilibre avec peu d'entrées ou de sorties de sédiments. Tout changement ou prélèvement de sédiments (forte tempête, extraction de sable, etc.) perturbe cet équilibre et est susceptible d'entraîner une évolution du trait de côte. Ce découpage en cellules permet de prendre en compte l'ensemble des facteurs d'évolution du littoral sur un secteur géographique donné.



LES ACTIVITÉS HUMAINES ACCENTUENT L'ÉROSION



© Laurent Migonac - T&F

Depuis les années 1960, l'occupation intensive du rivage par les Hommes trouble la dynamique naturelle du trait de côte. Que ce soit par les divers aménagements côtiers perturbant le transit naturel des sédiments, ou par le changement climatique à l'origine de l'élévation du niveau des océans.

Dans le contexte naturel de crise sédimentaire, certaines activités humaines accentuent davantage le déficit de sédiments sur le littoral breton. Après l'eau, le sable est la deuxième ressource naturelle la plus consommée dans le monde. Il est principalement utilisé dans le secteur de la construction, pour faire du béton.

DU SABLE PRÉLEVÉ POUR FAIRE DU BÉTON

Les granulats sont extraits dans les lits fluviaux ou les fonds côtiers. Mais jusqu'au XX^e siècle, ils étaient directement récupérés sur les plages... et les côtes bretonnes en ont souffert. Le sillon de Talbert, grand cordon de galets situé en

Côtes-d'Armor, constituait par exemple une réserve de galets gratuite pour les populations locales qui s'en servaient pour construire leurs maisons. Pendant la Seconde Guerre mondiale, l'armée allemande a extrait d'énormes quantités de sable et de pierres en Bretagne pour la construction du mur de l'Atlantique. Les prélèvements les plus importants ont eu lieu sur l'ancien cordon de galets de l'Ero Vili (baie d'Audierne, Finistère), avec un volume estimé à environ 1 million de m³. Suite à ces prélèvements, la partie Sud de l'Ero Vili ne s'est jamais reconstituée.

.....
*Après l'eau, le sable
est la deuxième
ressource naturelle
la plus consommée
dans le monde.*
.....



Le sillon de Talbert est le plus grand cordon de galets du littoral breton. © Dominique Halleux, Conservatoire du littoral, 2007.

À la fin de la guerre, l'exploitation des cordons de galets fut reprise par des entrepreneurs locaux. L'absence de législation a permis l'extraction intensive de sédiments sans tenir compte de la dégradation des côtes. Depuis 1985, l'extraction de sable siliceux (sable de plage) et de galets est interdite en Bretagne.

DU SABLE PRÉLEVÉ POUR L'AGRICULTURE

Il existe deux sites de sables coquilliers actuellement exploités au large des côtes bretonnes : La Horaine (Côtes-d'Armor) et Les Duons (Finistère). Contrairement au sable siliceux, le sable coquillier n'est pas utilisé pour la construction mais pour l'agriculture. Il sert d'amendement des terres agricoles, versé directement sur les cultures en substitution des engrais. Pourquoi utiliser ce sable ? Les terres bretonnes sont naturellement acides ; les agriculteurs ont besoin de cet apport calcaire pour désacidifier leurs sols et fournir un apport nutritionnel à leurs cultures (orge, blé, luzerne, betterave).

La Bretagne est d'ailleurs la seule région en France où les matériaux calcaires sont exploités, avec un volume maximal autorisé de 201 400 m³ par an [1]. Les conséquences de ces extractions sur la position du trait de côte sont mal connues et difficiles à évaluer du fait de la complexité des processus en jeu. Il est constaté que le dragage des fonds marins perturbe la vie marine aux environs et augmente la turbidité [2] de l'eau par accroissement des matières en suspension. Il limite également l'accès à des secteurs traditionnels de pêche ou de plongée. Des oppositions locales ont ainsi empêché l'exploitation d'un gisement de sables coquilliers en baie de Lannion par crainte des répercussions sur les activités économiques (tourisme, pêche, etc.) et sur l'environnement (réserve naturelle des Sept-Îles).

LES BARRAGES : DES PIÈGES À SÉDIMENTS

Sur le continent, les barrages fluviaux peuvent influencer l'évolution du trait de côte car ils réduisent le flux de sédiments atteignant le littoral. La situation peut être aggravée par l'extraction des matériaux piégés (sables, granulats, galets), souvent à destination de l'industrie du bâtiment. À l'inverse, certains barrages peuvent favoriser une accrétion sédimentaire.

Depuis sa mise en service en 1970, le barrage d'Arzal (Morbihan) a accentué l'envasement de l'estuaire de la Vilaine. Il a été construit pour bloquer totalement l'entrée de la marée dans l'estuaire. L'onde de marée remontait auparavant jusqu'à Redon, soit 40 km plus loin que le barrage ! La diminution drastique de la vitesse des courants marins a favorisé le dépôt naturel des sédiments. Estimé à 30 millions de m³ de vase [3], le barrage a profondément modifié l'écosystème estuarien ainsi que les activités économiques des communes riveraines (mytiliculture, civelles, coques, navigation). Des dragages d'entretien réguliers permettent la remise en circulation d'une partie des sédiments vers l'océan. Mais ce n'est pas suffisant pour empêcher la sédimentation, qui transformera, à terme, l'estuaire interne en marais maritime bordant le fleuve. Le trait de côte estuarien se retrouve ainsi protégé de l'érosion. De la même manière, l'estuaire de la Rance s'envase depuis l'installation en 1966 d'une usine marémotrice diminuant l'énergie des courants. Les plages aux alentours se sont transformées en vasières pouvant atteindre trois mètres de hauteur.

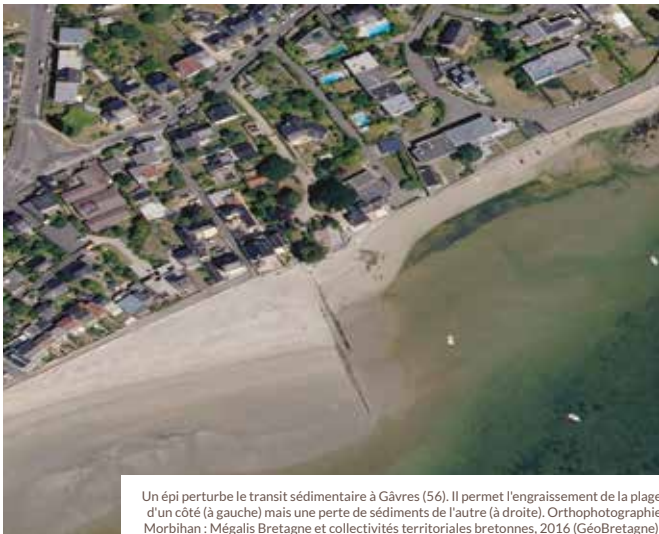
[1] Stratégie de façade maritime Nord Atlantique - Manche Ouest, septembre 2019. Annexe 9 : Document d'orientation et de gestion des granulats marins (DOGGM). tinyurl.com/y9guohfh

[2] État d'un liquide trouble, non limpide.

[3] Établissement public territorial du bassin de la Vilaine (EPTB Vilaine).



L'envasement du barrage d'Arzal (56) en aval de l'estuaire est visible du ciel (à gauche). Orthophotographie Morbihan : Mégalis Bretagne et collectivités territoriales bretonnes, 2016 (GéoBretagne)



Un épi perturbe le transit sédimentaire à Gâvres (56). Il permet l'engraissement de la plage d'un côté (à gauche) mais une perte de sédiments de l'autre (à droite). Orthophotographie Morbihan : Mégalis Bretagne et collectivités territoriales bretonnes, 2016 (GéoBretagne).



L'ancien phare de Nantouar, à Louanec (22) est protégé par un enrochement mais l'érosion continue de chaque côté. Orthophotographie des Côtes-d'Armor, Mégalis Bretagne et département des Côtes-d'Armor, 2018 (GéoBretagne).

DES OUVRAGES CÔTIERS QUI INTERROGENT

Au cours des années 1970 et 1980, l'extension des zones urbanisées du littoral a conduit à l'installation de nombreuses structures ayant un effet de fixation temporaire du trait de côte. La cartographie nationale des ouvrages et aménagements littoraux, réalisé par le Cerema, répertorie près de 4 500 ouvrages en Bretagne (digues, brise-lame, murs, épis, perrés, jetées, quais, aménagements divers). Ces constructions perturbent les échanges sédimentaires naturels du littoral et conduisent parfois à l'amaigrissement des plages. C'est notamment le cas des ouvrages de défense contre la mer (digues, épis). Il en existe deux types : les ouvrages parallèles à la côte (longitudinaux) et ceux perpendiculaires à la côte (transversaux).

Les ouvrages longitudinaux, de haut de plage (mur, perré) protègent de l'assaut frontal des vagues. Ils ont pour but de fixer le trait de côte. Mais, en protégeant les habitations et les aménagements qui se trouvent derrière, ces types d'ouvrages peuvent porter atteinte à la plage. La houle qui vient frapper la digue engendre une agitation du plan d'eau plus intense que la normale.

.....
Les ouvrages de défense contre la mer perturbent l'équilibre naturel des plages.

Le pied des ouvrages se creuse, entraînant un abaissement progressif de la plage. L'érosion est également accentuée au niveau des zones non protégées, situées de part et d'autre de l'ouvrage (« effet de bout »).

Les ouvrages transversaux (épis), bloquent quant à eux les sédiments arrivant parallèlement à la côte, c'est-à-dire par dérive littorale. Le sable vient s'accumuler contre l'épi et renforce la plage en amont. Cependant, une zone d'érosion se forme de l'autre côté de l'épi puisqu'il n'y a plus d'arrivée de sédiments. Les épis reportent donc l'érosion en aval. Pour toutes ces raisons, les techniques de défense contre la mer, dites « dures » (enrochements, épis, perrés, etc.), font aujourd'hui débat : ils protègent, tout en accélérant l'érosion, imposant ainsi une extension progressive de la protection le long du littoral.

UNE PRESSION ACCRUE SUR LES CORDONS DUNAIRE

L'artificialisation du littoral breton dans les années 1970-80 est allée de pair avec le développement du tourisme de masse. La forte augmentation du nombre de touristes a notamment entraîné la dégradation des cordons dunaires. Le piétinement des visiteurs, les campings et la libre circulation des voitures et motos sur les dunes ont progressivement détruit la végétation qui retenait le sable. Les dunes ont subi une forte érosion, le sable étant emporté par le vent ou les gens (baie de Goulven, Kernic, Erdeven, Sables-d'Or-les-Pins, etc.). Depuis, des mesures ont permis de reconstituer les dunes, que ce soit par la plantation d'oyats, la relocalisation des campings et parkings ou l'aménagement de chemins pour accéder aux plages.



Cartographie nationale des ouvrages et aménagements littoraux
tinyurl.com/ycpu6joc

QUELS EFFETS ATTENDRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Si les tempêtes ont des effets à court terme sur le littoral, le changement climatique, principal responsable de l'augmentation du niveau de la mer, pourrait entraîner un recul du trait de côte à long terme.

Depuis les années 1850, les températures enregistrées à l'échelle mondiale augmentent. En 2020, le réchauffement s'élevait à environ 1°C au-dessus des niveaux préindustriels. La conséquence principale de ce changement climatique est l'augmentation du niveau des océans. En témoigne le marégraphe de Brest, qui enregistre le niveau de la mer depuis 1711 dans le Finistère. Les mesures indiquent une élévation d'environ 30 cm en 300 ans. L'augmentation était d'environ 0,88 mm/an au début du XVII^e siècle. Elle s'est accélérée depuis les années 1950 et atteint aujourd'hui 2,75 mm/an, suivant ainsi les tendances mondiales.

L'AUGMENTATION DU NIVEAU MARIN

Cette élévation millimétrique du niveau de la mer semble avoir aujourd'hui un effet dérisoire sur le recul du trait de côte. Ainsi, la hauteur des surcotes de tempêtes est bien supérieure : 1,60 m à Brest au passage de l'ouragan du 16 octobre 1987, 0,78 m à Concarneau lors de la tempête Johanna du 10 mars 2008, etc. Ces événements ponctuels de grande amplitude masquent les effets de l'élévation du niveau de la mer. Il faut cependant noter que la montée du niveau des océans se poursuivra au cours du siècle, et au-delà, même si l'on parvient à contenir le réchauffement planétaire en deçà de 1,5°C. D'après un rapport [4], rendu en septembre 2019 par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), elle pourrait atteindre 1,10 mètre en 2100 si les émissions de gaz à effet de serre ne diminuent pas. Dans le plus optimiste des scénarios, le niveau augmenterait au minimum de 40 centimètres.

Quelle qu'elle soit, la montée des océans rehaussera les niveaux d'eau des événements tempétueux dans les décennies à venir. Les niveaux marins extrêmes atteindront plus fréquemment le rivage, ce qui intensifiera l'érosion du trait de côte et augmentera la fréquence et la sévérité des submersions marines.

Le réchauffement climatique est donc à prendre en compte dans les réflexions sur les risques littoraux. En France, une élévation de 60 cm en 2100 est actuellement prise en considération dans les politiques de prévention des risques littoraux [5]. Elle permet de délimiter les zones qui seront susceptibles d'être atteintes plus fréquemment par les submersions marines.

ET LES TEMPÊTES ?

Le nombre de tempêtes augmentera-t-il avec le changement climatique ? La question fait débat. Les calculs probabilistes livrent des résultats très incertains, surtout aux échelles régionales où de fortes disparités existent. Selon Météo-France, le nombre des tempêtes affectant les régions

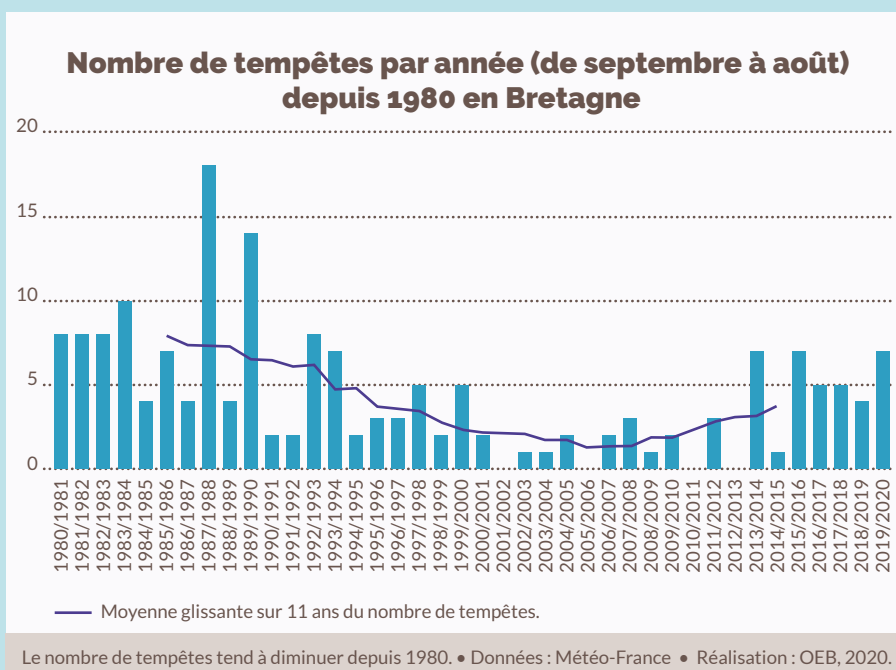
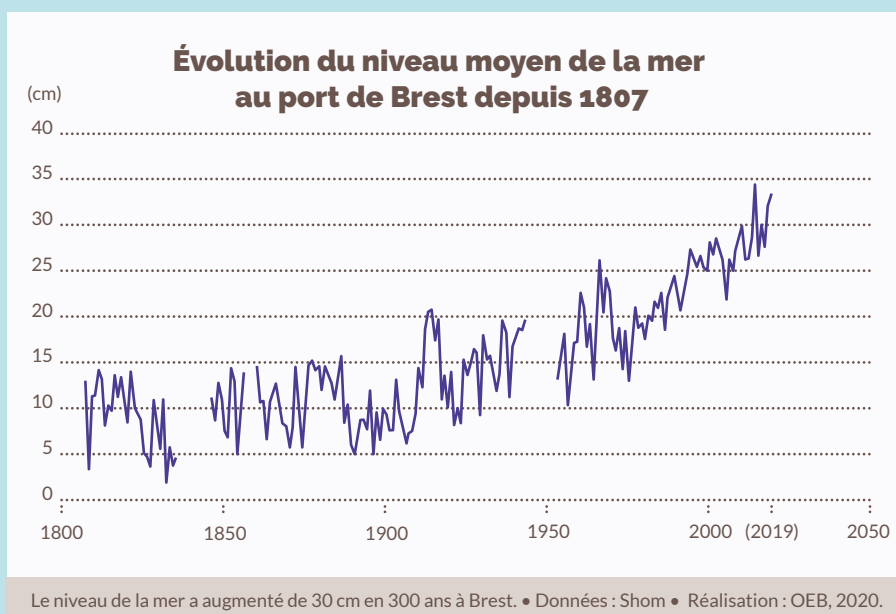
est très variable d'une année à l'autre. En Bretagne, on observe une baisse significative du nombre de tempêtes depuis 1980, sans lien établi avec le changement climatique. Aucune évolution notable de leur intensité n'est à souligner.



Climat HD - L'évolution du climat par région
tinyurl.com/q7pzj73

[4] Rapport spécial du Giec sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique. tinyurl.com/yd52h6ba

[5] Circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux. tinyurl.com/yaghegtq



LES RISQUES CÔTIERS EN BRETAGNE



© Laurent Renault - Adobe Stock

Éminemment mobile, le littoral est soumis à des processus naturels (courants, vagues, tempêtes, etc.) ou liés aux activités humaines (construction d'ouvrages, extractions de sédiments, etc.) qui le conduisent à des évolutions rapides. Le recul du trait de côte accentue les risques d'érosion et de submersion marine, et menace les habitants du bord de mer.

L'installation des populations humaines en bord de mer pose la question de l'évolution du trait de côte. Est-il stable ? Si ce n'est pas le cas, à quelle vitesse recule-t-il ou avance-t-il ? Ces transformations entraînent-elles un risque pour les habitants ? Pour répondre à ces questions, les géographes suivent le trait de côte au cours du temps,

sur des photos aériennes ou sur d'anciennes cartes du littoral. Ils repèrent et tracent le trait de côte sur ces photos et comparent son évolution sur différentes années. À l'aide de cartes anciennes, il est possible de remonter jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, période à partir de laquelle sont utilisées pour la première fois les techniques de cartographie modernes. Plus récemment, la mise à disposition par l'Institut géographique national (IGN) de ses photographies aériennes (produites régulièrement depuis 1950) permet de disposer d'un référentiel très utile sur le littoral. La comparaison de deux situations éloignées l'une de l'autre dans le temps permet de dégager la tendance au recul, à l'avancée ou à la stabilité d'une section de rivage.

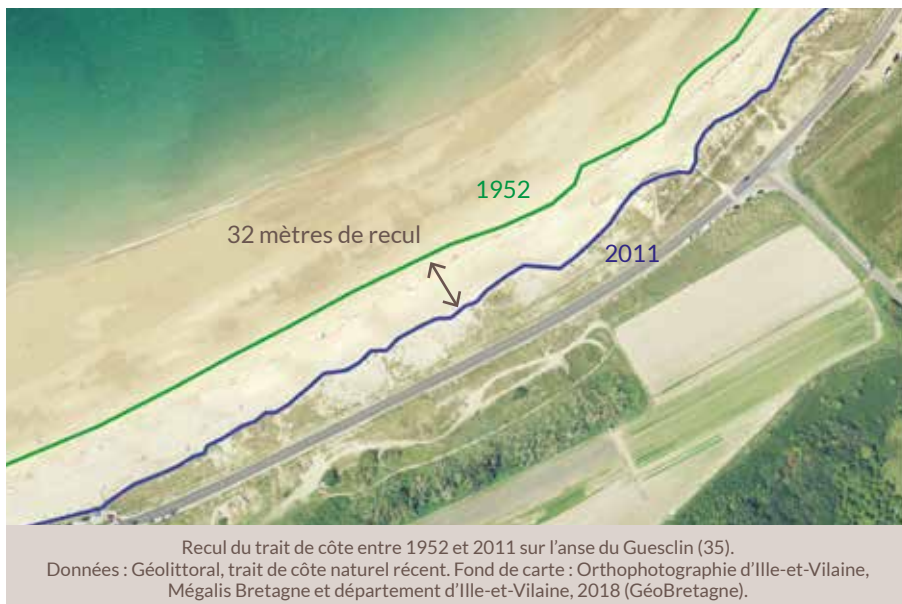
L'INDICATEUR NATIONAL DE L'ÉROSION CÔTIÈRE

L'indicateur national d'érosion côtière (INE) réalisé par le Cerema [1] en 2015 constitue la première cartographie de l'évolution du trait de côte couvrant l'ensemble du littoral de la Métropole et des cinq départements et régions d'outre-mer (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion et Mayotte). Il se base sur une comparaison des traits de côte à deux dates éloignées d'au moins 50 ans, repérés sur des photographies aériennes. La mesure de la distance comprise entre deux traits de côte datés permet de calculer un taux d'évolution moyen en mètres par an. L'indicateur a été calculé selon des profils espacés de 200 m le long du rivage.

LES CÔTES ROCHEUSES PROTÈGENT LA BRETAGNE

En métropole, les littoraux les plus touchés par le recul du trait de côte sont situés dans les régions des Hauts-de-France, de Normandie et de Nouvelle-Aquitaine. L'érosion est en revanche plus faible dans les quatre départements bretons. Les résultats pour la Bretagne montrent que pour l'essentiel du linéaire côtier, l'évolution n'est pas perceptible. Une faible portion du trait de côte a reculé avec l'érosion, et une autre, plus petite, a avancé. Ces évolutions ont eu lieu à des vitesses allant de 0,1 m/an à plus de 3 m/an selon les secteurs. Cela s'explique par la présence de nombreuses falaises et côtes rocheuses (plus de 50 % du linéaire) qui évoluent très lentement et sont plus résistantes à l'érosion marine que les côtes sableuses. En examinant uniquement les côtes basses sableuses (29 % du linéaire), la proportion en recul atteint 16 %. La côte bretonne, très découpée, limite les déplacements de sable. De plus, contrairement aux falaises normandes de craie, très friables, les falaises bretonnes sont principalement composées de matériaux granitiques, plus résistants. Le littoral de la Bretagne est donc moins exposé au recul du trait de côte que celui des autres régions.

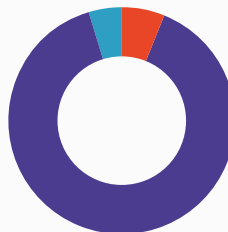
L'INE comporte cependant certaines limites. En s'appuyant sur une approche cartographique, il indique une tendance de recul à long terme mais n'indique pas les secteurs actuellement en érosion (par exemple les côtes à falaises reculent généralement très lentement, ce qui est souvent indétectable sur des photographies aériennes). Des études de terrain sont nécessaires pour constater l'érosion des côtes à falaise, comme des mouvements de terrain ponctuels [2].



Recul du trait de côte entre 1952 et 2011 sur l'anse de Guesclin (35).
Données : Géolittoral, trait de côte naturel récent. Fond de carte : Orthophotographie d'Ille-et-Vilaine, Mégalis Bretagne et département d'Ille-et-Vilaine, 2018 (GéoBretagne).

L'évolution du trait de côte en Bretagne

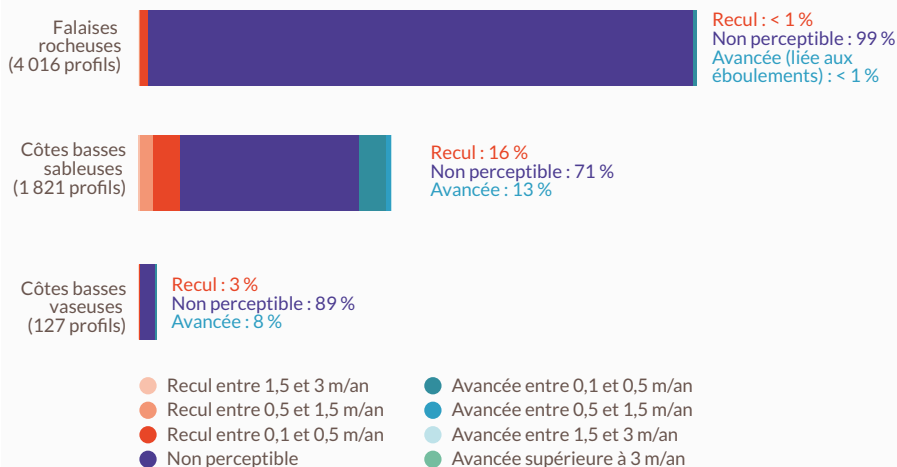
Pour **89 %** du trait de côte, l'évolution est imperceptible entre 1950 et 2011



Tendance à l'échelle régionale entre 1950 et 2011

- Avancée : 4,6 %
- Recul : 6,2 %
- Non perceptible : 89,2 %

Évolution des profils de rivage espacés de 200 mètres en Bretagne, par nature de côte



Données : Cerema, 2016 • Réalisation : OEB, 2020.



Cartographie dynamique de l'indicateur national de l'érosion côtière
tinyurl.com/yb2yahup

[1] Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

[2] Par exemple, l'Atlas des aléas littoraux fournit des chiffres pouvant être sensiblement différents car il procède d'une autre méthodologie.



Submersion marine, débordement à Perros-Guirec. © Laetitia Beauverger



Submersion marine à Saint-Malo, franchissement par « paquets de mer ». © BRGM, Jean-Michel Schroetter, 2020.



Endommagement d'un boudin géotextile anti-érosion à Trégastel (Côtes-d'Armor). © BRGM, Sylvestre Le Roy, 2013.

UNE PLAGE SUR TROIS RECALE

Une étude plus fine a été menée par les géographes de l'UBO [3]. Elle analyse l'évolution des côtes meubles au cours des 60 dernières années. Sur les 652 plages étudiées, 191 présentent un recul supérieur à 2,5 mètres depuis 1950. La plupart de ces plages en retrait sont situées dans le nord de la Bretagne (Côtes-d'Armor et Ille-et-Vilaine). Les changements les plus importants concernent les flèches littorales [4] comme le sillon de Talbert (Côtes-d'Armor), ainsi que les grandes plages ou dunes comme Tronoën dans la baie

d'Audierne (Finistère), qui ont reculé respectivement de 50 m et de 60 m entre 1950 et 2010. Les plages encadrées entre deux pics rocheux, à l'abri du vent, sont à l'inverse plus épargnées. Certaines affichent même une avancée significative, supérieure à 2,5 mètres. Au total, 135 plages ont connu une avancée de la terre vers la mer au cours des 60 dernières années. Enfin, 326 plages ne présentent pas d'évolution significative, avec des valeurs d'avancée ou de recul inférieures à 2,5 m. Elles sont considérées comme stables.

plages, effondrement de falaises), et les submersions marines (inondations temporaires du littoral) [5]. La migration dunale est actuellement peu présente en Bretagne, et n'est donc généralement pas prise en compte dans les études sur les aléas côtiers. Cependant, des archives historiques indiquent que des avancées sableuses ont eu lieu à plusieurs reprises sur les côtes armoricaines. Entre 1700 et 1800, les habitants de Tréménac'h (dans l'actuelle ville de Plouguerneau) ont par exemple souffert de l'invasion de leur village par la dune, à tel point que l'église de la commune a fini par disparaître, « noyée par le sable » [6].

L'érosion et la submersion marine sont généralement engendrées par des vents forts ou des tempêtes, associées à des conditions de mer propices à la surélévation de l'eau (haute mer, surcote, houle). Ces événements météo-marins se produisent surtout au cours de l'automne et de l'hiver.

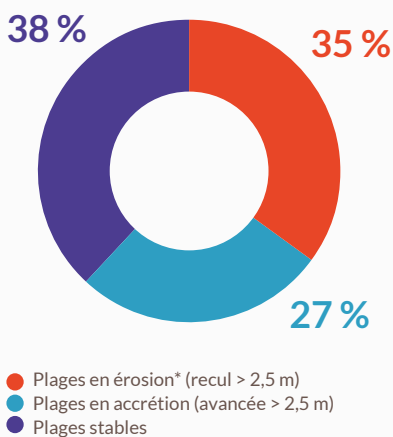
[3] Long, medium, and short-term shoreline dynamics of the Brittany Coast (western France). Journal of Coastal Research, 2019. tinyurl.com/y74v42fy

[4] Forme d'accumulation sédimentaire meuble (sables, graviers, galets) en bord de mer, qui bénéficie d'un point d'ancrage à la terre ferme sur l'une de ses extrémités seulement tandis que l'autre s'avance librement dans la mer.

[5] Caractérisation des aléas littoraux d'érosion et de submersion en Bretagne par l'approche historique. Cybergeo : European Journal of Geography, 2018. tinyurl.com/yapubf7u

[6] « Délits d'eau » et « volements de sables », les « offensives éoliennes » sur les côtes bretonnes au XVIII^{ème} siècle. Physio-Géo, 2019. tinyurl.com/yaxlnu75

Évolution des plages en Bretagne



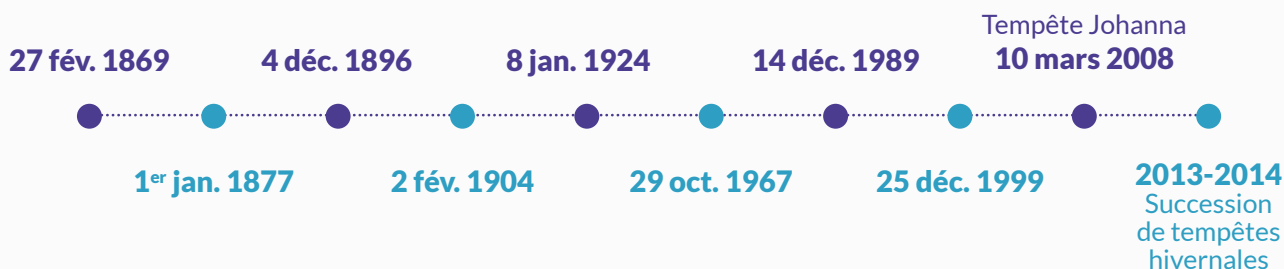
* Les pourcentages représentent un linéaire en nombre de kilomètres sur un total de 335 km. Données : UBO. Réalisation : OEB, 2020.

SUBMERSION, ÉROSION ET MIGRATION DUNAIRE

Si l'érosion côtière est principalement due aux tempêtes, elle devrait s'accroître dans les décennies à venir sous l'effet de la montée du niveau de la mer liée au changement climatique, mais également par une occupation humaine toujours plus dense du littoral. Les populations installées sur la zone côtière sont sous la menace de différents aléas littoraux. Il en existe trois types répertoriés par la direction générale de la prévention des risques (DGPR) : la submersion marine (inondations temporaires du littoral), l'érosion et la migration dunale (avancée du front de dune vers l'intérieur des terres).

La plus grande partie des aléas recensés en Bretagne entre 1790 et 2016 concerne l'érosion et l'endommagement de rivages artificiels (structures de défense du trait de côte, digues, bâtiments), l'érosion de rivages naturels (perte de sable sur les

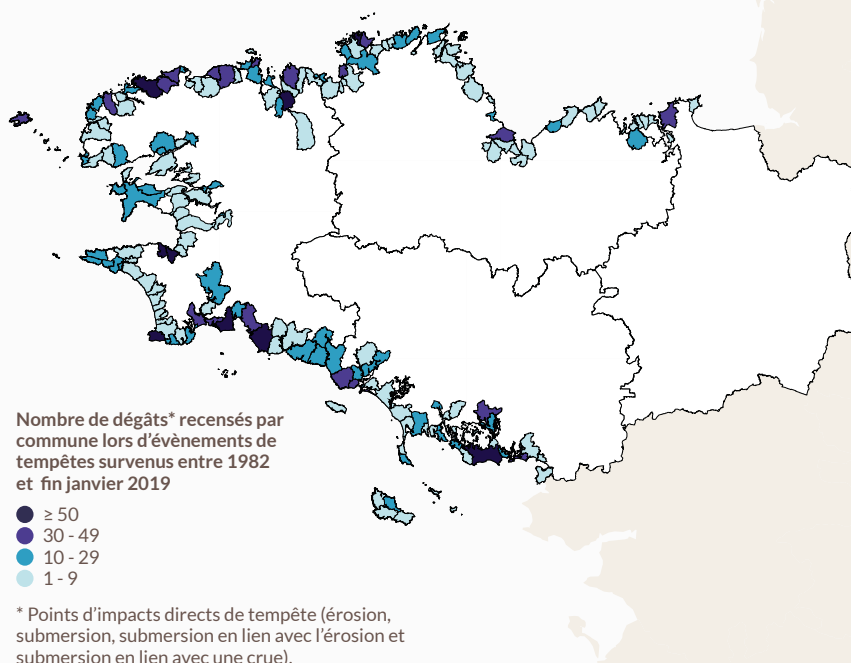
Les 10 tempêtes ayant eu le plus d'impacts sur le littoral breton depuis 1850



Données : BRGM Bretagne. • Réalisation : OEB, 2020.

En Bretagne, la tempête hivernale Johanna du 10 mars 2008 a entraîné d'importantes submersions marines. Elle a marqué les esprits par la violence des dégâts engendrés (inondation, endommagements d'ouvrages côtiers, forte érosion de dunes et falaises, etc.). Durant l'automne-hiver 2013-2014, le littoral breton dressait un nouveau bilan face à des dégâts localement considérables, après avoir été balayé par une succession d'une trentaine de tempêtes, laissant l'impression d'une tempête quasi-continue durant tout l'hiver. Les dommages causés lors de ces épisodes tempétueux se sont souvent révélés progressifs (lente dégradation des ouvrages et protections naturelles au fil des tempêtes). Contrairement à ce qu'on pourrait penser dans le contexte actuel de réchauffement climatique, les tempêtes ne sont a priori ni plus nombreuses ni plus violentes qu'autrefois. Simplement, le nombre de dégâts est bien plus important aujourd'hui que dans les années 1800 car le nombre d'habitants et de logements en bord de mer a très fortement augmenté.

Dégâts causés par les tempêtes dans les communes littorales bretonnes



Données : Base de données tempête, BRGM Bretagne. • Réalisation : OEB, 2020.

LES ZONES LES PLUS AFFECTÉES

La distribution spatiale des communes les plus touchées par l'érosion et la submersion marine n'est pas un hasard. Les littoraux bas sont plus développés sur la façade méridionale que sur les côtes occidentales et septentrionales de la région. Celles-ci sont généralement plus élevées et donc en partie protégées. De plus, la pointe bretonne et le littoral breton méridional sont directement exposés aux tempêtes et aux houles venant de l'Atlantique et du golfe de Gascogne, alors que la côte Nord de la région bénéficie d'une situation un peu plus abritée. Les communes les plus impactées par des dégâts littoraux possèdent généralement un long linéaire côtier, constitué essentiellement de cordons littoraux sableux ou de galets.

Les côtes d'ablation, en particulier les falaises rocheuses, sont les moins touchées. Les falaises de Belle-Île, la côte nord du cap Sizun, la pointe Saint-Mathieu, le cap Fréhel et la pointe du Grouin sont ainsi relativement épargnées. Cependant, certaines falaises meubles, plus sensibles à l'érosion que les falaises rocheuses, ont subi un recul, notamment dans le nord de la Bretagne où elles sont particulièrement présentes. C'est le cas de la rade de Brest, la baie de Lannion et la baie de Saint-Brieuc, (Locquirec, Plougrescant, Pléneuf-Val-André, etc.). Les fortes précipitations de janvier 1995, la tempête Johanna du 10 mars 2008, les tempêtes successives de l'hiver 2013-2014 et les hivers abondamment pluvieux de 1998 à 2001 sont à l'origine

des plus gros reculs enregistrés (effondrements, glissements de terrain). Enfin, certaines villes estuariennes sont régulièrement inondées (Quimper, Châteaulin, Landerneau, Auray, Quimperlé, voire Lannion et Tréguier), du fait d'une concomitance crue-submersion : les tempêtes génèrent un fort niveau marin, donc la rivière, souvent gonflée par les précipitations associées, déborde parfois dans des villes situées en arrière-pays.



Connaissances et données sur les tempêtes en France métropolitaine : tempetes.meteo.fr

Les biens et les personnes exposés aux aléas côtiers (érosion et submersion marine) forment ce qu'on appelle des enjeux. Autrement dit, les enjeux constituent tout ce que l'on risque de perdre face à un aléa (lors d'une tempête par exemple). Il peut s'agir de bâtiments, d'habitations, d'activités économiques diverses, de réserves naturelles, etc. Lorsqu'un enjeu est soumis à un aléa, cela crée un risque. Par exemple, des habitations (enjeu) situées dans une zone sujette à la submersion marine (aléa naturel) forment un risque de submersion. Les aléas génèrent des risques seulement si des enjeux sont présents : en l'absence de personnes ou de biens exposés à un aléa, il n'y a pas de risque.

En bord de mer, les enjeux humains et matériels sont particulièrement importants. La concentration de la population et la densité de construction de logements sont 2,5 fois plus élevées que la moyenne métropolitaine [7]. Les surfaces artificialisées (logements, routes, zones industrielles et portuaires, etc.) occupaient en moyenne 14,6 % des communes littorales en Bretagne en 2012, soit 2,6 fois plus de surface que la moyenne métropolitaine [8]. En 2019, 1 217 000 personnes vivaient dans les communes littorales. La densité de population est forte à proximité

des rivages et les capacités d'accueil touristique généralement élevées. Un aléa naturel peut donc y avoir un impact important.

LES ENJEUX EN ZONES BASSES

Pour évaluer les enjeux du littoral et les risques associés, il faut pouvoir délimiter les zones exposées aux aléas côtiers. Cette délimitation se base sur les zones basses. Elles correspondent à l'ensemble des territoires littoraux dont l'altitude est inférieure aux niveaux atteints par la mer lors de conditions extrêmes (période de retour centennale, soit une chance sur cent de se produire ou d'être dépassé chaque année). Ces hauts niveaux d'eau varient de 3,5 mètres NGF (nivellement général de la France) en Bretagne Sud à 7,8 mètres dans la baie du Mont-Saint-Michel où les marées sont très fortes [9]. Un travail de cartographie des zones basses a été réalisé par le Cetmef [10] et les CETE [11] de l'Ouest et de Méditerranée en 2012 pour l'ensemble du littoral métropolitain. La moitié du littoral breton est concernée par les zones basses (48 %) et les départements du Finistère et du Morbihan concentrent plus des trois quarts des zones basses de la région (77 %). Les zones basses sont pour la plupart protégées de l'intrusion

de l'eau de mer par des cordons dunaires naturels ou des ouvrages de défense contre la mer. Mais cette délimitation permet d'avoir une idée des surfaces potentiellement concernées par les aléas submersion marine et érosion et d'appréhender, même de manière grossière, les enjeux humains et bâtis exposés à ces aléas.

[7] Des pressions plus fortes en bord de mer. Données et études statistiques du Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017. tinyurl.com/yam8jqwb

[8] Occupation du sol dans les communes littorales métropolitaines en 2012 et évolution depuis 2006. Observatoire national de la mer et du littoral (ONML). tinyurl.com/yd3o8f5s

[9] Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique), (Shom, Cetmef, 2012). tinyurl.com/ycpd832y

[10] Centre d'études techniques maritimes et fluviales.

[11] Les centres d'études techniques de l'Équipement.



www.risques-cotiers.fr
**Observatoire intégré
 des risques côtiers**
tinyurl.com/ydym63n

Les enjeux en zones basses littorales submersibles* en Bretagne (analyse réalisée dans le cadre du projet Osirisc**)



126 896 personnes
habitent dans les zones basses littorales submersibles de Bretagne.

Part des communes littorales concernées
14 %



41 208 bâtiments résidentiels

4,8 %

3 736 419 m²
occupés par des bâtiments résidentiels

4,3 %



42 396 emplois

6,7 %

1 531 366 m²
occupés par des bâtiments agricoles, industriels ou commerciaux

5 %

106 101 996 m²
de terres agricoles

4,3 %



79 monuments historiques

6 %

166 124 397 m²
d'espaces naturels protégés***

19 %

* Tient compte d'un niveau d'eau centennal (une chance sur cent de se produire chaque année lors d'une tempête), et d'une élévation du niveau marin de 1 mètre à l'horizon 2100. ** Projet Osirisc tinyurl.com/yd3r6nqu *** Les espaces naturels comptabilisés sont ceux sous protections réglementaires (réserves naturelles nationales et régionales, arrêtés préfectoraux de protection de biotopes, sites d'intérêt communautaire, zones de protection spéciale et sites classés), ceux sous protections foncières (périmètre d'intervention et propriétés du conservatoire du Littoral) et ceux dotés d'inventaires patrimoniaux (zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (Znieff I et Znieff II)).

Données : Calculs effectués par l'UBO dans le cadre du projet Osirisc, à partir du fichier de la cartographie des zones basses du littoral, réalisé par le Cetmef (aujourd'hui Cerema) en 2011. Les chiffres donnés sont des ordres de grandeur, ils ne reflètent pas la réalité locale. • Réalisation : OEB, 2020.

LES ENJEUX PATRIMONIAUX

Un recul du trait de côte peut avoir des conséquences lourdes sur les milieux naturels littoraux : la salinisation des sols, la disparition d'une végétation endémique, ou l'inondation de zones basses situées à l'arrière d'un cordon dunaire suite à la rupture de cette zone tampon.

L'érosion littorale affecte également l'ensemble du patrimoine culturel, historique et archéologique des côtes de la Manche et de l'Atlantique. En grignotant la côte, la mer met à découvert des sites archéologiques qui étaient jusqu'alors enfouis. Ils peuvent disparaître en quelques semaines sous les eaux. Environ 750 sites archéologiques sont concernés en Bretagne, datant du Paléolithique à l'époque moderne. Devant l'ampleur du phénomène et afin de pallier cette perte de patrimoine, le Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire (CReAAH) et l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes (OSUR) ont mis en place un réseau de science participative, via le projet ALERT (Archéologie, Littoral et Réchauffement Terrestre). Le public peut faire part de ses observations de terrain (morceaux de céramique, ossements d'animaux, etc.) sur un site web dédié afin que les archéologues puissent se rendre rapidement sur place pour surveiller le site et/ou organiser des fouilles avant qu'il ne soit submergé ou détruit par l'érosion.

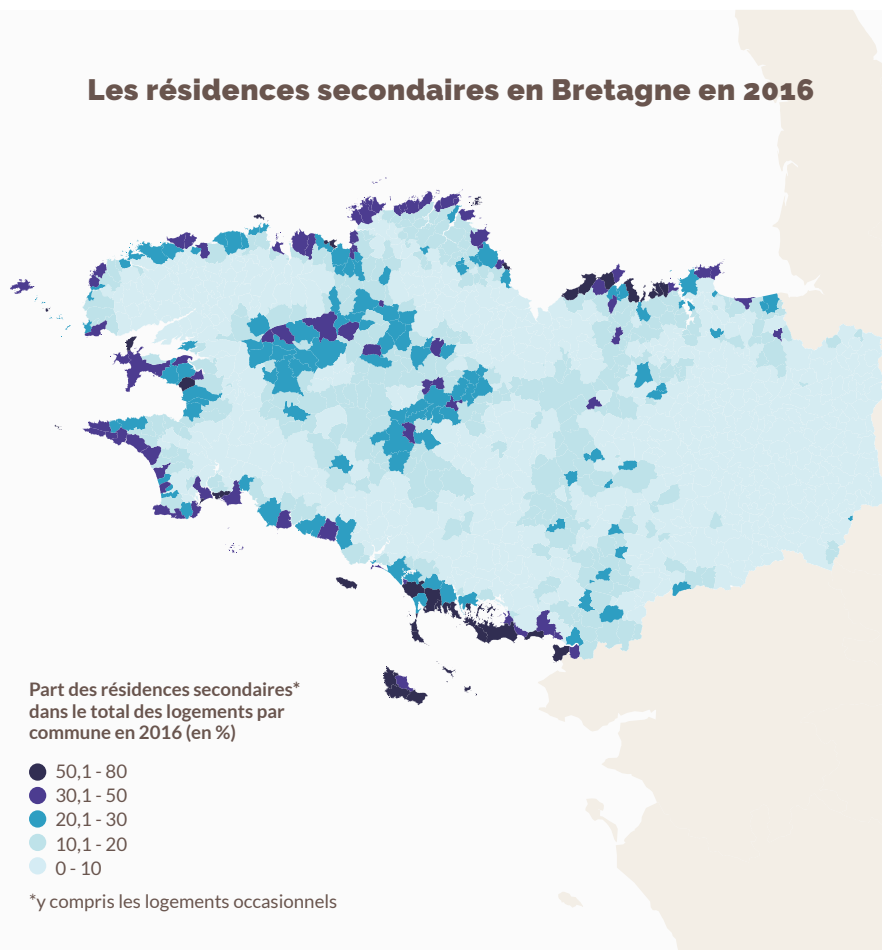
L'ENJEU TOURISTIQUE

La fréquentation et l'offre des hébergements touristiques sont nettement concentrées sur le littoral : en 2018, les communes littorales bretonnes accueillent 78 % des nuitées réalisées en Bretagne par la clientèle française. Sur les 1,8 millions d'étrangers ayant visité la Bretagne (Royaume-Uni en tête), 67 % ont séjourné sur le littoral [12]. Dans les bassins de vie côtiers, les résidences secondaires représentent en moyenne un logement sur cinq. Cette proportion dépasse même les 60 % dans de nombreuses stations balnéaires prisées du Morbihan ou des Côtes-d'Armor (Carnac, Saint-Cast-le-Guildo, etc.). Un recul du trait de côte et une disparition des plages pourraient avoir une répercussion importante sur les activités économiques liées au tourisme.



Le camp viking de Gardaine à Saint-Suliac (Rance), © SMBMSM

Les résidences secondaires en Bretagne en 2016



Données : Recensement de la population, Insee. • Réalisation : OEB, 2020.



Participer à la protection du patrimoine archéologique littoral
alert-archeo.org/sinscrire

[12] Les chiffres clé du tourisme en Bretagne 2018. Comité régional du Tourisme en Bretagne. tinyurl.com/ycjk4vmk

UNE BIODIVERSITÉ REMARQUABLE

Les fortes marées et la diversité morphologique des côtes bretonnes ont permis à une biodiversité remarquable de se développer. On estime qu'entre 3 000 et 5 000 espèces marines d'invertébrés peuplent les estrans bretons ! Elles sont cachées dans le sable, les roches ou les algues. Il peut s'agir de crustacés (crevettes, écrevisses, crabes etc.), de mollusques (bulots, bigorneaux, moules, seiches etc.), d'anémones ou encore d'étoiles de mer. Leur diversité est telle qu'il est localement possible de trouver une centaine d'espèces sur quelques mètres carrés seulement.

La Bretagne est également une terre d'accueil pour les oiseaux côtiers hivernants comme les limicoles (petits échassiers vivant dans les zones humides) et les anatidés (oies, canards, cygnes, etc.), qui viennent s'abriter des froids polaires du nord de l'Europe sur le littoral breton pendant l'hiver. D'autre part, les falaises, îles et îlots bretons hébergent 61 % de la population métropolitaine d'oiseaux marins nicheurs, tels que le macareux moine

.....

*Les fortes marées
et la diversité
morphologique des côtes
bretonnes ont permis
à une biodiversité
remarquable de
se développer.*

.....

ou le pingouin torda, qui bâtissent leur nid dans les crevasses des côtes rocheuses. L'archipel des Sept-Îles, situé dans les Côtes-d'Armor, constitue la plus grande réserve d'oiseaux marins nicheurs de France avec sa colonie de plusieurs milliers de fous de Bassan.

La situation géographique particulière de la région, qui s'avance dans le domaine océanique Atlantique, amène également de nombreux mammifères marins à fréquenter les abords de la Bretagne. Presque toutes les espèces

de mammifères marins répertoriées en France y ont été observées au moins une fois. Trois espèces se reproduisent toute l'année dans les baies et archipels des côtes bretonnes : le marsouin commun, le grand dauphin ou le phoque gris.

Enfin, la remarquable variété des paysages a permis à de nombreuses espèces floristiques de s'y installer. Certaines, telles le petit statice ou le narcisse des Glénans, sont uniques en France. Sur la côte, les embruns et les vents parfois violents conduisent les plantes à adopter des formes originales marquant fortement les paysages, comme la végétation rase de bruyères et d'ajoncs aux couleurs mauves et dorées des landes, ou bien les terres basses vaseuses des marais maritimes, soumises au rythme des marées. Ces écosystèmes accueillent une végétation spécialisée, adaptée au milieu rude et salin de la zone côtière.



La biodiversité du littoral breton
bretagne-environnement.fr/littoral-breton-biodiversite-remarquable-article



Fou de Bassan, oiseau marin nicheur
© Philippe Prigent / Bretagne Vivante



Veau marin sur le littoral breton
© AdobeStock



Une araignée de mer
© WikiCommons



Bécasseaux sanderlings, oiseaux limicoles
© Adobe Stock



Landes de la pointe de Pen Hir
(presqu'île de Crozon) © Alain Vermeulen



Narcisse des Glénans
© Philippe Prigent / Bretagne Vivante

LA POPULATION AVANCE, LE TRAIT DE CÔTE RECULE

La croissance démographique du littoral continue mais tend à s'essouffler depuis 1999 [10]. Aujourd'hui, elle se situe majoritairement dans l'arrière-pays, du fait, entre autre, du coût élevé de l'immobilier en bord de mer. Le littoral reste cependant attractif. D'après un sondage réalisé en 2014 par l'Ifop [11], 51 % des français préféreraient vivre en bord de mer, s'ils en avaient le choix, et 90 % des Français sont intéressés par la mer de manière générale. La côte attire notamment les retraités, principaux acquéreurs d'appartements neufs sur le littoral breton. Parallèlement, les départs de jeunes et de familles sont de plus en plus nombreux, conduisant au vieillissement de la population, notamment dans les départements des Côtes-d'Armor et du Finistère (Dinard, Paimpol, Penmarch, etc.), ce qui accroît la vulnérabilité des communes. Si le littoral voit sa croissance démographique ralentir, le nombre de logements et résidences secondaires continue néanmoins de croître. La majorité des logements autorisés à la construction en Bretagne sont concentrés sur le littoral (Brest, Saint-Malo, Dinard, Ploemeur, Concarneau, etc.).

.....

Les aménagements n'ont cessé de se rapprocher du littoral, sans tenir compte de sa mobilité.

.....

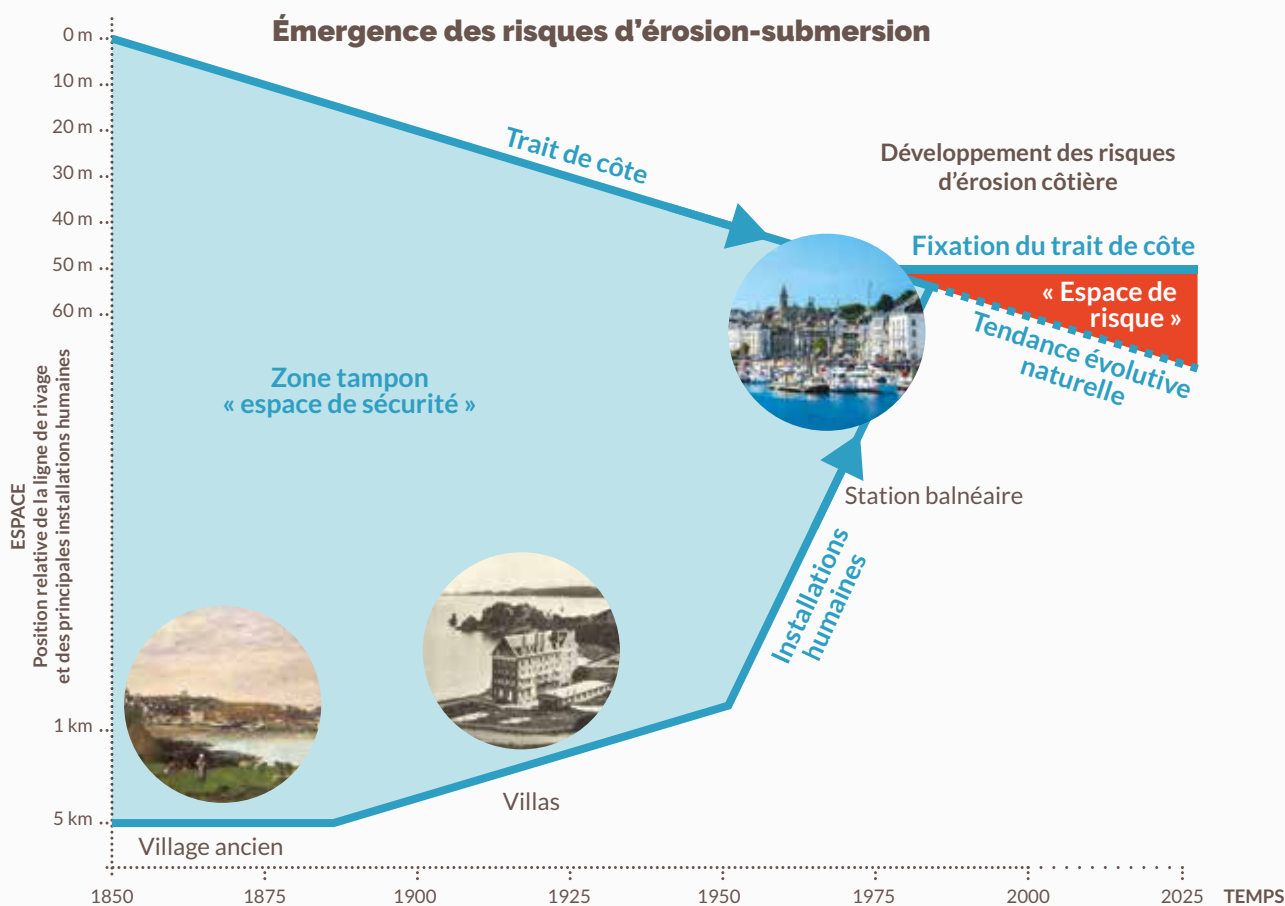
À l'échelle des derniers siècles, deux dynamiques convergent. L'une est la tendance au recul du trait de côte vers l'intérieur des terres. L'autre est un rapprochement des populations littorales vers la ligne de rivage. Cette observation n'est pas valable uniquement pour la Bretagne mais également pour la grande majorité des littoraux urbanisés du monde. Depuis la fin du XIX^e siècle, la zone tampon entre les anciens bourgs et le trait de côte, s'est progressivement réduite. La disparition de cet espace de sécurité s'est largement accélérée après la Seconde Guerre mondiale. Avec le tourisme balnéaire de masse, les constructions se sont rapprochées au plus près du trait de côte pour profiter

des aménités offertes par la mer. Cette situation entraîne aujourd'hui des risques : les populations trop proches du bord de mer font face aux dangers de l'érosion et de la submersion marine. D'après une évaluation prospective réalisée par le Cerema en 2019, entre 150 à 1 800 logements pourraient être atteints par le recul du trait de côte à l'échéance 2100 en Bretagne, selon les scénarios intermédiaires étudiés [12]. Les ordres de grandeur financiers correspondant à la valeur actuelle de ces logements sont estimés entre 20 et 300 millions d'euros. Ces estimations à des échéances lointaines comprennent certes de nombreuses limites méthodologiques et incertitudes, mais elles appellent à l'adoption de stratégies de gestion du littoral dans les territoires menacés.

[10] Produire et résider sur le littoral en Bretagne. Ceser Bretagne, 2017. tinyurl.com/ycqb9w6w

[11] Institut français d'opinion publique. « Les Français et la mer », Sondage pour l'Agence des Aires marines protégées, juin 2014. Échantillon de 1 009 personnes, représentatif de la population française âgée de 15 ans et plus. tinyurl.com/ycjf2646

[12] Évaluation des enjeux potentiellement atteints par le recul du trait de côte. Cerema, 2019. tinyurl.com/ybd4h757



Adapté d'un schéma de Catherine Meur-Férec (UBO). • Réalisation : OEB, 2020. • Crédits photos : Tableau « Vue à Saint-Quay-Portrieux », Eugène Boudin, 1876. - Carte postale ancienne de la pointe du Château et l'île Tomé à Perros-Guirec, 1930 - Port d'Audierne © AdobeStock

COMMENT S'ADAPTENT LES TERRITOIRES ?

.....



© Guillaume Estevo-Kermel

De nombreux habitants du littoral breton sont confrontés aux aléas d'érosion et de submersion marine. Face à la menace des tempêtes et de la montée des eaux, les collectivités littorales cherchent à mettre au point des stratégies à long terme de gestion des risques littoraux. Comment s'adapter ?

Chaque année, des événements tempétueux rappellent la vulnérabilité des côtes françaises. Face à ces événements dramatiques, accentués par l'élévation du niveau de la mer, il apparaît nécessaire d'appréhender différemment l'aménagement des territoires littoraux.

LA STRATÉGIE NATIONALE DE GESTION DU TRAIT DE CÔTE

En 2012, l'État a mis en place une « Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte ». Elle a pour vocation d'anticiper les évolutions du littoral et

de faciliter l'adaptation des territoires au recul du trait de côte. Différents points sont mis en avant : renforcer la connaissance sur les évolutions du trait de côte, engager une nouvelle approche de l'aménagement des territoires littoraux et prendre en compte l'augmentation du niveau des mers liée au changement climatique dans les choix de gestion. L'objectif principal est d'éviter les situations à risque en incitant les collectivités à intégrer l'érosion du trait de côte dans l'aménagement du territoire via différents documents : Plan de prévention des risques littoraux (PPRL), Programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI), Plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi), etc. De cette manière, il ne sera plus possible de construire de nouvelles habitations dans les zones les plus exposées aux aléas littoraux. L'État met également en place un dispositif d'indemnisation des biens sinistrés par des catastrophes naturelles (fonds Barnier). Dans le cadre des aléas littoraux, il ne s'applique qu'à l'aléa submersion car l'érosion côtière n'est pas considérée comme une catastrophe naturelle ni un risque majeur pour les populations.

ADAPTÉE AU NIVEAU LOCAL

En Bretagne, la problématique de recul du trait de côte et la question de la prise en compte du changement climatique se posent de façon pressante aux territoires côtiers. Des collectivités littorales ont engagé l'élaboration de Stratégies Locales de Gestion Intégrée du Trait de Côte (SLGITC) qui doivent orienter les choix d'aménagement futurs. C'est notamment le cas de la Communauté de Lesneven Côte des Légendes (CLCL), d'Auray Quiberon Terre Atlantique, du golfe du Morbihan Vannes Agglomération, accompagnées du parc naturel régional du golfe du Morbihan. Le département du Finistère, particulièrement exposé aux risques d'érosion et de submersion de par son grand linéaire côtier (1 200 km), a lancé le partenariat « Litto'Risques » avec le Cerema et l'UBO afin d'accompagner les collectivités finistériennes dans leur gestion du trait de côte (mise en place d'une observation régulière du littoral, suivi de l'évolution de la vulnérabilité face aux risques côtiers, aide aux projets d'aménagements côtiers, actions de sensibilisation, etc.). D'autres collectivités (EPCI ou communes) ont aussi des réflexions à des échelles variées. Les intercommunalités (communautés de communes, d'agglomération), au contact de la population et des acteurs du territoire, sont les plus à même d'élaborer et mettre en place des stratégies locales. De plus, elles sont dotées de compétences d'aménagement du territoire et de défense contre les inondations et contre la mer (compétence « Gemapi » [1]). Des actions sont également menées au niveau départemental. Les directions départementales des territoires et de la mer (DDTM) intègrent les connaissances sur le trait de côte et les enjeux afin d'identifier la « vulnérabilité départementale » et la porter à connaissance des collectivités.

LE CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Le Conservatoire du littoral a joué un rôle important en Bretagne dans la préservation des zones littorales. Depuis 1975, cet organisme national a pour mission d'acquérir les espaces fragiles et remarquables des rivages français pour aider à leur conservation en limitant l'urbanisation et ses dérivées. L'objectif étant de constituer un réseau de sites naturels valorisés et en bon état. Le conservatoire a notamment fait l'acquisition de secteurs dunaires

fortement érodés, en lien étroit avec les collectivités concernées, comme les grandes dunes de Keremma, pour les restaurer et y assurer un accueil du public (randonneurs, plagistes, etc.). En supprimant des zones de caravanning sauvage dans ces secteurs, et en aménageant des aires de stationnement en retrait des dunes, il a permis de restaurer ces habitats naturels par essence fragiles et rares.

.....

Acquérir des espaces littoraux fragiles, les protéger et les ouvrir au public.

.....

Autre acquisition emblématique du conservatoire : le sillon de Talbert. Cette flèche de galets aux dimensions spectaculaires attire près de 100 000 visiteurs par an. Comme jetée en mer, le sillon est en mouvement perpétuel. À chaque marée et chaque tempête, son profil est remanié. Par le passé, d'énormes enrochements ont été construits pour tenter de le stabiliser.

145

C'est le nombre de sites où intervient le Conservatoire du littoral en Bretagne

Le conservatoire tente, au contraire, de maintenir la libre évolution du cordon de galets pour mieux le préserver. Doté d'une bonne capacité de résilience et de consolidation naturelle, le sillon se régénère par temps calme. D'importants travaux de restauration et de protection ont permis une reconquête écologique du milieu en limitant l'impact de la fréquentation piétonne (oiseaux migrateurs, espèces végétales). Des expositions artistiques et/ou pédagogiques portant sur le patrimoine naturel et culturel du sillon de Talbert et du littoral du pays de Trégor-Goëlo sont présentées à la Maison du sillon. L'aire de stationnement située au pied du sillon a été supprimée et revégétalisée.



Les sites du Conservatoire du littoral (par région) avec des fiches explicatives
tinyurl.com/ycpjud8l

[1] Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations



Massif dunaire de Tréguennec (baie d'Audierne, Finistère), protégé par le Conservatoire du littoral depuis 1982. © Yann Guirriec, 2019

ENTRE GESTION

« DURE »...

Dans les années 1960-70, avec l'accélération de l'urbanisation du littoral, les collectivités et propriétaires de biens exposés à la mobilité du littoral ont tenté de fixer le trait de côte de manière artificielle pour se protéger. Ils ont fait construire des ouvrages de défense contre la mer comme des murs et des perrés, des digues, des épis ou des brise-lames. Cette solution d'aménagements « lourds » est très coûteuse et a parfois engendré des effets contraires à ceux attendus, pouvant conduire à l'amaigrissement des plages ou accentuer l'érosion à proximité. D'où une multiplication des ouvrages de défense aboutissant parfois au bétonnage quasi-intégral du littoral. Aujourd'hui, l'artificialisation du trait de côte se poursuit à bien des endroits, mais il est aussi possible d'employer des solutions alternatives dites « souples » ou « douces », afin d'éviter les effets pervers des ouvrages de défense.

... ET GESTION

« DOUCE »

La gestion souple du trait de côte vise à maintenir des systèmes naturels qui ont un effet protecteur. L'idée générale n'est plus d'aller « contre » la mer mais d'accompagner le mouvement de recul du littoral dans les secteurs qui le permettent. L'une des préconisations est de préserver ou renforcer les espaces naturels côtiers situés entre la mer et les habitations (plages, dunes, rochers littoraux, lagunes, herbiers, marais et prés salés, etc.). Ces milieux constituent des barrières naturelles contre les risques de submersion marine ou d'érosion. Ils ont un effet tampon, absorbant et atténuant l'impact des vagues ou du vent. Ainsi, restaurer une végétation dunaire dégradée (implantation d'oyats), couvrir des dunes au moyen de branchages et/ou poser des ganivelles (barrières de châtaignier) évitent que le vent n'emène le sable à l'intérieur des terres. Les dunes se consolident et protègent des submersions. Un marais maritime entre la mer et les premières habitations freine les houles et permet d'atténuer leur action érosive en cas de tempête.



Des solutions fondées sur la nature pour s'adapter au changement climatique. Documentation française (Onerc, 2019). tinyurl.com/y7r2tvxx

PRÉPARER LE RETOUR DE LA MER EN BAIE DE LANCIEUX

Initié par le Conservatoire du littoral en 2018, le projet Adapto vise à expérimenter des solutions de gestion souple du trait de côte sur les façades maritimes menacées par la montée des eaux. Dix sites sont sélectionnés en France pour participer au projet, dont un en Bretagne dans la baie de Lancieux (Côtes-d'Armor).

Sur ce site, un marais maritime (pré salé) recouvrait autrefois la baie. Mais des digues ont été installées au XV^e siècle par les moines bénédictins de l'Abbaye de Saint-Jacut afin d'assécher le marais à des fins agricoles. Aujourd'hui, la mer dépasse parfois le sommet des digues lors de tempêtes ou grandes marées. D'ici 2100, en prenant en compte une montée des eaux de 60 à 80 cm, toutes les digues seront submergées lors des grandes marées centennales (une chance sur cent de se produire chaque année).

La solution proposée par le Conservatoire du littoral consiste à rétablir l'ancien marais maritime en accompagnant le retour de la

mer dans les zones poldérisées. Ce milieu naturel de pré salé permettra de dissiper l'énergie des vagues en cas de tempêtes. Dans un premier temps, les terrains naturels et les biens les plus exposés sont progressivement rachetés par le conservatoire (agriculture intensive, maisons d'habitation, zone d'aéromodélisme, etc.) afin de les éloigner pour réduire le risque. Dans un second temps, une nouvelle digue sera construite en retrait au plus près des zones urbanisées. Pour observer ces changements de paysages, un chemin de promenade sera aménagé en appui de l'ancienne digue aux Moines. La mer pourra alors franchir les digues anciennes et envahir progressivement les polders, reprenant la place qu'elle occupait avant leur installation. La gestion du trait de côte passera ainsi d'une gestion active et coûteuse (renforcement et réparation des digues après chaque tempête) à une solution souple fondée sur la nature.



Le projet Adapto
tinyurl.com/ydc27w7n



La baie de Lancieux © Erwan Le Cornec / Geos-AEL



En 1991, le parking de la pointe du Raz (à droite) a été déplacé de 1 km de l'endroit où il se trouvait initialement (à gauche) pour protéger le site de l'érosion. Orthophotographie Finistère 2015 : Mégalis Bretagne et département du Finistère (GéoBretagne).

DÉPLACER BIENS ET ACTIVITÉS

S'il n'existe pas de zone tampon, il peut être envisagé de relocaliser les enjeux ailleurs. Le déplacement des biens et activités permet de redonner un espace de respiration aux écosystèmes littoraux et réduit ainsi durablement les risques. Une telle relocalisation a déjà été effectuée en Bretagne dans les années 1990, sur la pointe du Raz, à l'initiative des communes, des collectivités territoriales et du conservatoire du Littoral. Afin d'éviter la dégradation paysagère liée au flux de touristes, le parking de 800 places, les restaurants, boutiques de souvenirs et l'hôtel d'Iroise sortis de terre entre 1958 et 1962 furent démolis. Un nouvel espace commercial, en partie enterré et non visible, fut créé. La lande fut restaurée et entretenue, et le parking déplacé d'un kilomètre dans les terres, des chemins d'accès bien balisés donnant désormais accès au site.

FACE À LA RÉTICENCE DE LA POPULATION

Ce mode de gestion n'est cependant pas sans poser des problèmes à l'échelle locale. Les élus locaux sont confrontés à des difficultés juridiques et à un manque de disponibilité de terrains constructibles en arrière-littoral. Surtout, ils se heurtent à la crainte des riverains vis-à-vis de l'option de la relocalisation des enjeux.

.....

Les personnes vivant en bord de mer ont un fort attachement à leur lieu de vie et ont tendance à minimiser les risques.

.....

Différentes études sur les perceptions des risques côtiers [2] montrent que les personnes exposées préfèrent défendre le bâti existant avec des structures « lourdes » de protection, très coûteuses, plutôt que de se replier. Les personnes vivant en bord de mer ont un fort attachement à leur lieu de vie et ont tendance à minimiser les risques. Il existe donc un décalage entre la perception du risque des populations riveraines et les solutions mises en avant par l'État. Il apparaît aujourd'hui essentiel de prendre en compte la dimension humaine et sociale dans l'élaboration de stratégies locales de gestion du littoral. Les représentations sociales renseignent sur la façon dont les habitants conçoivent le risque et sur leurs préférences en termes d'aménagements (fixer le trait de côte, ne rien faire, reculer, etc.).

[2] Interest of Social Representations Theory to grasp coastal vulnerability and to enhance coastal risk management. *PsyEcology*, 2019. hal.archives-ouvertes.fr/hal-02329157

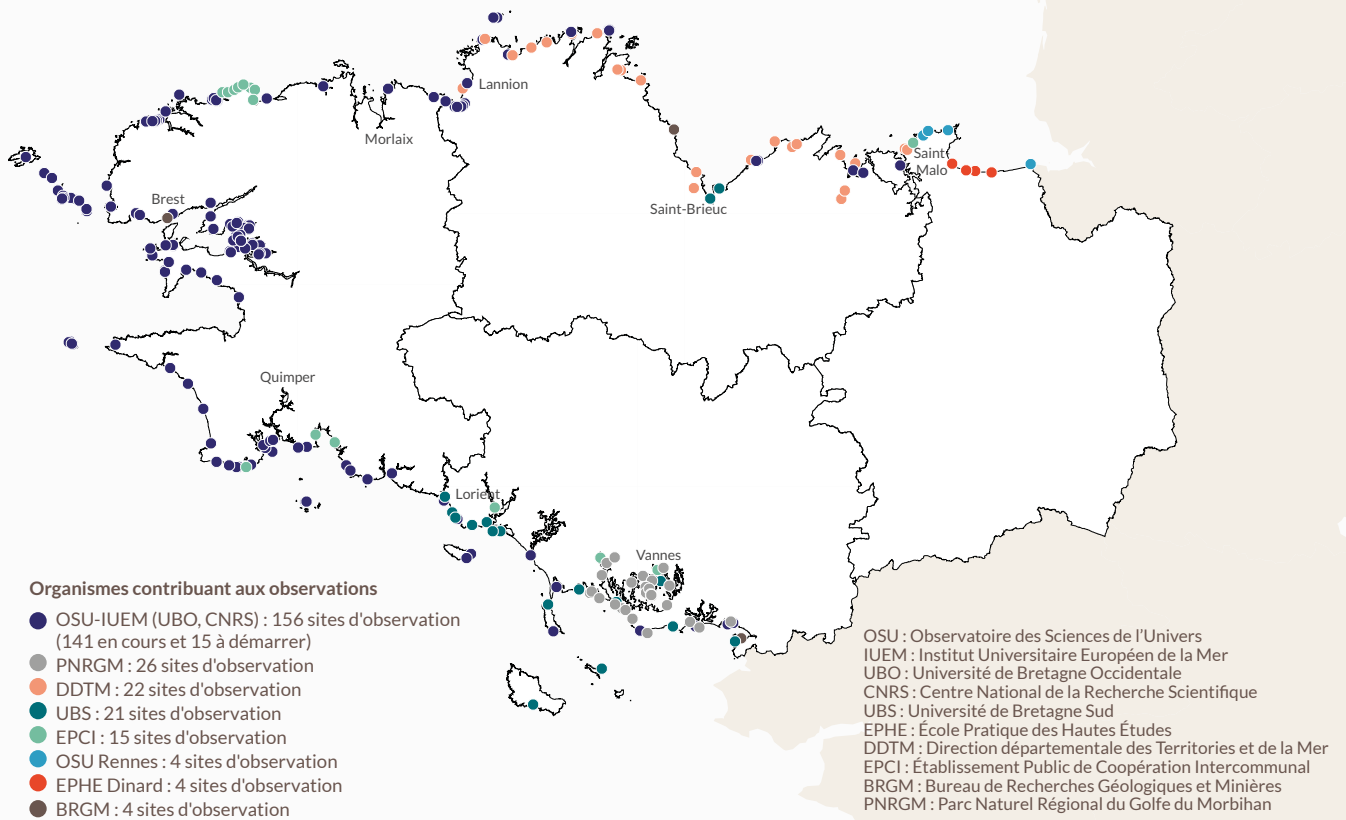
QUELLE STRATÉGIE ADOPTER ?

Le choix d'une stratégie plutôt qu'une autre repose sur la prise en compte des enjeux et une analyse coûts/bénéfices. Les deux positions, défense et repli, ne sont pas forcément incohérentes puisqu'elles peuvent correspondre à deux échelles temporelles différentes : mettre à l'abri aujourd'hui et préparer des relocalisations pour demain. Il est ainsi possible de consolider un ouvrage de défense contre la mer déjà existant, tout en arrêtant la construction de nouveaux logements dans les zones sensibles, en informant la population de la réalité des risques et en étudiant l'option de la relocalisation à plus long terme dans un contexte d'adaptation au changement climatique. Ces stratégies se construisent dans une logique d'intérêt général, en concertation avec la population et les acteurs du territoire. Elles peuvent aussi se combiner dans l'espace en utilisant les milieux naturels comme interface entre la mer et les zones à fort enjeux, protégées par des ouvrages.



Dossier bibliographique -
Le trait de côte en Bretagne
(OEB, 2020)
tinyurl.com/y7st82mx

Principaux sites d'observation des aléas érosion et submersion marines en Bretagne



Données : Recensement des sites réalisé par l'UBO, situation en mai 2020. • Réalisation : OEB, 2020

LE SUIVI DU TRAIT DE CÔTE EN BRETAGNE

Le suivi et l'analyse de l'évolution côtière sont des préalables indispensables à la gestion du littoral. Il existe une grande variété d'organismes qui contribuent à l'observation du trait de côte et des risques côtiers en Bretagne : des laboratoires de recherche (Université de Bretagne Occidentale, Université de Bretagne Sud, etc.), les DDTM, collectivités ou encore des organismes publics (BRGM, Cerema). Certains relevés sont faits sur des localisations très précises, à l'échelle d'un site (une plage, une falaise, etc.), tandis que d'autres études ont pour objet une grande partie du linéaire côtier, allant de quelques communes à la région entière (non indiqués sur la carte), voire même au niveau national (Cerema).

Les sites peuvent faire l'objet d'une seule observation ou à l'inverse être suivis dans le temps afin de rendre compte de l'évolution du littoral. Des points de repère permettent de suivre l'évolution du trait de côte : ils peuvent être matérialisés par des poteaux en béton, en bois, des repères métalliques (clous de géomètre) sur différents milieux (plage, dune, falaise, voiries, blockhaus, etc.). Ces repères sont un support à l'utilisation de tous types de levés topographiques permettant de mesurer l'engraissement ou l'amaigrissement des plages.



Aidez les scientifiques à suivre l'évolution du littoral avec l'application Rivages
tinyurl.com/y7el3yxz



Relevé de l'altimétrie d'une plage par D-GPS. © Cerema

ZOOM SUR

DES MODES DE GESTION DU LITTORAL EN BRETAGNE

.....

Face à l'érosion et à l'avancée de la mer dans les terres, plusieurs modes de gestion du littoral existent. Chacun d'eux a ses avantages et ses inconvénients.

LE TRAIT DE CÔTE EN BRETAGNE • MAI 2020



LUTTE ACTIVE « DURE »

Enrochement, perré ou digue sont construits pour protéger les biens et personnes des assauts de la mer. Cependant, ces ouvrages ont souvent une action protectrice très localisée, avec des effets aggravant à proximité de la zone protégée.

Enrochement sur une plage en Côtes-d'Armor
© Laurent Mignaux • Terra

**Prix minimum
selon le type de côte :**
Enrochement : 1 800 €
Brise-lame : 4 000 / 6 000 €
Épis perpendiculaire
au rivage : 1 500 €

Source : *Quel littoral pour demain ?*
Rapport de Stéphane Buchou, 2019.



L'ADAPTATION DE L'EXISTANT

« Faire avec » les risques de submersion marine, en adaptant les bâtiments et les activités : construire des étages refuge sur chaque maison, renforcer les vitres pour résister à la projection de galets, privilégier les volets manuels pour pouvoir sortir en cas d'inondation, etc.

Extension en hauteur servant de niveau refuge à
Treffiagat. © CCPBS.



LA SURVEILLANCE PASSIVE

La nature s'adapte sans intervention humaine. Les plages ont une capacité de résilience et sont souvent en mesure de retrouver un fonctionnement normal après avoir subi une perturbation comme une tempête. Ces zones naturelles restent néanmoins sous surveillance afin d'anticiper tout changement.

La baie des Trépassés © Laurent Mignaux • Terra

LUTTE ACTIVE « SOUPLE »

Des aménagements plus discrets permettent de lutter contre l'érosion tout en s'intégrant dans le paysage. Cela peut passer par des rechargements en sable ou la mise en place de boudins géotextiles ou de digues immergés retenant le sable.

Réensablement de la plage d'Étel (Morbihan)
© Laurent Mignaux • Terra

Prix minimum selon le type de côte :
Rechargement de plage : en moyenne 45 € mais répétition annuelle ou biannuelle.

Source : *Quel littoral pour demain ?*
Rapport de Stéphane Buchou, 2019.



LA RELOCALISATION DES ACTIVITÉS ET DES BIENS

Activités et biens sont déplacés préventivement sur le territoire afin de les mettre à l'abri des risques côtiers. L'idée est de redonner un espace de respiration aux écosystèmes littoraux pour réduire durablement les risques.

Le parking de Port-Blanc a été reculé en arrière du site protégé de Gâvres - Quiberon, rendant l'ancienne aire de stationnement à la nature.
© Laurent Mignaux • Terra

LE RENFORCEMENT DES ESPACES NATURELS

Cette solution consiste à conforter ou restaurer un milieu naturel situé entre la mer et les enjeux humains et matériels. Il peut s'agir de renforcer un cordon dunaire par plantation d'oyats, de poser des ganivelles ou de rationaliser des cheminements piétonniers. Il est aussi possible d'installer une « digue de second rang » en arrière d'une zone tampon naturelle, comme un marais maritime.

Sentier côtier aménagé sur le massif dunaire de Gâvres - Quiberon © Laurent Mignaux • Terra

Prix minimum selon le type de côte :
Restauration cordon dunaire (ganivelles, oyats etc.) : 200 à 400 €
Canalisation des cheminements : 10 €
Végétalisation : 75 €

Source : *Quel littoral pour demain ?*
Rapport de Stéphane Buchou, 2019.



POUR ALLER PLUS LOIN



Toutes les publications de l'Observatoire de l'environnement en Bretagne sont réalisées en collaboration avec des experts scientifiques et techniques.

L'ESSENTIEL DES DONNÉES EN UN COUP D'ŒIL

Une collection d'infographies pour une information synthétique et accessible à tous à retrouver sur le Tumblr de l'OEB : bretagneenvironnement.tumblr.com.



Tous les 3 ans, une compilation est éditée dans le livre « **L'environnement en Bretagne. Cartes et chiffres clés** ».



DES COLLECTIONS IMPRIMÉES PROLONGÉES SUR LE WEB

« **Les dossiers de l'environnement en Bretagne** » proposent un tour d'horizon synthétique et pédagogique des dernières connaissances sur une thématique à l'échelle régionale.



Les « **Données et analyses** » fournissent un inventaire exhaustif, détaillé et précis sur les séries longues d'une thématique à l'échelle régionale.



Les « **Zoom sur** » offrent une réflexion pour donner du sens aux données et éclairer l'action publique régionale et locale.



EN SAVOIR PLUS

www.bretagne-environnement.fr



RESTEZ CONNECTÉS !

- facebook.com/AtlasEnvironnementBretagne
facebook.com/EcocitoyensBretagne
- twitter.com/bretagne_enviro
- linkedin.com/company/ObservatoireEnvironnementBretagne

L'OBSERVATOIRE DE L'ENVIRONNEMENT EN BRETAGNE

L'Observatoire de l'environnement en Bretagne (OEB) accompagne depuis 2007 la mise en œuvre des politiques publiques de l'environnement en Bretagne dans deux domaines d'actions : l'accès à la connaissance environnementale et l'observation.

Né de la volonté conjointe de l'État et de la Région Bretagne, ce groupement d'intérêt public régional produit des indicateurs et des tableaux de bord indispensables à la compréhension de l'évolution de nos territoires et au suivi des politiques publiques. Par ses différentes productions, l'OEB fiabilise la décision politique, facilite le dialogue, et contribue à la transparence sur les données.



Cet ouvrage est édité par
l'Observatoire de l'environnement en Bretagne
6-A rue du Bignon 35000 Rennes
Tél : 02 99 35 45 80
contact@bretagne-environnement.fr
www.bretagne-environnement.fr

Tous droits réservés © Observatoire
de l'environnement en Bretagne, 2020

.....
Directeur de publication
Ronan Lucas

Coordination éditoriale
Emmanuèle Savelli

Rédaction
Morgane GUILLET

Cartographie
Émilie Massard

En collaboration avec
Géraldine Amblard, Élise Poireau, Ronan Le Lous
*Direction régionale de l'environnement, de
l'aménagement et du logement (Dreal) Bretagne*
Sylvestre Le Roy, Jean-Michel Schroetter
Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)
François Hédou, Amélie Roche
*Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema)*
Iwan Le Berre, Pierre Stephan, Serge Suanez,
Noémie Basara, Catherine Meur-Ferec, Edwige Motte,
Thibaud Lami
Université Bretagne Occidentale (UBO)
Yvan Pailler
*Institut national de recherches archéologiques
préventives (Inrap)*
Tony Durozier, Gwenal Hervouet
Conservatoire du littoral, délégation Bretagne
Franck Baraer
Météo-France
Nicolas Pouvreau
*Service hydrographique et océanographique
de la Marine (Shom)*
Aurore Breton
*Établissement public territorial de bassin Vilaine
(EPTB Vilaine)*
Marie-Yvane Daire
Université Rennes 1
Vincent Ducros
Conseil départemental du Finistère
Guillaume Esteva-Kermel
Communauté de communes du pays bigouden Sud (29)

Crédits photos
Photo de couverture : Vague de submersion sur le sillou
à Saint-Malo lors de la marée du siècle.
© Arnaud Bouissou • Terra

Conception / Réalisation graphique
Pollen Studio

Fonds cartographiques
© IGN BD Carto® 2017

Autorisation
IGN n°2017-DINO-1-29-111

.....

