

QU'EST-CE QUE LE SABLE ?

Le sable est une roche meuble, c'est-à-dire en mouvement.

Elle est composée de petites particules appelées grains, issus de différents minéraux, généralement du granit ou du quartz.

La taille de ces grains est différente à chaque fois :
leur mesure est appelée **granulométrie**.



Copyright M. Jaffré, www.freemages.fr, Licence Art Libre



Il existe des sables d'origines différentes, parfois formés de roches très rares.

D'où vient-il ?

Le sable vient principalement :

- Des côtes rocheuses érodées: la mer détache de grands morceaux de rocher... En les roulant sans cesse dans les vagues, la mer brise les roches, les coquillages, et les squelettes d'animaux marins en mille morceaux.
- De l'érosion des roches sur terre, c'est-à-dire la destruction progressive de la pierre par le vent et les pluies. Le vent se charge de déplacer les grains de sable et de sculpter les déserts.

L'info !

La couleur dépend de ses origines : les sables clairs sont composés de grains de quartz et de débris de coquillage ; les sables noirs viennent d'une roche volcanique comme le basalte.



Copyright S. Lesage www.freemages.fr . Licence Art Libre



Copyright C. Eyquem, www.freemages.fr, Licence Art Libre

Sables blancs et sables noirs....Plages du monde (Nouvelle Calédonie et Bali)

LA VIE D'UNE PLAGE

Les grandes plages sont le résultat d'un affrontement terre/mer qui se déroule sur des milliers d'années. Les millions de tonnes de matériaux apportés par les courants sont transportés sur des kilomètres. Il faut une zone relativement protégée des vents et des courants forts dans une baie ou à l'abri d'un cap pour que le sable s'accumule.



Plage de Sables d'Or et le Cap Fréhel

La plage semble ne pas bouger mais elle subit durant l'année de **grandes transformations**. L'hiver, les tempêtes violentes arrachent à la côte des milliers de tonnes de sable. L'été, plus calme, permet aux plages de « reengraisser » c'est-à-dire de retrouver leur sable.

A priori, le soleil, le vent, l'absence d'eau douce rend la plage inhospitalière pour les formes de vie. Or la zone où les vagues déferlent **regorge de vie** : les animaux qui vivent sous le sable profitent d'un milieu frais et humide et les crabes, coquillages et vers marins peuvent trouver refuge.

Observons la laisse de mer !

Les vagues façonnent des amas d'algues qui s'accumulent en ligne sur les plages. C'est un étonnant milieu, plein de vie. Certaines espèces y déposent leurs larves en sécurité; d'autres, comme les puces des sables, s'en nourrissent.



LA DUNE

Le sable qui s'accumule le long des côtes basses n'est pas stable. Le vent et la mer s'en empare et le déplace jusqu'à ce qu'un obstacle se dresse sur sa route. Il façonne alors des dunes.

La dune littorale se déplace, grossit et maigrit en fonction des humeurs du vent. Petit à petit elle va progresser vers l'intérieur des terres jusqu'à ce que la végétation, dite « pionnière » (qui arrive en premier) s'y installe et commence à se fixer. Plus la dune vieillit, plus elle s'enrichit de nouvelles espèces animales et végétales.



Plage de Sables d'Or et le Cap Fréhel

La dune possède une faune diversifiée. Les oiseaux de mer, tels que les mouettes ou les sternes viennent y chasser les insectes vivant dans les plantes et les lézards, crapauds ou hérissons s'y réfugient.

Les dunes, milieu fragile sont protégées : on y replante des oyats, une graminée qui aide à la fixation du sable.

L'info !

L'une des plus grandes dunes du monde est la dune du Pilat, en Aquitaine. Elle s'élève à près de 115 mètres de haut et se déplace légèrement tous les ans, poussée par les vents.



La mouette rieuse cherche sa nourriture dans le sable



La dune du Pilat

LE SABLE DU DÉSERT

Les déserts sont des étendues extrêmement arides. La majorité d'entre eux sont faits de roches dans lesquelles les plantes et les animaux arrivent tant bien que mal à survivre.



Désert de l'Atacama, désert de roches

Les milieux désertiques les plus hostiles sont ceux faits de dunes de sable :

l'eau et la nourriture sont encore plus rares et les températures encore plus infernales. Il peut geler la nuit en hiver et faire jusqu'à 55°C en été. Mais surtout, le sol mou et instable rend toute vie difficile. Sur la dune, rien ne cimente les grains qui roulent sur la pente et s'envolent avec le vent.



Namibie, les dunes

Comme le sable bouge sans cesse, les plantes ne peuvent pas s'enraciner, ne trouvent ni eau ni terre fertile... Les animaux sont aussi très rares.

Le sable des dunes vient de l'usure des montagnes. Extrêmement fin et léger il s'envole à la première brise et se dépose sur le moindre obstacle en formant une minuscule dune. Le vent va continuer à déplacer et renforcer la dune jusqu'à ce qu'elle rencontre une autre dune formant peu à peu une immense mer de sable.

L'info !

Le Takla Man, en Chine, est un gigantesque océan de sable (337000 km²) sans un seul point d'eau. C'est le désert de sable le plus chaud et le plus inhospitalier du monde. On le surnomme la « Mer de la Mort »

QUE FAIT-ON AVEC LE SABLE ?

Les plantes et les animaux vivent dans le sable... Et l'humanité a su aussi l'utiliser dans de nombreux domaines au cours de son histoire. Alors, que deviennent les grains de sable ?

Le Verre

Cette matière que l'on rencontre partout (bouteilles, bocaux, vitres, fenêtres...) est en fait fabriqué à partir du sable. Le premier verre utilisé par les hommes est naturel, il s'agit de l'obsidienne.

3000 ans avant notre ère, les hommes commencent à fabriquer leur propre verre en utilisant les sables les plus fins. Mais pour obtenir un verre parfaitement transparent, il faut attendre la création de fours capables de chauffer à environ 1300°C ! La qualité du verre dépend du sable que l'on utilise. S'il est de mauvaise qualité, le verre se cassera plus facilement ou finira tout simplement par pourrir.



Billes de verre

L'architecture

Le sable est utilisé dans la composition des mortiers, inventés durant l'antiquité pour renforcer les murs de briques ou de pierres. Les romains mélangeaient une part de chaux et trois parts de sable pour obtenir un mortier solide qui nous permet aujourd'hui de visiter des monuments de plus de 2000 ans...

La mesure du temps

A partir du 10^e siècle, les hommes ont utilisé des sabliers. C'est un instrument qui permet de mesurer des intervalles de temps (1 minute, 1 heure) grâce à l'écoulement du sable entre ses deux bulbes. Certains des plus grands sabliers du monde peuvent mesurer des périodes de 1 an sans être retournés (sablier du musée de Nima, Japon).



Mur antique du temple de Mars, Corseul

LA FAUNE MARINE ET LA GÉOLOGIE

La zone littorale est le milieu naturel de la planète qui produit le plus de **matière vivante**. Loin devant les forêts humides, comme l'Amazonie, les estuaires, baies et littoraux produisent près de 40 tonnes de matière vivante par hectare et par an.

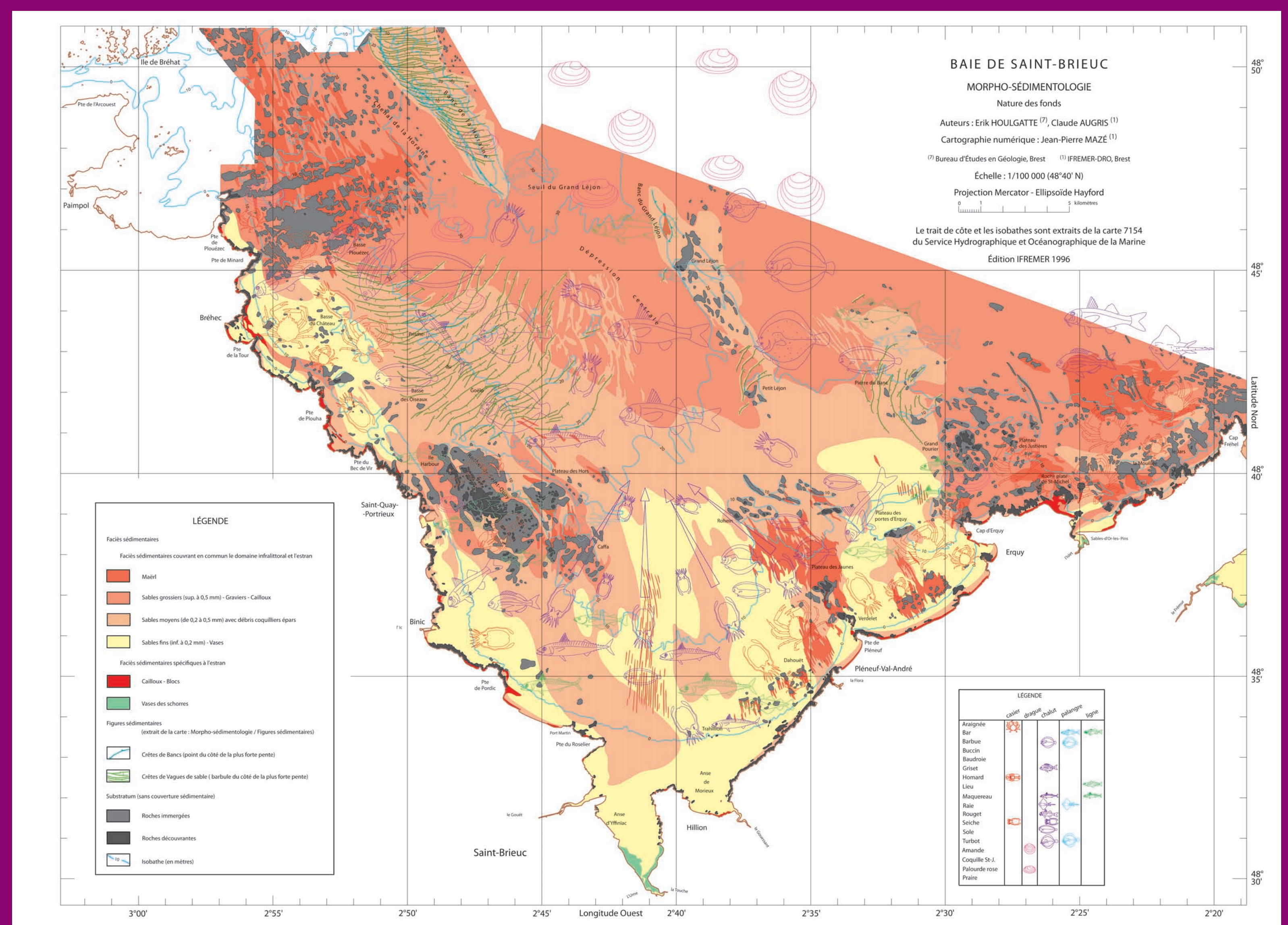
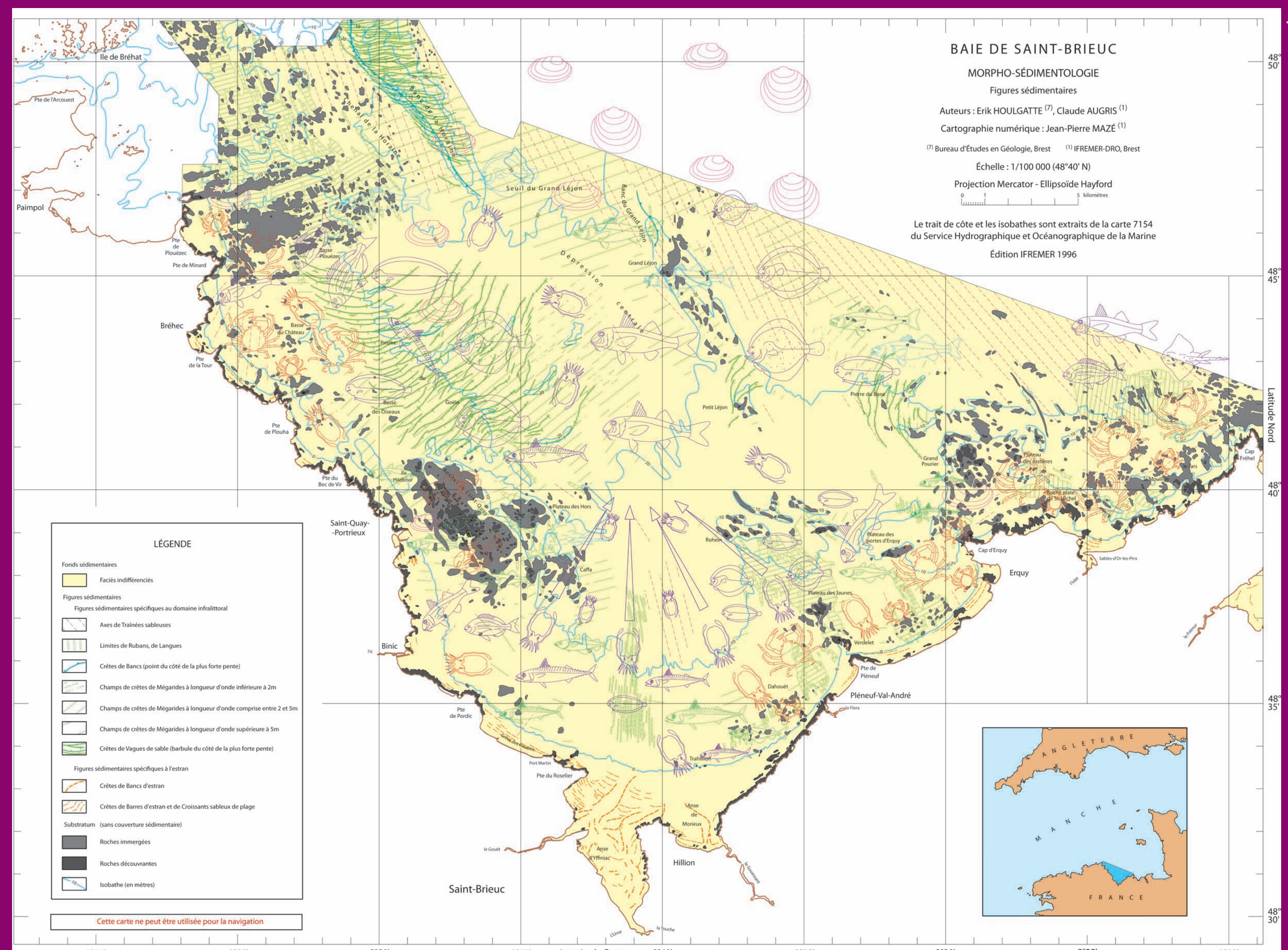
Cet écosystème recèle une faune d'une grande richesse, qui se répartit dans les différentes zones maritimes habitables. Les espèces en interaction avec le substrat, le fond, sont désignées sous le nom de **Benthos** (« profondeur » en Grec ancien).

Les poissons **Démersaux**, qui vivent près du fond sont divisés en deux « ensembles » :

- Les espèces **Benthiques**, collées aux fonds ;
- Les espèces **Benthopélagiques**, qui flottent au dessus du fond, tout en y étant étroitement liées.

Répartition des espèces de poissons, mollusques et crustacés pêchés dans la baie de Saint Brieuc en lien avec leur substrat, sédimentologie et nature de fond. (Cartes : Ifremer, et Hélène Gloria, laboratoire de Géomorphologie du paysage de Dinard).

Les espèces benthiques trouvent dans les fonds, non seulement un habitat et un abri pour protéger leur progéniture mais également une réserve de nourriture.



UN REFUGE PARFAIT

Les espèces de poissons et de mollusques vivant près du littoral utilisent les roches et les sédiments comme abri, pour protéger leurs œufs ou se dissimuler aux yeux de leurs prédateurs.

Dans les eaux littorales de la Manche, les anfractuosités rocheuses constituent des habitats parfaits pour les poissons. Le **Congre**, très grand chasseur, demeure toute la journée caché dans une petite grotte, ne laissant sortir que sa tête. A la nuit, quand la lumière ne le gêne plus il sort enfin pour se nourrir.

De même, le **bar** choisit de grosses roches (entre 15 à 65 centimètres) sous lesquelles attendre son heure. La **lompe**, petit poisson benthique a quand à elle subi une évolution radicale de sa morphologie pour s'adapter à son environnement rocheux. Ses nageoires pelviennes se sont modifiées pour devenir une puissante ventouse (8 à 10 cm de diamètre) qui lui permet de se fixer sur n'importe quel support de roche. Par mimétisme, elle changera également de couleur en fonction du substrat sur lequel elle est fixée.

Les poissons plats utilisent leurs capacités de mimétisme pour se dissimuler sur le sable et les graviers : le turbot passe inaperçu grâce à sa peau qui reproduit fidèlement un fond sableux et aux protubérances osseuses qui figurent des cailloux. La **sole** fouisse dans le sable pour se dissimuler. Avec seuls ses yeux qui ressortent du sol, elle est quasiment invisible.

L'écho des rochers

Les œufs de **lompe**, consommés comme substitut du caviar, sont pondus par grappes et attachés au rocher par une masse collante pour ne pas dériver. Une femelle peut en pondre jusqu'à 250 000.



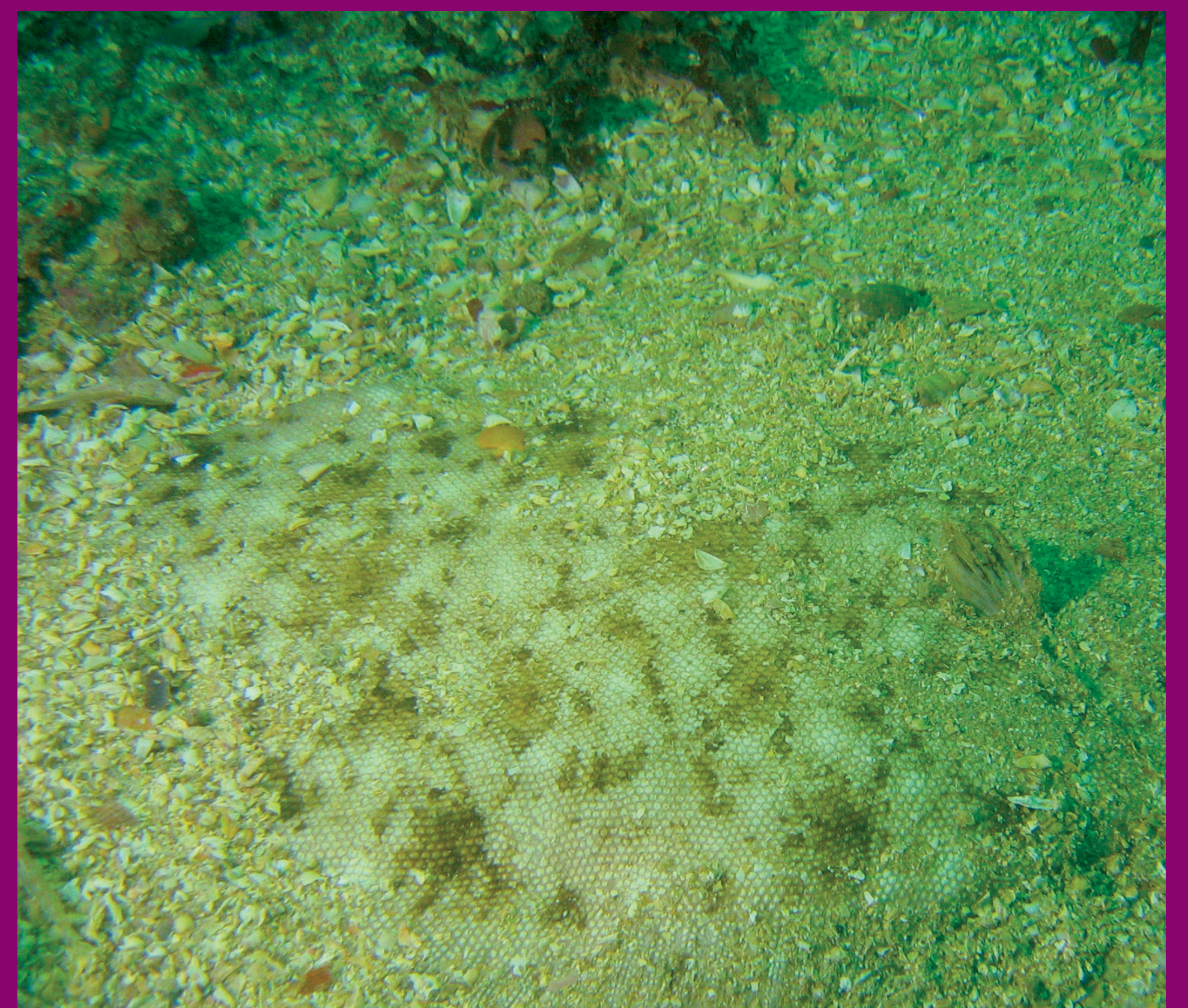
congres dans leur abri



congre



Un targeur (sole de roche) dissimulé sur le rocher



Et la sole dans le sable...
sauriez vous la retrouver en plongée ?

UNE RÉSERVE DE NOURRITURE

Le sable, qu'il soit dans l'espace sous marin ou dans l'estran (zone découverte par les marées) regorge de petits organismes et de coquillages qui nourrissent la macrofaune benthique.

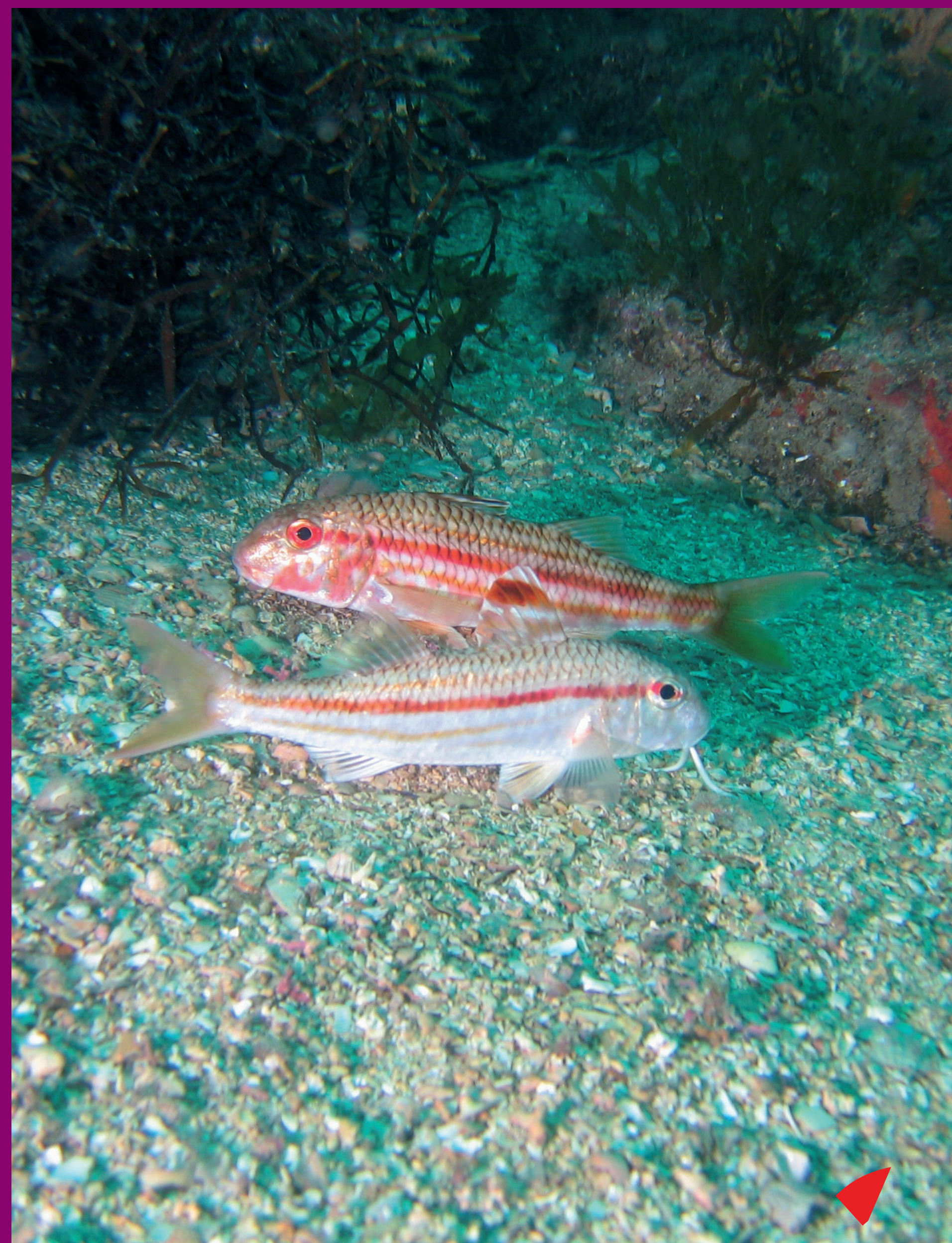
Le Lieu affectionne particulièrement les fonds rocheux pour se cacher et guetter ses proies. Il les attaque en banc lorsqu'elles sortent de leur abri de laminaires (les algues forment un abri végétal efficace) ou de leur grotte.

Assez mauvais nageurs, les poissons plats, comme la **sole** ou la **barbue**, se meuvent par ondulation et recherchent les fonds meubles et propres où ils chassent à l'affut. Ils se couvrent habituellement d'une fine couche de sable et se tiennent immobiles. Seuls les yeux exorbités apparaissent pour scruter les alentours et repérer proies et prédateurs. La **sole** possède un ensemble de papilles sensibles sous son museau pour détecter la nourriture qui se dissimule sous elle, dans le sable.

Les poissons plats ne sont pas les seuls à chasser dans le sable. Le **rouget barbet** est un redoutable chasseur. Il parcourt les fonds meubles, sables ou graviers et n'hésite pas à s'approcher des roches qu'il fouille avec ses deux barbillons. Cette recherche active dégage un nuage de sédiments très repérable et après son passage, de larges « carrières » sont formées dans le substrat. Cette activité débusque quantité de petits mollusques et crustacés du sable, trop petits pour l'intéresser mais capturés par les poissons profiteurs qui suivent le rouget.



Lieus chassant dans les rochers.



Rougets fouissant dans le sable

LA SEICHE, L'ART D'UTILISER SON ENVIRONNEMENT

La seiche commune, que l'on trouve sur le littoral, jusqu'à des profondeurs de – 150 mètres, utilise son environnement géologique (sédiments, roches) à tous les stades de son existence.

Nageant souvent entre deux eaux grâce à ses franges natatoires latérales, elle se déplace lors de grandes migrations de la côte vers le large. La seiche ne supporte pas les températures inférieures à 6°C et passe l'hiver en eaux plus profondes et donc plus chaudes. Lorsque les littoraux se réchauffent, à la fin du mois de Mars, elle retourne à la côte pour se reproduire. La ponte des œufs se fait par grappes (appelées raisins de mer) qui sont attachées aux rochers afin de résister aux courants.

Dès le début de son existence, la seiche est donc liée à son substrat. Habitant généralement les fonds sableux, elle aime également la diversité des roches qui lui permettent de se camoufler astucieusement.

La seiche est l'animal, avec le poulpe, qui change de couleur le plus rapidement au monde, à peine 2/3 de seconde. Ce mimétisme est possible grâce aux cellules chromatophores placées sous sa peau, contenant des pigments bleus, verts, jaune et bruns activés ou désactivés par des fibres musculaires. Elle adopte donc la couleur du substrat lorsqu'elle se sent menacée.

En cas d'attaque elle projettera sa fameuse encre noire pour brouiller la vue et l'odorat de son chasseur...

L'écho des rochers

La seiche possède 10 tentacules dont 8 autour de son « bec de perroquet ». Les deux plus grandes sont transparentes et dissimulées autour de sa tête. Elles lui servent pour la chasse.



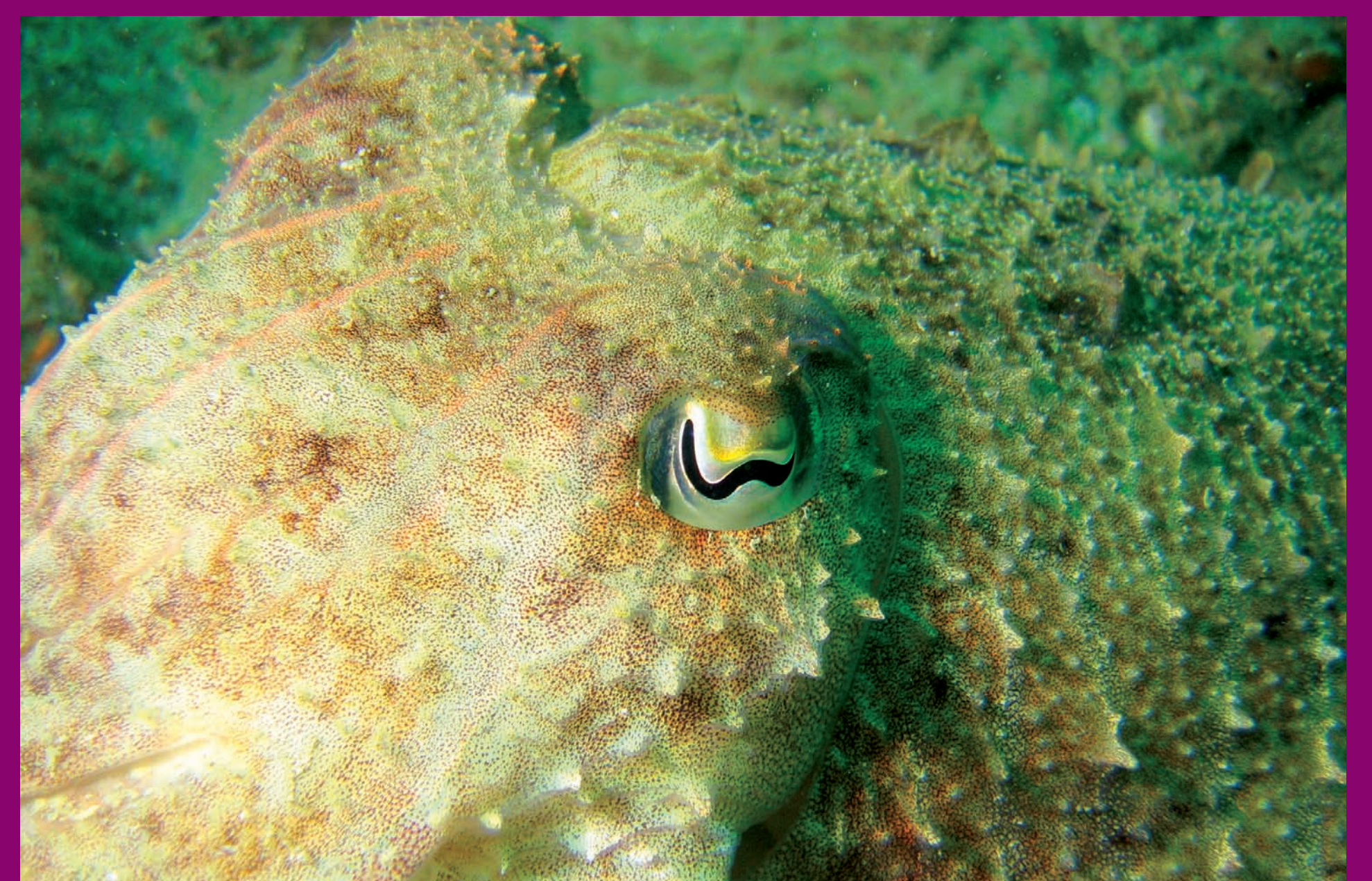
Une seiche



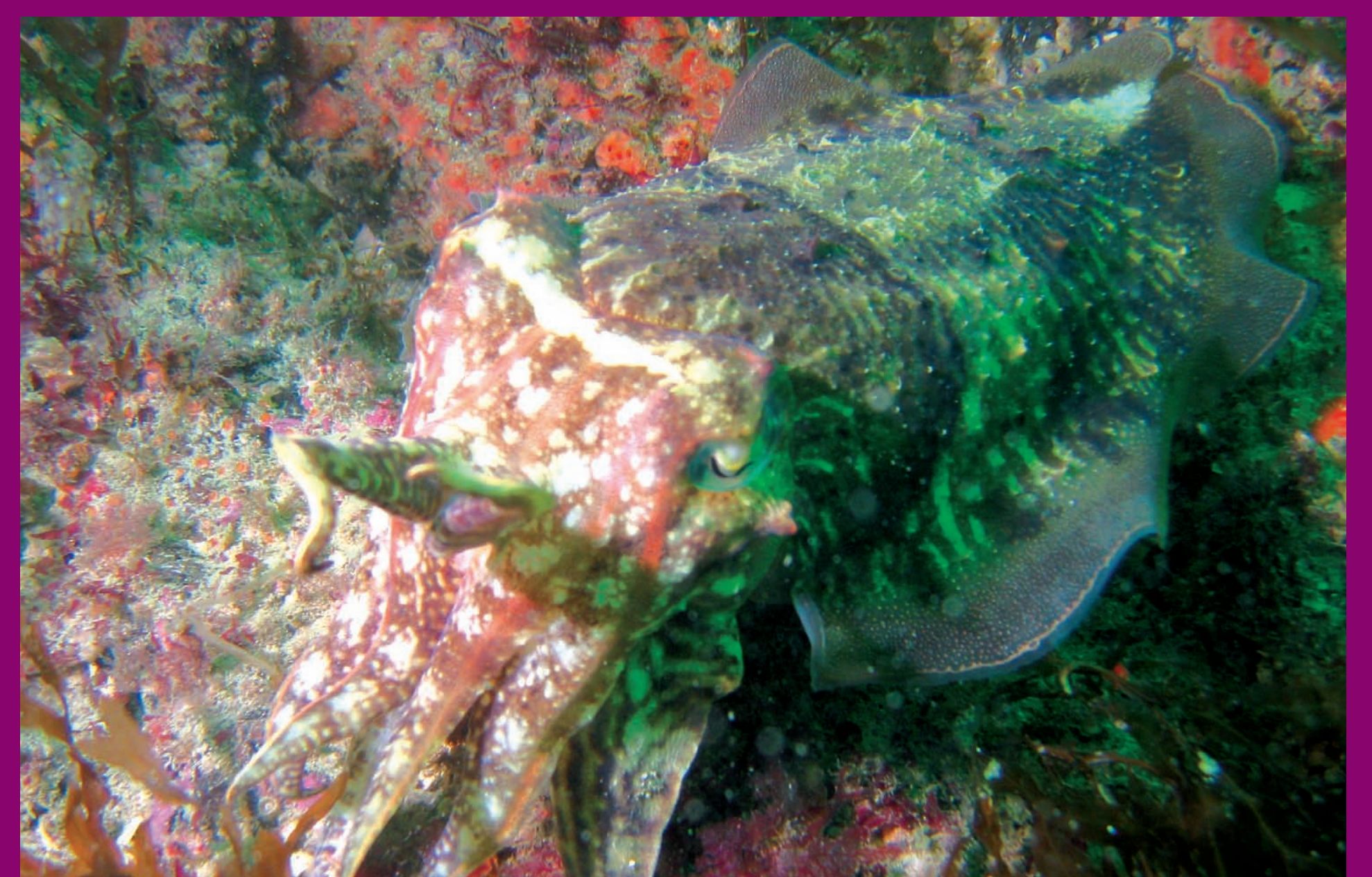
Raisins de mer



Seiche nichée dans le sable, ses tentacules transparents prêts à chasser.



l'animal couleur sable...



Et couleur roche...

CRUSTACÉS ET COQUILLAGES

Les poissons démersaux partagent leur territoire avec les crustacés et les coquillages, et sont parfois en concurrence, notamment pour les abris rocheux...

Le homard, se cache de jour dans les anfractuosités et y rencontre le Congre. La cohabitation est pacifique tant que le homard garde sa carapace. Au moment de la mue, il est préférable pour lui de laisser la grotte à son colocataire afin de ne pas se faire manger. Il remanie constamment ses abris en évacuant les sédiments à l'extérieur avec ses pinces. De nuit, il sort chasser en se déplaçant sur les rochers...

Les crabes et araignées de mer se dissimulent également dans les rochers en attendant leurs proies...

Observez ces prédateurs qui attendent leur heure...

La coquille St Jacques habite les fonds sablonneux meubles (maërls, sable ou vase...). Elle repose sur sa valve droite très convexe et s'enfouit dans le sable entre 5 et 40 centimètres. Selon les sédiments sur lesquels elle repose, la couleur de ses valves varie, du violet foncé au beige.

La relation entre la faune aquatique et son substrat est un vaste sujet qui fera l'objet d'une autre exposition, alors à bientôt pour la suite...



Homard dans son trou



Tourteau



Etrilles



Araignée de mer...

QU'EST CE QUE LE DOMAINE PUBLIC MARITIME ?

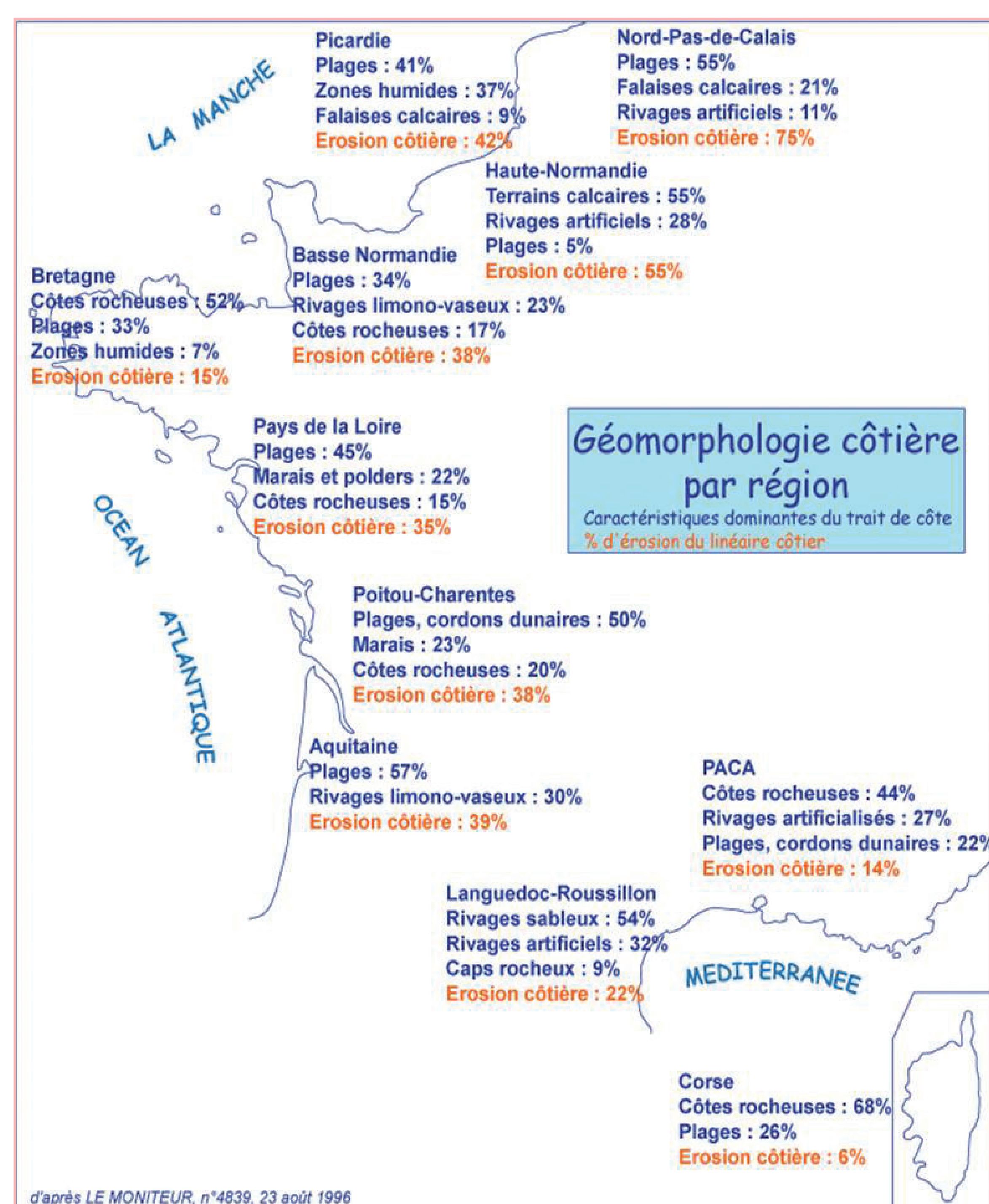
Auparavant, le Droit Français puisait sa définition du rivage dans le Droit Romain, appliqué en Méditerranée. Le sens actuel du rivage est inspiré par l'ordonnance de la marine de **Colbert** (en 1681), ministre de Louis XIV, qui statue **que sera réputé bord et rivage de la mer tout ce qu'elle couvre et découvre pendant les nouvelles et pleines lunes, et jusqu'où le grand flot de Mars se peut étendre sur les grèves.**



Le flot de Mars n'étant pas nécessairement le plus haut, le rivage restait une notion juridique à préciser, ce qui sera officialisé par les dispositions de l'arrêt KREITMANN du 12 Octobre 1973 qui stipule que : **« La limite du Domaine Public Maritime, quel que soit le rivage, est fixée au point jusqu'où les plus hautes mers peuvent s'étendre, en l'absence de perturbations météorologiques exceptionnelles ».**

Le Domaine Public Maritime est avant tout inaliénable et imprescriptible, principes décrétés dès 1566, dans l'Edit de Moulins. La fixation de ses limites est un enjeu important, puisqu'il s'agit du champ d'application d'un régime juridique (et non des limites d'une circonscription spatiale), et règle les aménagements effectués par les communes ou les particuliers riverains du littoral. C'est le plus vaste domaine public français avec environ 7205 km de rivages, composés de :

- Côtes rocheuses , à 40 %
- Plages, à 35.1%
- Côtes basses limono vaseuses, à 10.3%
- Littoraux artificiels (aménagés), à 13 %
- Embouchures et Deltas, à 0.7 %



COMMENT DÉLIMITE T'ON LE DOMAINE PUBLIC MARITIME ?

Les propriétaires riverains du littoral peuvent connaître les limites exactes de leurs propriétés en demandant une délimitation officielle aux services de l'Etat. Or, la délimitation du DPM est un acte administratif à caractère unilatéral et **c'est l'administration qui fixe les limites de son propre domaine**. Les opérations de délimitation sont rares, ponctuelles et menées sur des distances n'excédant pas quelques kilomètres. Une instruction ministérielle de 1920 prévoit la publication d'un avis de délimitation avant l'opération et la conduite d'une enquête auprès des riverains.



Piquets DPM

La méthode la plus courante consiste à aligner, au moins tous les 100 mètres, des personnes munies d'un système de marquage. A l'étale de pleine mer de plus grande marée de l'année, les marquages sont placés au niveau le plus haut atteint par le jet de rive après déferlement, et cela en l'absence de tempêtes. Le géomètre procède ensuite au relevé planimétrique de la limite ainsi constatée. Ce jalonnement demande la mobilisation d'un grand nombre de personnes et une organisation sans faille.

Cette méthode reste assez limitée car, lors des opérations de délimitation, l'administration se borne à constater l'existence de certains phénomènes physiques dont elle prend acte. La première ambiguïté réside dans le choix de « la plus haute marée » qui est prévu en théorie mais qui, dans la pratique, dépend de nombreux critères, notamment météorologiques. La limite terre/mer connaît également des fluctuations saisonnières difficilement prédictibles car liées aux épisodes de tempêtes.

Sur les rivages à faible amplitude des marées (Méditerranée) ou dans des lagunes côtières (Bassin d'Arcachon, étang du Languedoc-Roussillon) l'administration a installé depuis longtemps des **« bornes DPM »** le long du rivage, au niveau des plus hautes laisses de mer. La dynamique de la frange littorale avec ses avancées ou recul du trait de côte rend cette délimitation obsolète car certaines bornes se retrouvent au milieu de l'estran.



Bornes DPM

LES DIFFÉRENTS VISAGES DU LITTORAL FRANÇAIS

Côtes Rocheuses à falaises

- Roches dures magmatiques, métamorphiques, sédimentaires
- Roches meubles sédimentaires

Les côtes rocheuses : 40 %

Ces paysages infiniment variés, dépendent directement de la nature des roches qui arment les falaises ainsi que des conditions bioclimatiques et océaniques ambiantes. Les côtes rocheuses sont formées soit de roches dures, magmatiques (granite), métamorphiques (gneiss) ou sédimentaires (grès et calcaires), soit de roches meubles sédimentaires (marnes, limons quaternaires).

L'évolution des falaises de roches dures est généralement lente et dépend de la lithologie, le granite s'érodant moins facilement que la craie. Les falaises de roches meubles évoluent par à-coups, avec des éboulements liés à une saturation en eau

Les côtes sableuses : 35.1 %

Littoraux sableux
Plages - Cordons littoraux - Flèches
Massifs dunaires

Ces côtes sont des milieux très dynamiques et donc mobiles, modifiés au gré des saisons par les agents hydrodynamiques.

Les plages adossées sont des estrans sableux « adossés » le long d'une côte rocheuse ; elles sont souvent de petite taille et contenues dans les anfractuosités de la côte entre des pointes rocheuses.

Les cordons littoraux, ou plages accrochées sont des versants descendants vers la mer, complétés sur le revers par un versant en sens inverse qui descend vers une zone humide. Elles peuvent être bordées par des cordons de galets et surmontées par des massifs dunaires.

Les flèches sableuses ne sont accrochées qu'à une de leurs extrémités.

Les côtes basses : 10.3 %

Côtes basses en sédimentation
Marais maritimes- Lagunes côtières
Estuaires - Deltas

Les côtes basses ou limono-vaseuses correspondent d'une part aux fonds de baies et lagunes côtières et d'autre part aux estuaires et deltas.

Les lagunes côtières sont des étendues littorales basses très faiblement inclinées, submergées périodiquement. La partie inférieure, appelée slikke, est une vasière dépourvue de végétation. Inondée à chaque marée haute, elle est parcourue par un réseau de chenaux, plus ou moins mobiles. Au-dessus de la slikke se trouve le schorre, colonisé par une végétation halophile et atteint par les pleines mers de vives eaux moyennes à exceptionnelles.

Les estuaires et deltas correspondent à des stades plus ou moins avancés du remblaiement du cours inférieur d'un fleuve. Ce sont des zones de mélange entre les eaux douces et les eaux salées.



Grès (Fréhel, Côtes d'Armor)



Côtes rocheuses Calcaires (Normandie)



côtes rocheuses meubles



Côtes sableuses -
cordon de galets (Sables d'Or, Côtes d'Armor)



côtes sableuses Front dunaire



côtes basses - la baie du Mont St Michel



côtes basses

LA DÉLIMITATION PAR L'OBSERVATION DE LA VÉGÉTATION LITTORALE

Selon les types de paysages étudiés, la végétation est généralement un indicateur précieux du niveau atteint par la mer sur le littoral. L'observation des plantes permet ainsi de situer dans l'espace et dans le temps l'avancement ou le recul de la limite du domaine public maritime. Par exemple, les semences de certaines espèces annuelles, déposées sur la laisse de mer, vont germer l'année suivante et ainsi indiquer la limite atteinte par le jet de rive.

Les méthodes utilisant les caractéristiques botaniques et sédimentaires de la zone de contact entre terre et mer fournissent des indicateurs qui intègrent dans le temps la limite des plus hautes eaux, de façon plus fiable que les délimitations ponctuelles.

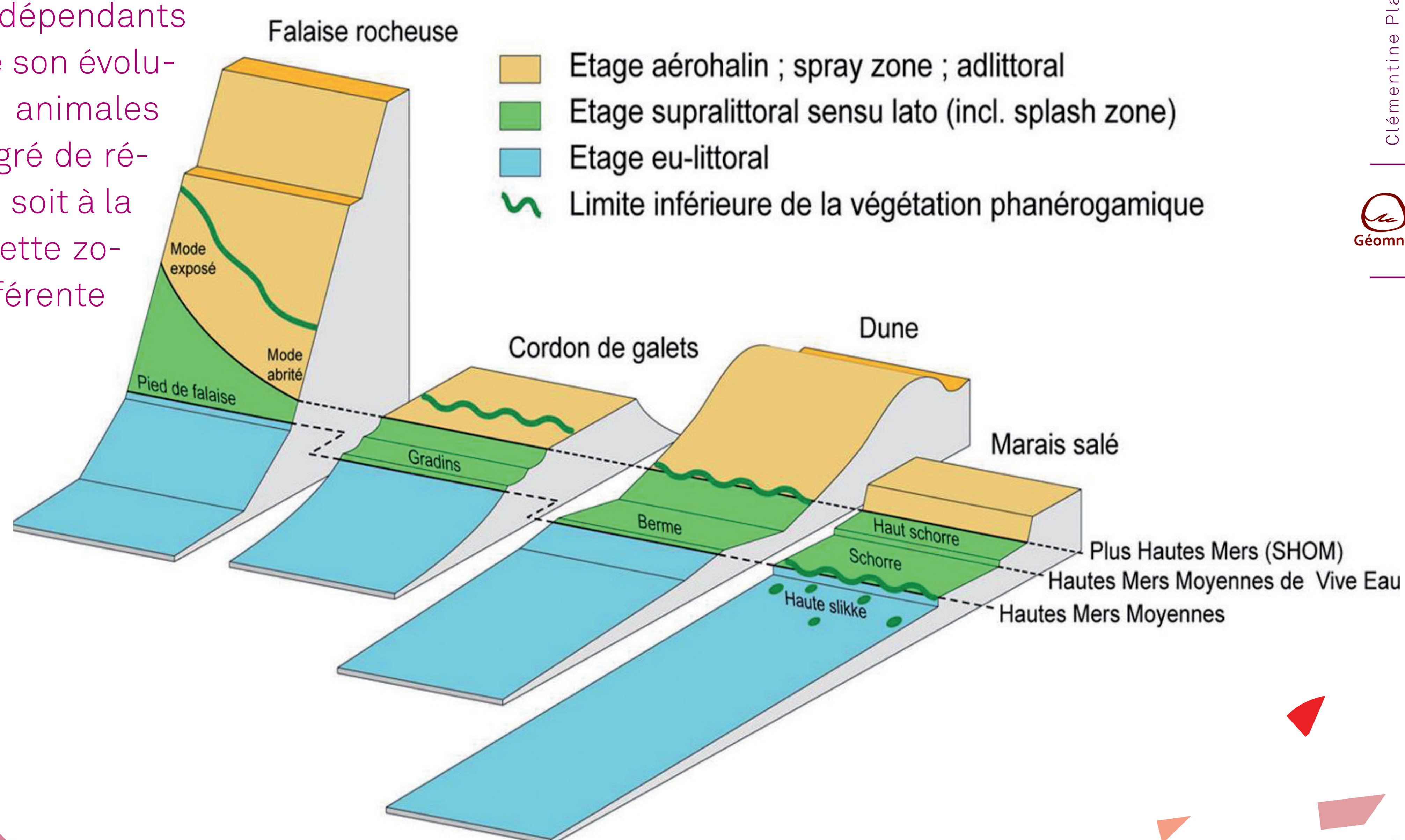
La végétation se répartit sur le littoral selon des conditions bien précises. C'est un **écotone**, c'est-à-dire une zone de transition entre deux systèmes écologiques adjacents et en interaction, qui possèdent un ensemble de caractéristiques spatiales et temporelles. L'environnement littoral est tout d'abord caractérisé par le mouvement des marées qui provoque la submersion et l'émersion du milieu plusieurs fois par jour. Les organismes en sont directement affectés et supporteront plus ou moins bien ces conditions très variables.



les cakyls poussent chaque année sur les laisses de mer de l'année précédente

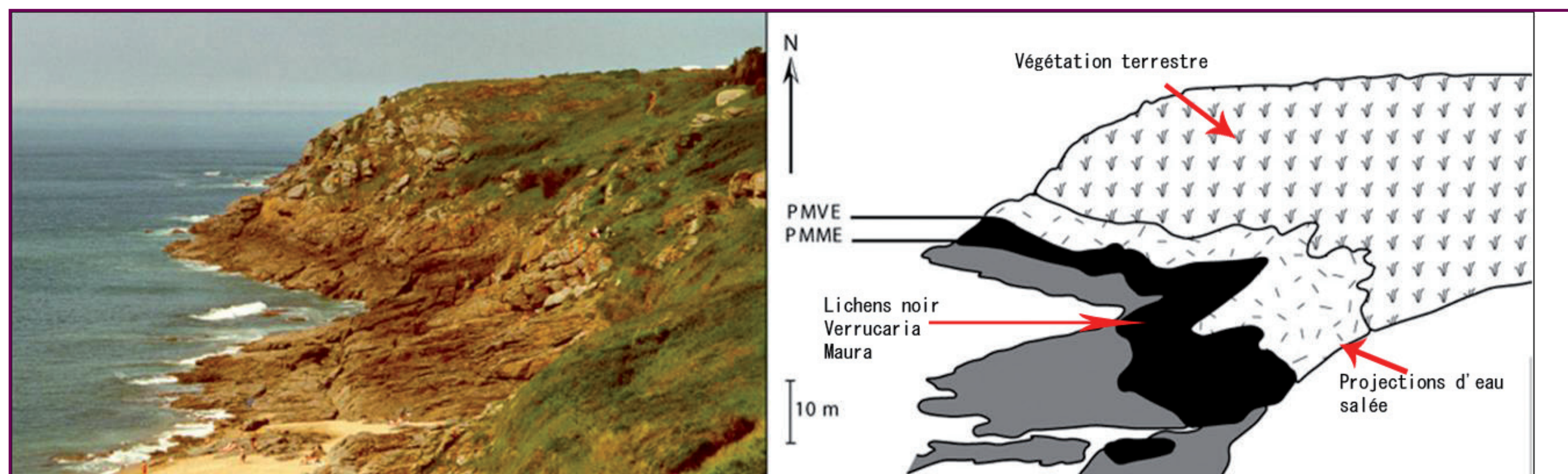
A droite du cliché se trouve la laisse tout juste déposée par la mer, le jet de rive s'est déplacé

On parle alors d'étages littoraux, étagement de peuplements biologiques dépendants de la nature du substrat et de son évolution, de l'existence d'espèces animales voisines, ainsi que de leur degré de résistance soit à la dessiccation soit à la submersion par l'eau salée. Cette zonation est bien entendu différente pour chaque type de côte.

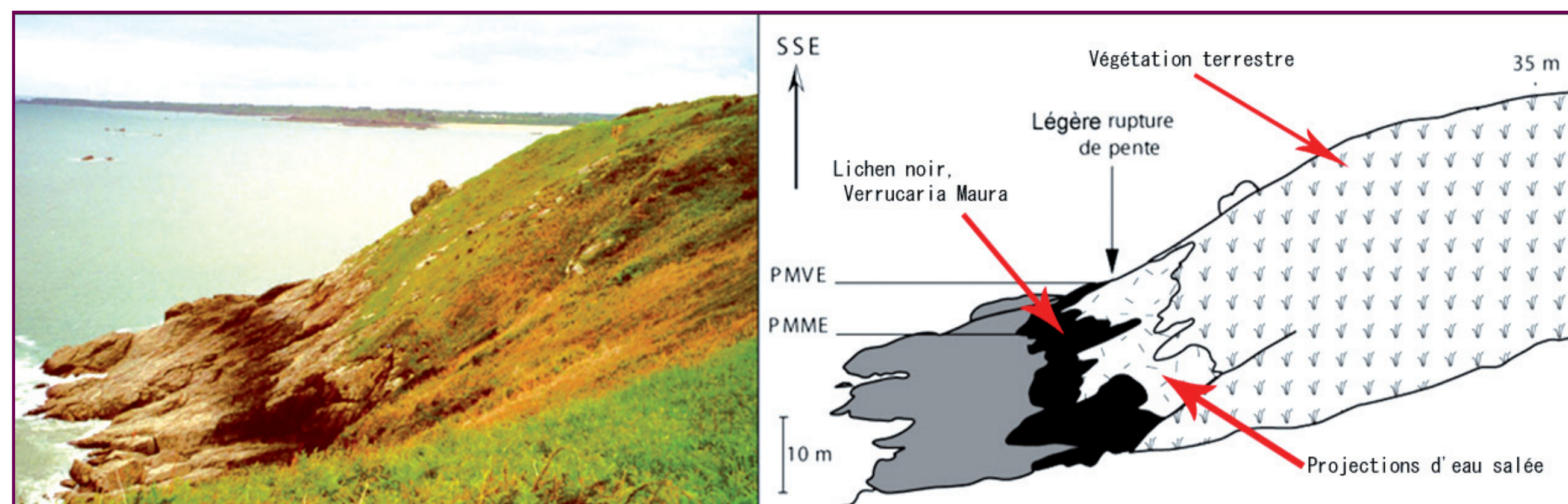


LA DÉLIMITATION PAR L'OBSERVATION DE LA VÉGÉTATION LITTORALE

Côtes rocheuses métamorphiques :



1 : mode exposé

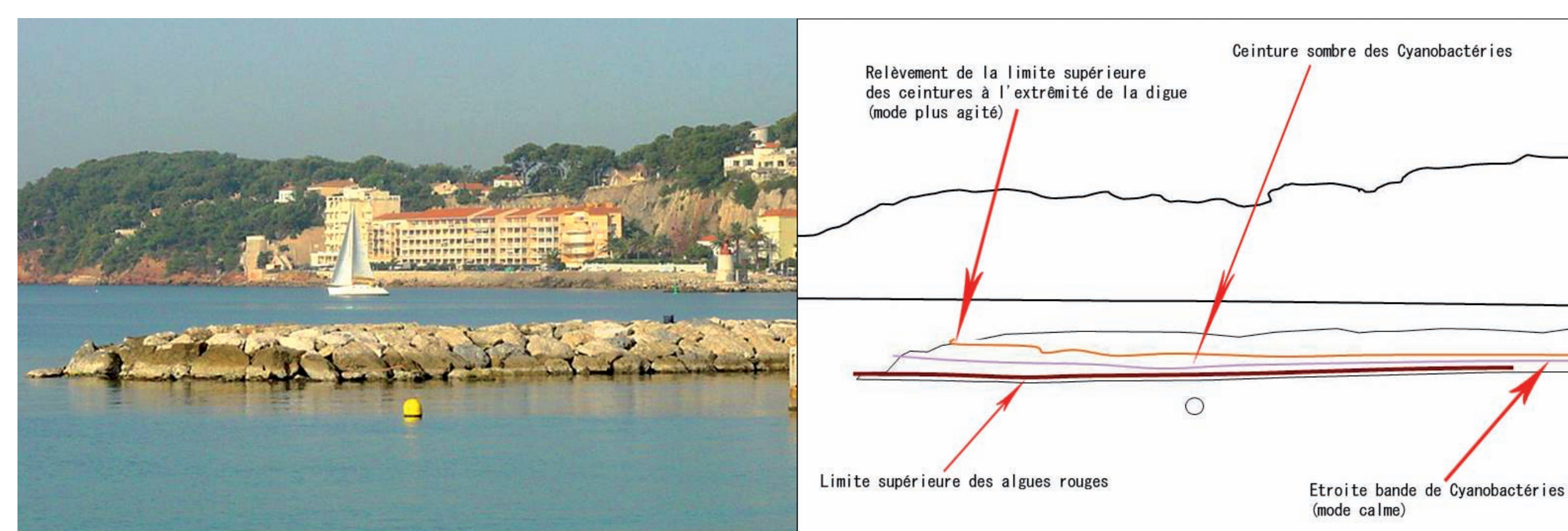


2 : mode semi exposé

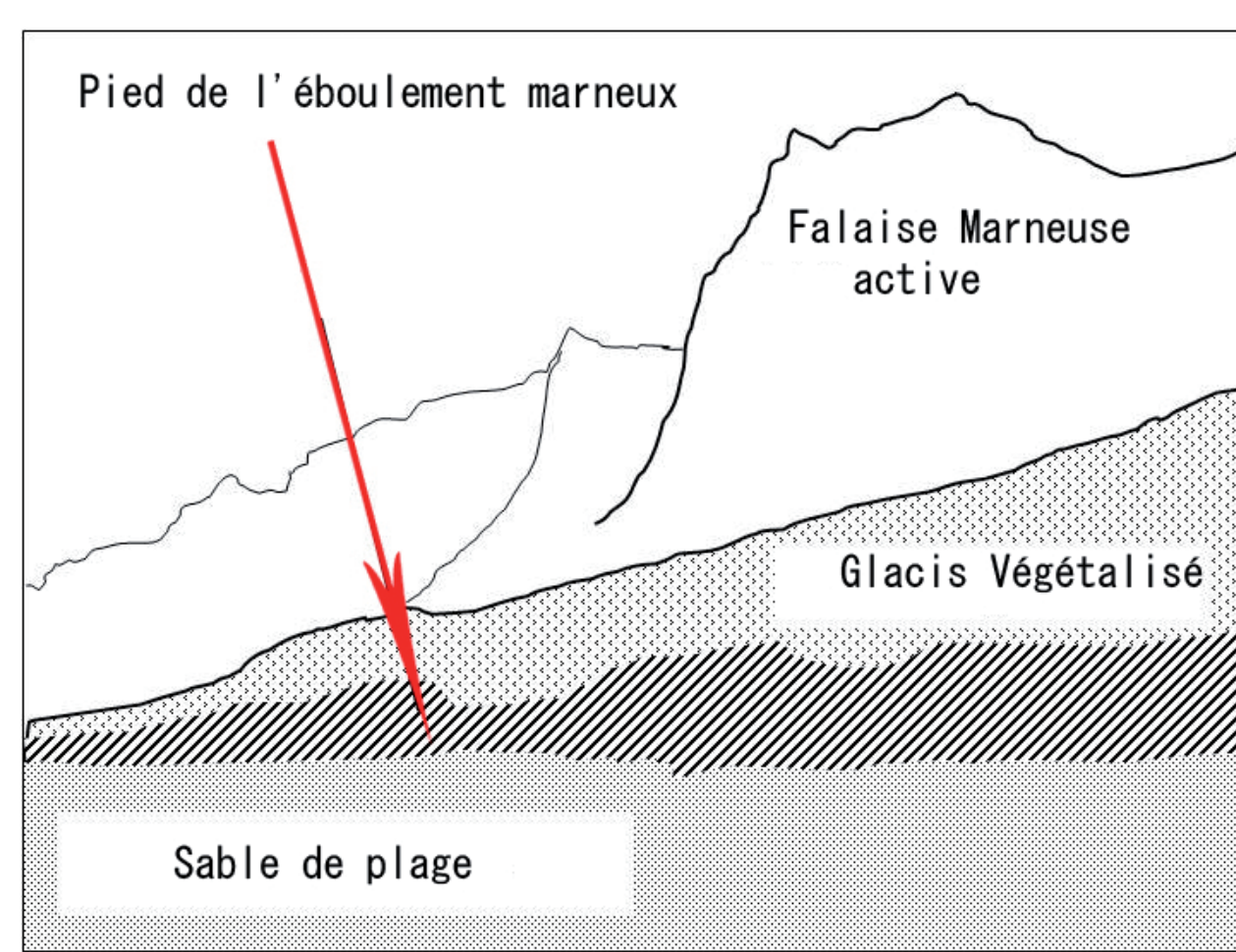
La présence du lichen noir, Verrucaria Maura, indique le niveau atteint par les plus hautes eaux.



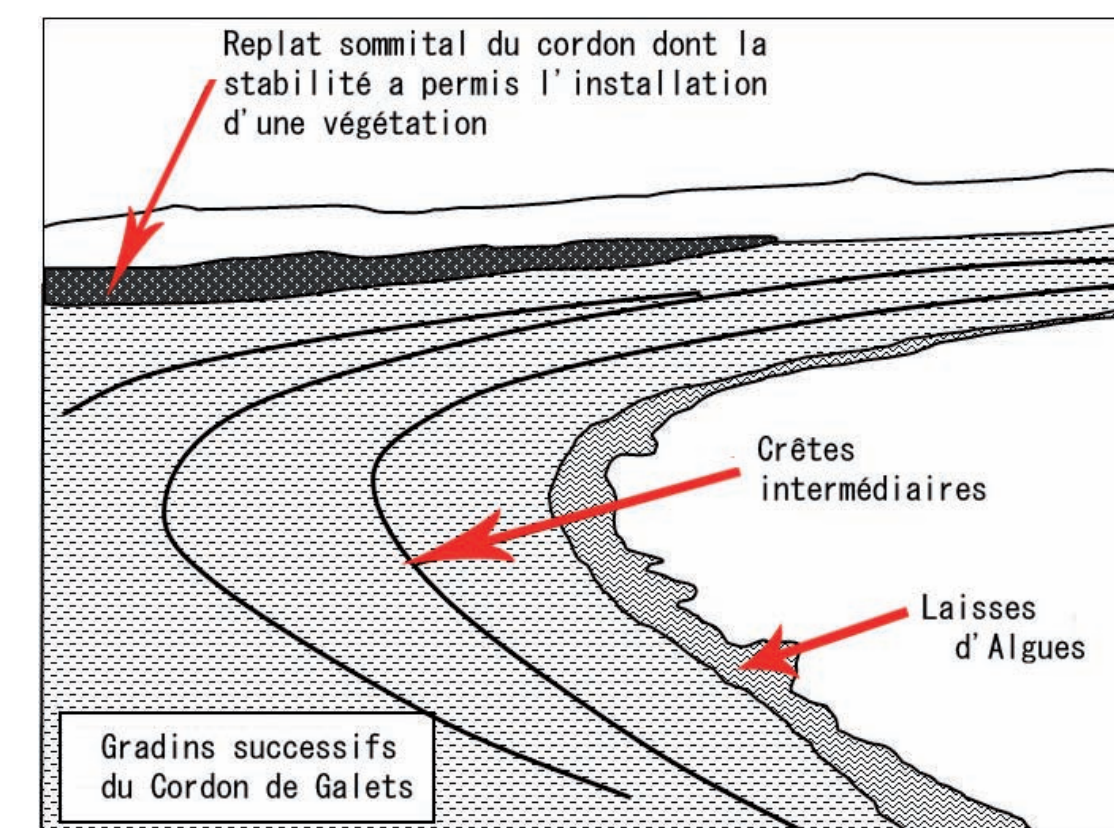
Côtes rocheuses calcaires : le niveau maximum marin est marqué par la présence des lichens et des cyanobactéries et correspond au niveau du premier gradin du cordon de galets sur la plage. De plus, sur les roches calcaires, on remarque généralement la présence d'une encoche créée par les galets lors de la montée de l'eau.



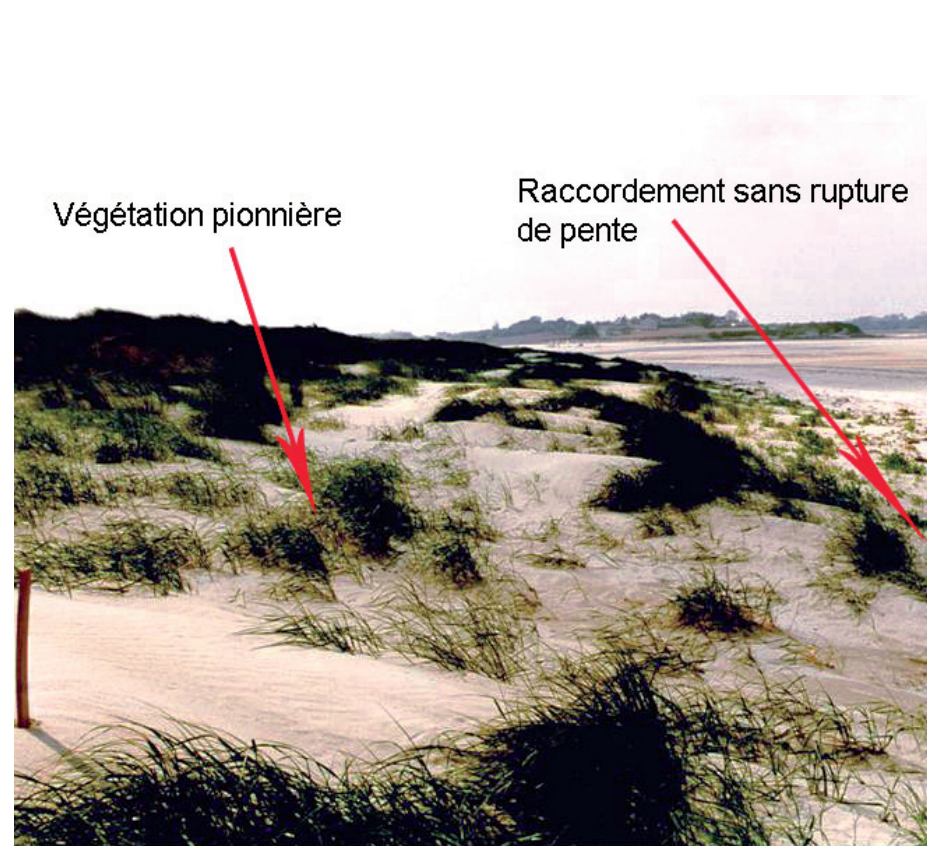
Côtes rocheuses aménagées : Les cyanobactéries et les lichens sombres indiquent également le niveau des plus hautes mers.



Côtes rocheuses meubles : La limite des plus hautes eaux est matérialisée par le pied de l'éboulis marneux.



Cordons de galets : la limite est tangente au sommet du dernier gradin côté terre. Lorsque le substrat est stable, la limite inférieure de la végétation marque le plus haut niveau du jet de rive.



Plage sableuse et massifs dunaires : le niveau est matérialisé par le sommet de la micro falaise de la dune. En situation estivale, c'est-à-dire en période d'engraissement, certaines espèces végétales marquent la limite des plus hautes eaux(Cakyles).



Schorre et fonds de baie : Haute slikke

Schorre inférieur et moyen (plante : Obione)

3a. Schorre supérieur (Chiendent), passage normal à la végétation terrestre

3b. Apports d'eau douce (roselière) La limite des plus hautes eaux est située au niveau du passage à la végétation strictement terrestre, en arrière du chiendent. Les laisses des plus grandes marées sont également des indices précieux.



Estuaires : Dans les estuaires on assiste à une disparition progressive des espèces de plantes halophiles ou halotolérantes (plantes qui supportent ou vivent au contact de l'eau salée).

DE LA ROCHE AUX SABLES

L'Erosion: qu'est-ce que c'est ?

L'ensemble des processus externes qui modifient la surface de la terre.

Son action façonne le relief et tend à déstructurer les massifs rocheux et à accumuler des sédiments dans les secteurs bas.

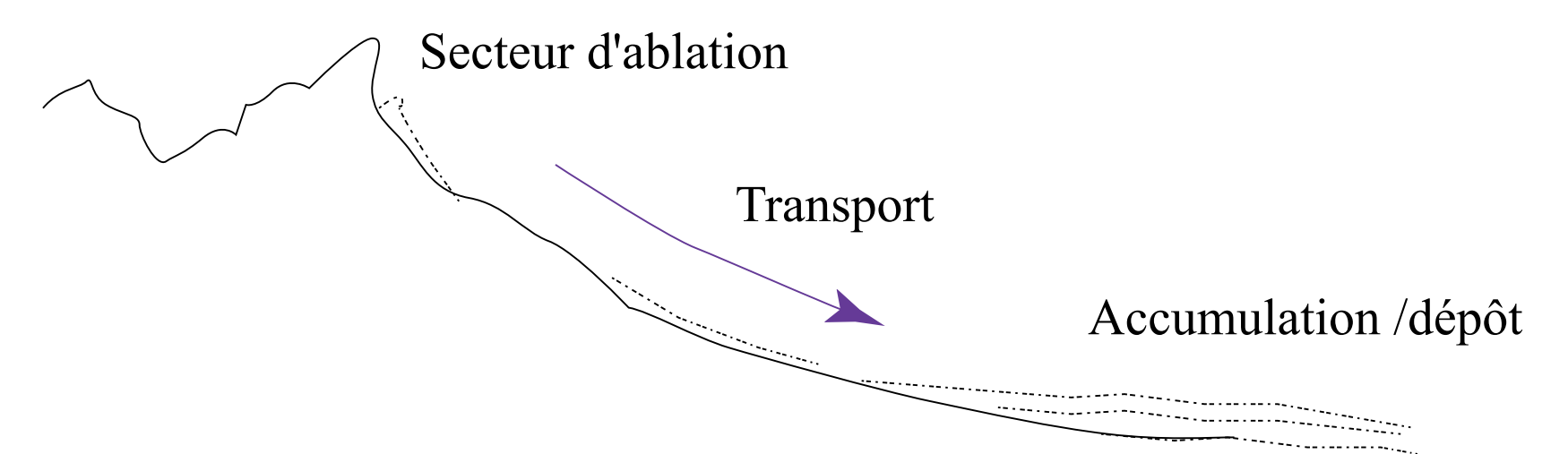
Comment cela fonctionne ?

La désagrégation va associer des phénomènes physiques de fragmentation et des processus chimiques de décomposition des roches. L'action des agents atmosphériques est appelé météorisation. Le transport des débris s'effectue par des mécanismes très différents qui peuvent se combiner: gravité, eau, neige, glace, mer et vent. L'eau est l'agent principal de l'érosion, elle intervient dans les 3 phases : production des débris, transfert et dépôt.

Elle joue un rôle majeur dans les échanges chimiques (altération, dissolution, précipitation). Associée aux variations thermiques, l'eau provoque la fragmentation mécanique de la roche.

L'érosion correspond donc à un transfert de matière.

Production de débris → Transport → Accumulation



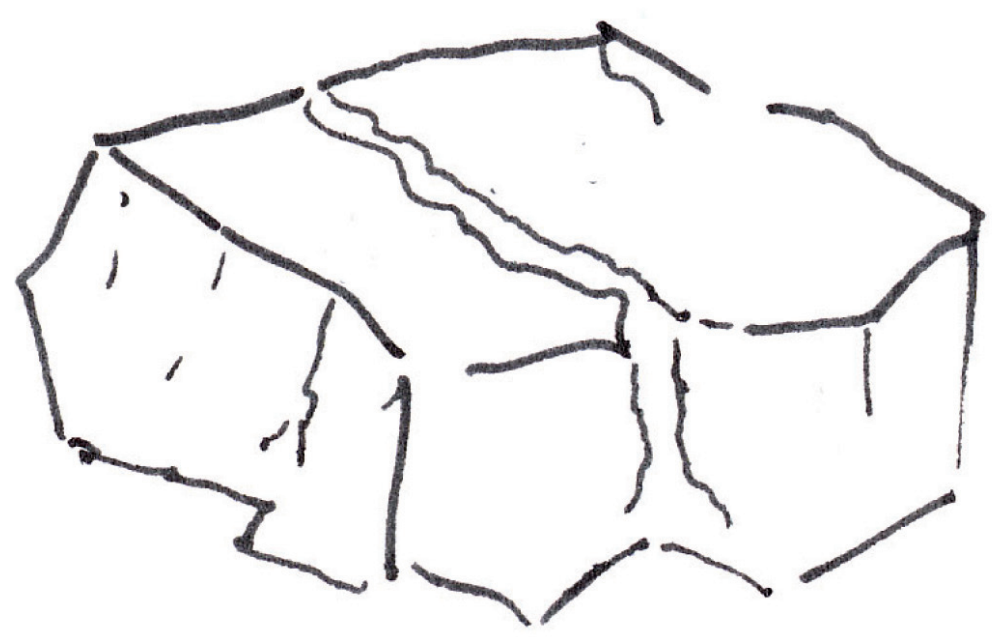
Le rôle de l'eau

La météorisation. Une partie de l'eau de pluie s'infiltre. Elle pénètre dans le sol puis dans les interstices des roches. Des processus biologiques et physico-chimiques se mettent en place. L'eau météorique n'étant pas neutre, elle développe des réactions et tensions au sein des roches, libérant des débris meubles par fragmentation ou décomposition.

Le volume d'eau qui peut s'infiltre est fonction de la perméabilité des substrats. Pour la roche nue, l'infiltration dépend de la fissuration et de la porosité de la roche. Les roches magmatiques et métamorphiques ont une faible porosité, inférieure à 3%, alors que celle des calcaires peut atteindre 30 à 40%. Les formations superficielles meubles (sols, limons ...) sont capables de stocker de grandes quantités d'eau. La circulation de l'eau va générer des transferts et combinaisons entre l'activité biologique et les minéraux constituant la roche.



joint de décompression dans les granites



gélifraction sur un bloc



desquamation

L'eau brise la roche

La fragmentation de la roche résulte d'actions mécaniques.

Les tensions tectoniques internes peuvent casser, broyer du matériel le long de fractures.

Les phénomènes de décompression dans les roches massives ouvrent des fissures parallèles aux versants.

Les variations d'humidité et de température jouent sur la liaison entre les grains, elles peuvent détacher quelques agrégats ou des plaques épaisses de quelques mm. selon la nature des roches, c'est la desquamation.

Ces actions répétées provoquent la désagrégation superficielle de la roche et augmentent la porosité.

Quand l'eau gèle et dégèle dans la roche, le processus devient très efficace. L'augmentation du volume lors du gel est de l'ordre de 10%. Les débris anguleux libérés sont appelés gélifractions: leur taille est fonction de la trame de fissuration de la roche. Dans un matériel poreux comme la craie, le jeu gel/dégel peut pulvériser la roche en petites plaquettes ou même en une fine poudre alors que dans des roches plus massives, les blocs anguleux peuvent être décimétriques.

L'eau décompose la roche

Les attaques physico-chimiques modifient les assemblages et entraînent la décomposition de la roche.

La dissolution est une réaction chimique qui transfère certains éléments de la roche dans la phase liquide.

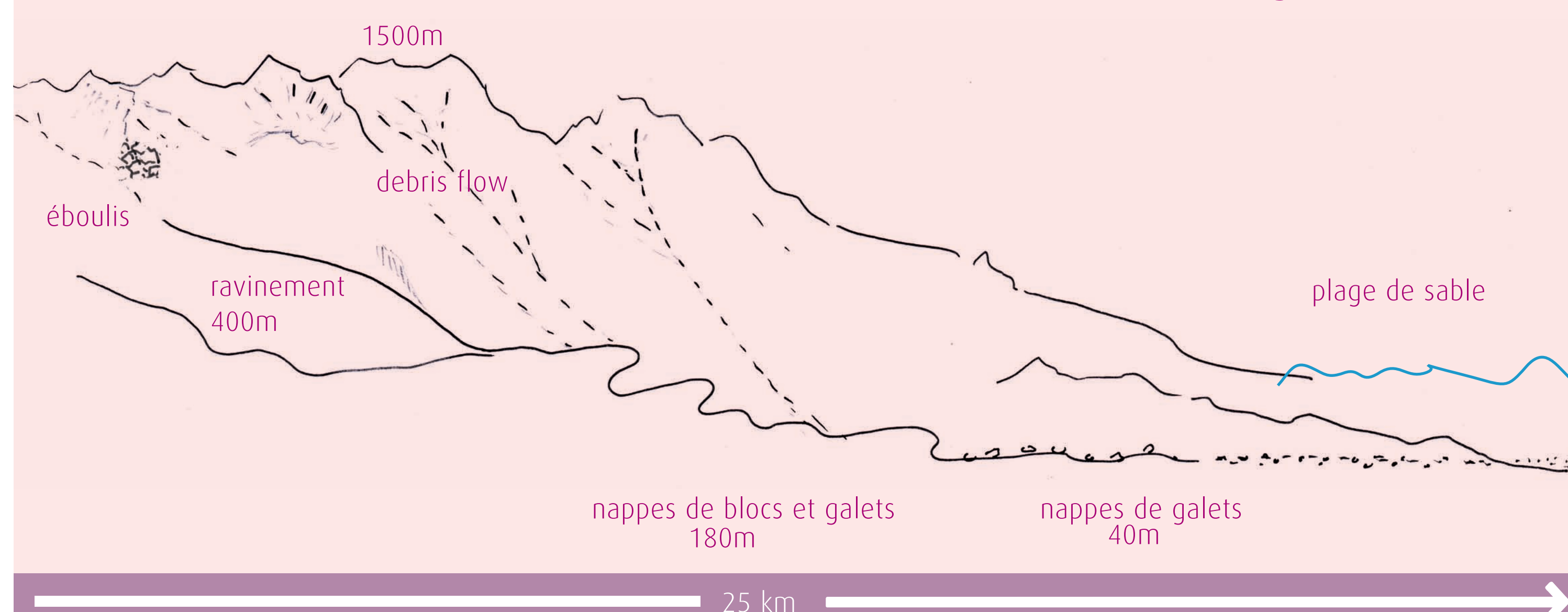
L'eau météorique capte les ions les moins stables. Ainsi les carbonates, chlorures, sulfates et quelques oxydes deviennent particulièrement mobilisables alors que la silice est pratiquement insoluble.

La dissolution se développe en surface sur les affleurements rocheux ou en profondeur si les eaux s'infiltrent le long de fissures.

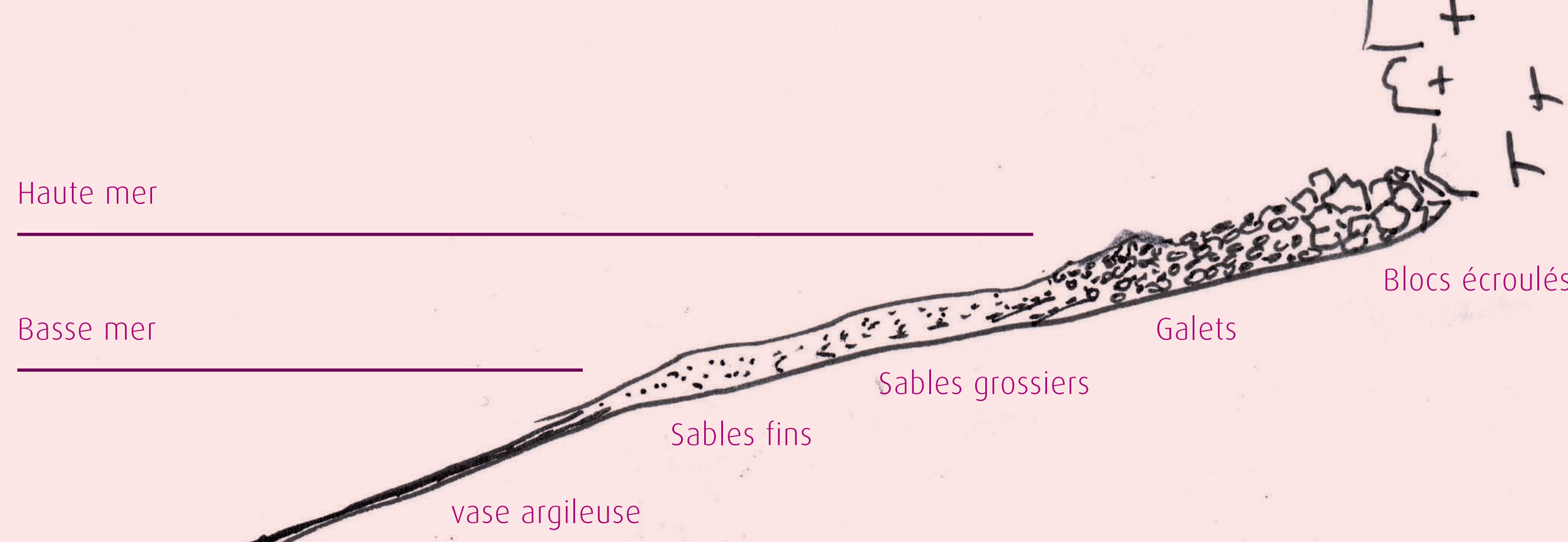
L'eau de mer agit également comme solvant lorsque la surface des roches est battue par les vagues.

L'altération transforme les minéraux de la roche. L'hydratation ou l'oxydation fait gonfler certains minéraux comme les micas et brise l'assemblage des grains. L'hydrolyse détruit progressivement les minéraux pour transformer les silicates originels en argiles.

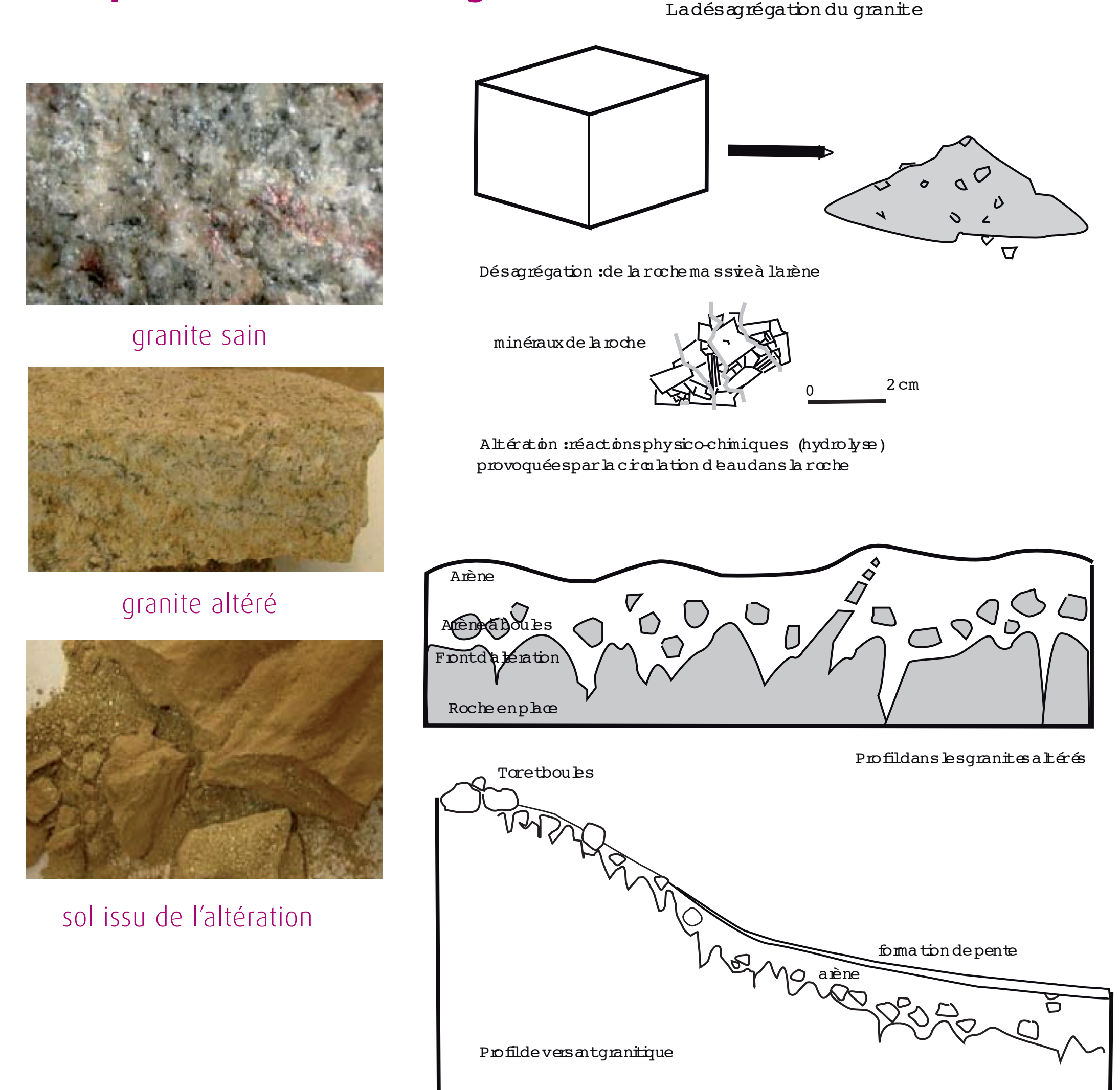
De la montagne aux sables



De la falaise aux sables



Exemple d'altération d'un granite



DU TRAIT DE CÔTE AUX FORMES LITTORALES

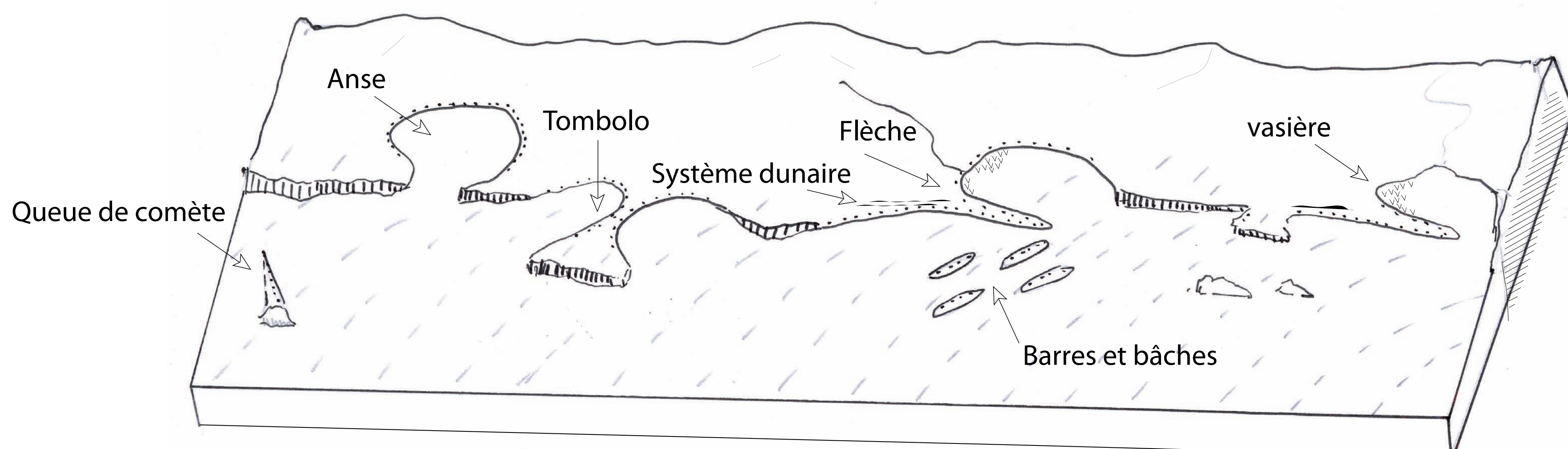
Qu'est-ce que le trait de côte?

Le trait de côte correspond à l'intersection entre la surface des océans et le relief continental. L'agencement des rivages traduit l'équilibre entre la géomorphologie des terres émergées et les dynamiques marines.

Les littoraux sont des formes d'érosion ou d'accumulation qui dépendent de l'efficacité des processus marins. Ces dynamiques sont commandées par les conditions hydrologiques (marées & vagues) et le régime des vents...

Pourquoi présente-t'il différentes formes littorales ?

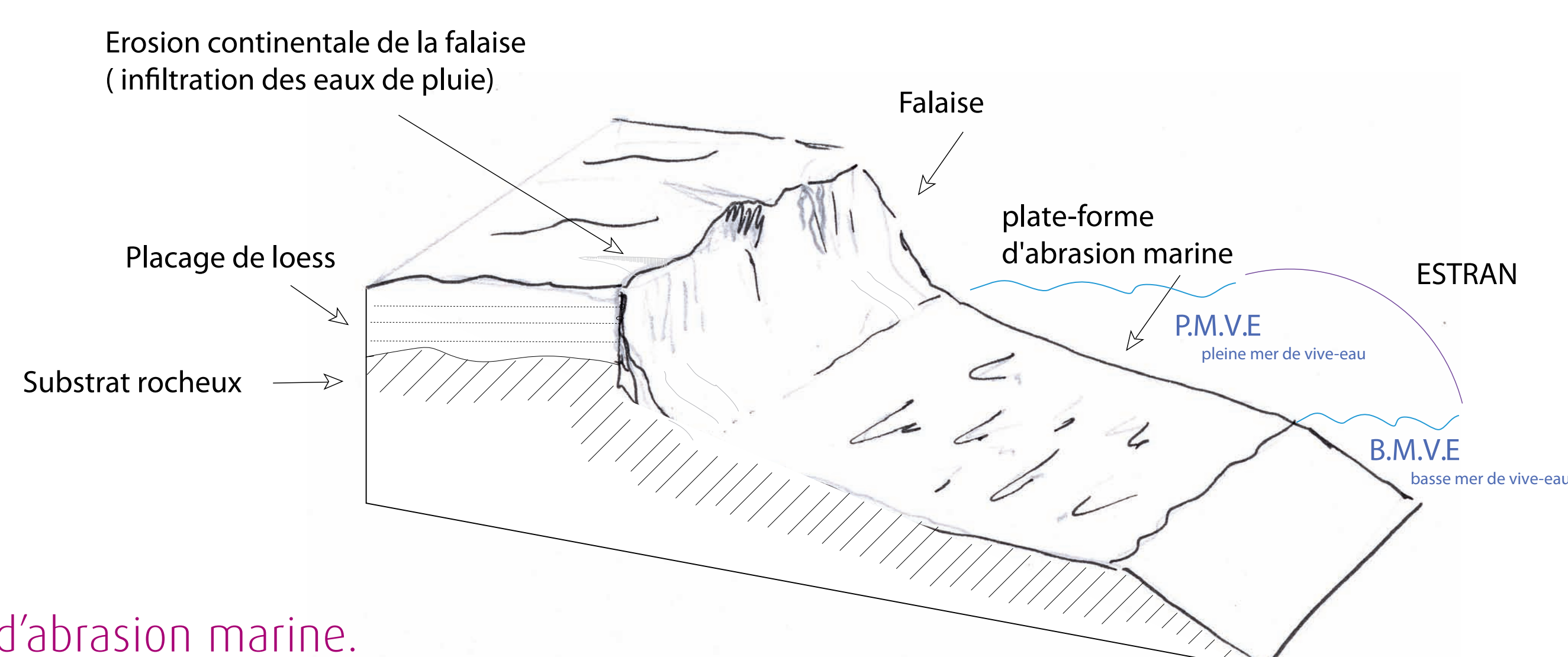
Les formes littorales s'organisent en rivages d'émergence et côtes de submersion selon les lieux. L'orientation de la côte par rapport aux agents dynamiques joue un rôle majeur dans la répartition des modèles littoraux. Il existe une grande différence d'énergie des vagues entre des rivages exposés aux houles et des côtes sous le vent, entre des caps battus et des baies abritées.



Les côtes rocheuses

Les côtes rocheuses représentent 80 % du linéaire côtier mondial. Elles soulignent l'efficacité des attaques marines. Les versants sont taillés en falaise qui évoluent en partie par des processus continentaux mais le recul de la falaise (son érosion) est commandé par le sapement mécanique des vagues et l'évacuation des matériaux. Ils seront roulés et transformés en galets ou progressivement altérés et dissouts selon la nature des roches. L'efficacité des actions marines dépend de la fracturation de la roche qui va guider la mise en place de couloirs étroits, d'îlots et de grottes.

Le recul de la falaise laisse apparaître progressivement des plates-formes d'abrasion marine.



Les côtes d'accumulation

Les côtes d'accumulation dépendent de la nature des sédiments qui les composent et de leur exposition aux actions marines.

Les plages

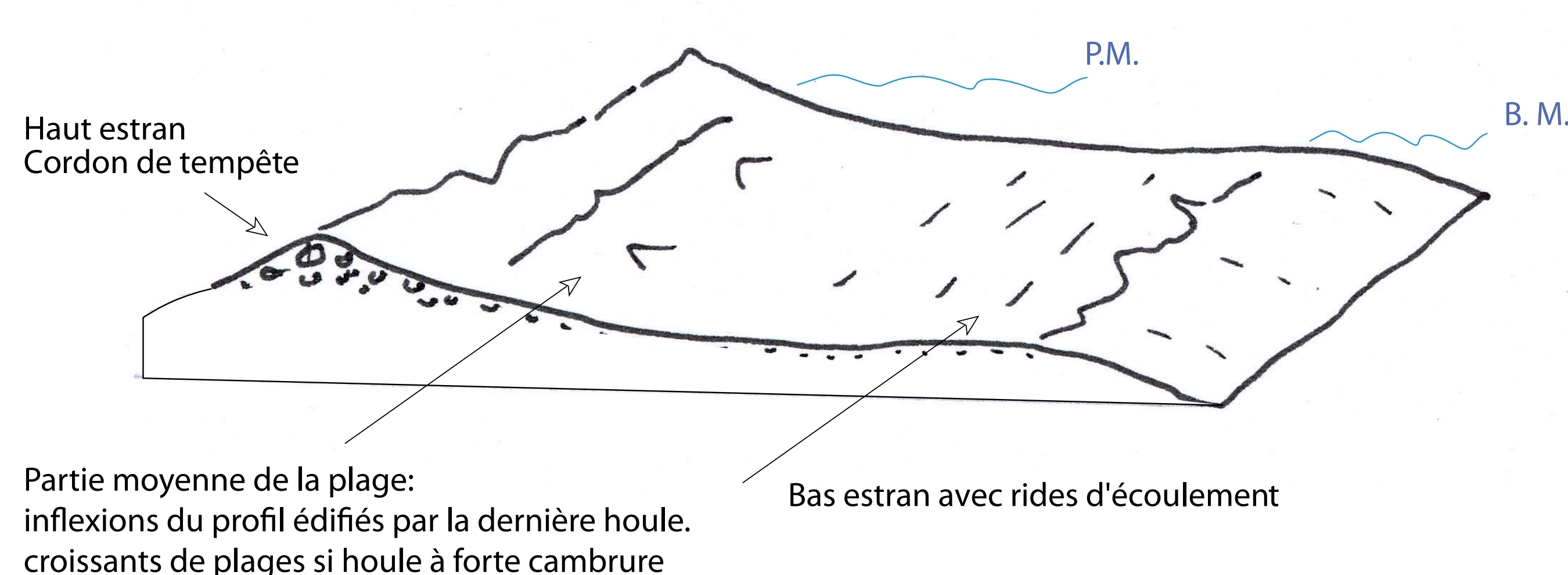
Les plages sont des accumulations de sables ou de galets, remaniées au rythme des marées, des saisons et des tempêtes.

Le profil des plages est fonction de l'énergie et du style de déferlement des vagues. Le transit des sédiments engendré par la dérive littorale façonne les plages.

Les cordons calés sur le relief continental ont un tracé incurvé qui traduit le mouvement divergent des houles par frottement sur le fond. Les flèches littorales résultent de transferts latéraux importants. Elles peuvent fermer une lagune, barrer une baie ou relier des îles à la terre, on a alors un tombolo. Ces accumulations libres se font et se défont par migration latérale depuis un secteur en érosion vers un secteur d'engraissement.

Les queues de comètes sont construites par les îles diffractées qui contournent les îlots.

Les dunes littorales en arrière des plages dépendent du vent qui transporte les sables fins séchés à marée basse sur l'estran. Ces accumulations sont peu à peu colonisées par la végétation qui freine l'écoulement de l'air et fixe la dune.

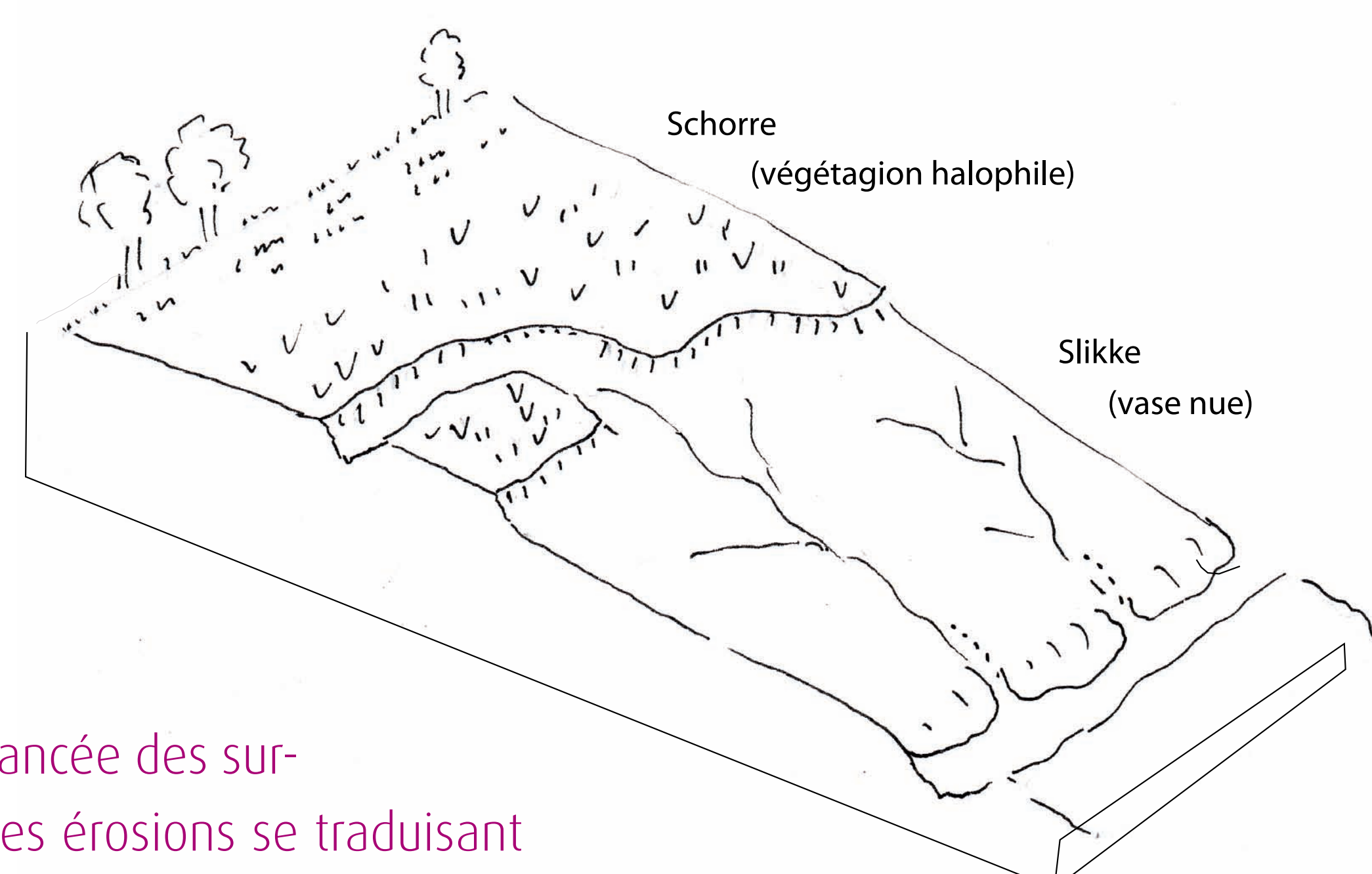


Les vasières

Les vasières occupent les zones basses à l'abri des houles comme les lagunes, les estuaires ou les fonds de baie. Les eaux calmes permettent la décantation des particules fines en suspension. Ce dépôt s'accompagne d'une production de matière organique. La sédimentation est fonction de la durée de submersion et du piégeage par les végétaux des particules.

La partie supérieure de l'estran est colonisée par une végétation **halophile** (adaptée au milieu salé), c'est le **schorre** qui ne subit qu'une submersion brève lors des marées de vives-eaux. Le schorre succède à la **slikke** (vasière non végétalisée) par une faible pente. Cette **slikke** est découpée par de multiples petits chenaux.

La sédimentation provoque un exhaussement progressif des vasières qui se traduit par une avancée des surfaces végétalisées vers la mer. A contrario, les divagations des chenaux peuvent provoquer des érosions se traduisant par le recul du front de **schorre**.



DE L'HISTOIRE QUATERNAIRE AUX RIVAGES ACTUELS

Pourquoi existe-t'il différents niveaux marins?

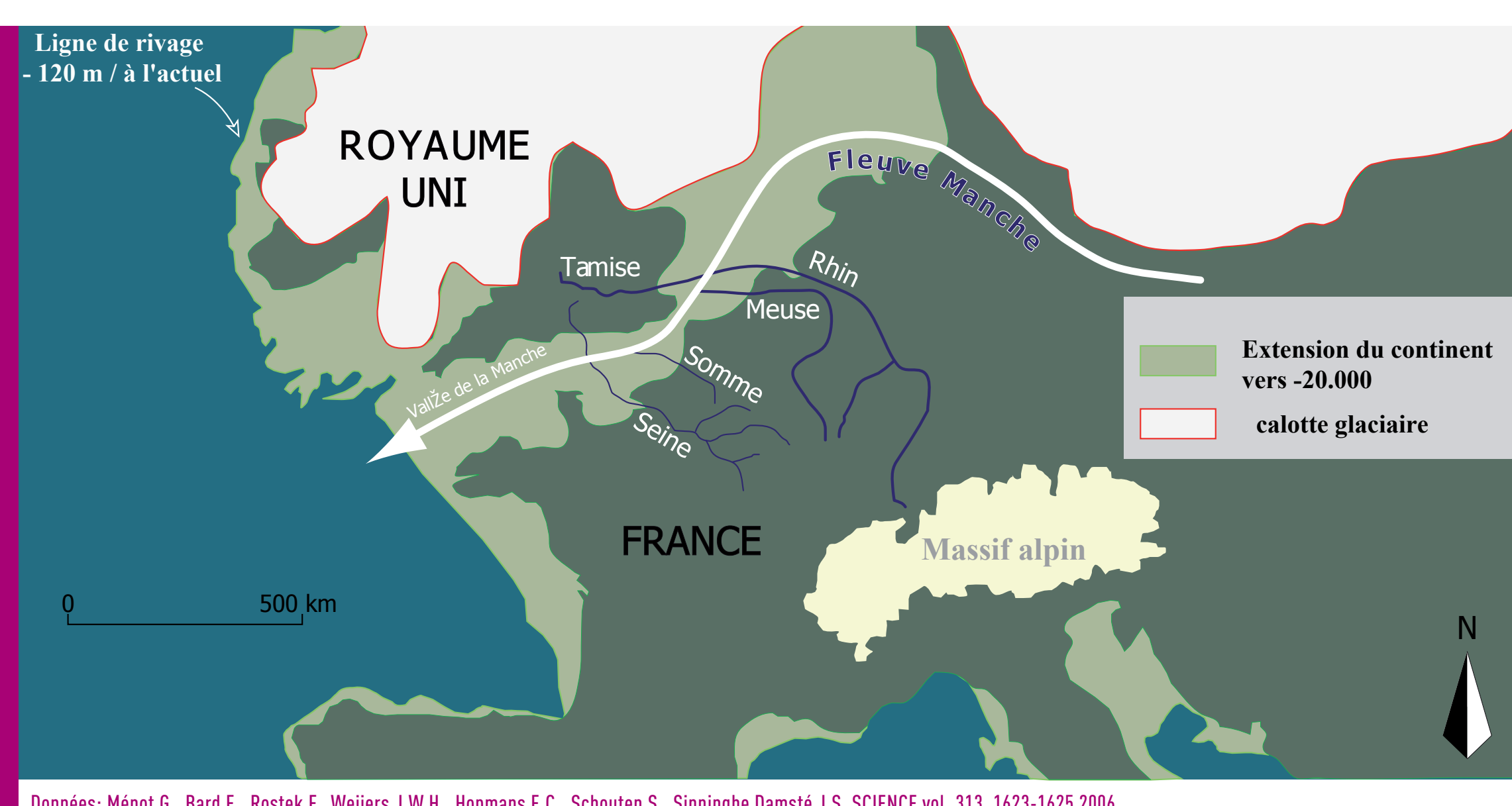
Au cours de l'histoire géologique, le niveau de la mer a monté et descendu et il continue actuellement à subir des fluctuations. Deux facteurs principaux déterminent ces variations :

- La tectonique des plaques modifie les bassins océaniques. Ils deviennent plus vastes lors de la compression des continents et la mise en place de chaînes de montagnes. La même quantité d'eau s'étend sur une surface plus grande avec par conséquent une moindre hauteur d'eau. A contrario, lors des phases d'érosion, de démantèlement des chaînes de montagnes, la sédimentation qui a lieu dans les bassins océaniques provoque une lente remontée de la masse d'eau. Ces phénomènes s'inscrivent dans des temps longs de l'ordre de la dizaine de millions d'années.

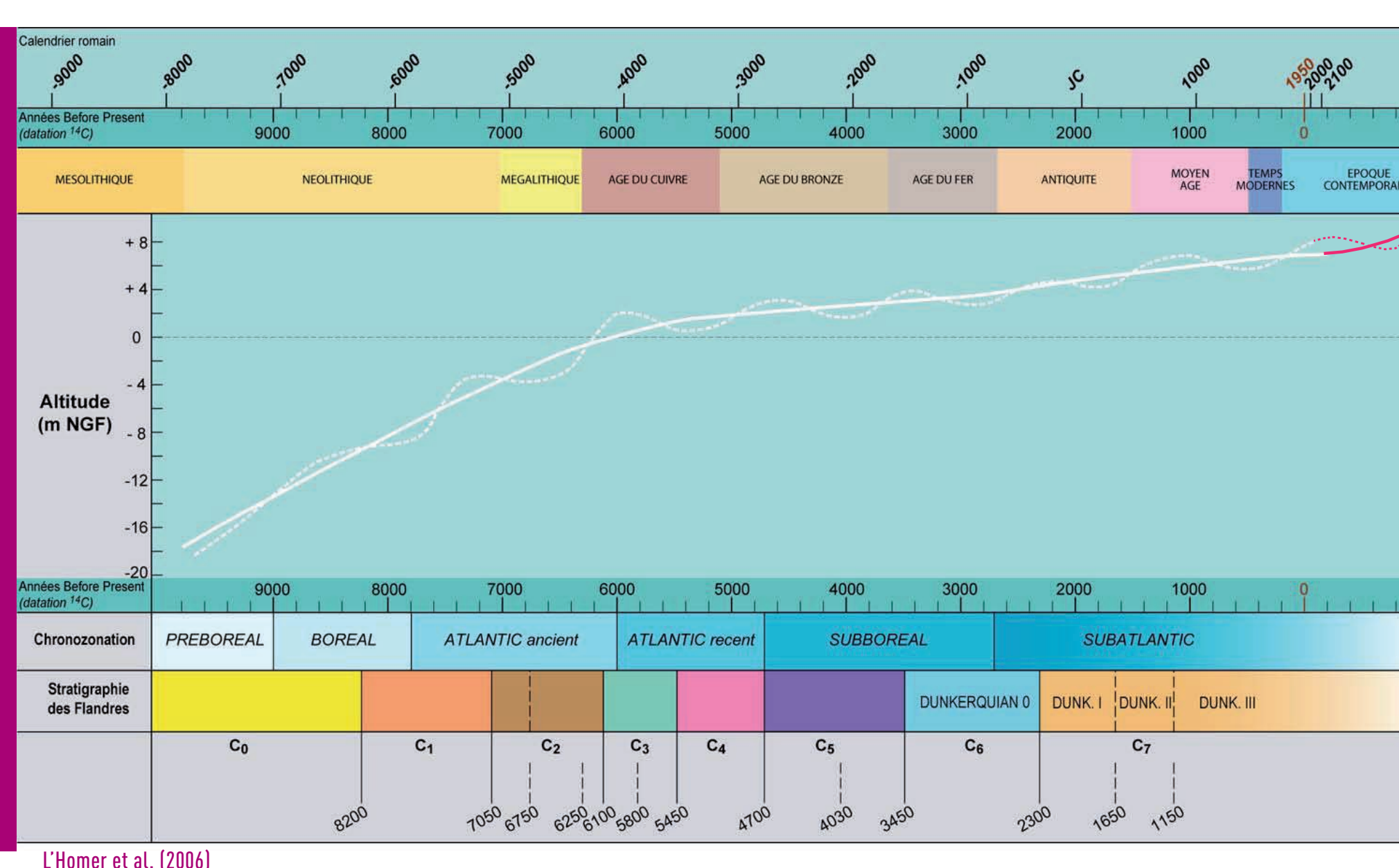
- Le volume d'eau stocké par les glaces varie en fonction du climat global. Lors des refroidissements (périodes glaciaires) des calottes de glace se forment au niveau des pôles et de leur taille dépend le niveau des mers qui a varié entre 100 à 200 m en-dessous du niveau actuel. Lors des périodes de réchauffement (interglaciaires) le niveau de la mer va remonter par la libération de l'eau retenue dans les glaces. Les alternances peuvent être relativement courtes à l'échelle géologique de l'ordre de 20 000 à 100 000 ans.

La dernière glaciation, celle du Würm, commença à prendre fin il y a plus de 20 000 ans. À cette époque, la Grande-Bretagne était reliée au continent européen et donc elle n'était pas une île. La Manche était une plaine, le fleuve Manche y recevait de nombreux affluents : Seine, Somme, Tamise, Rhin, Meuse, Elbe... avant de se jeter dans l'océan Atlantique à l'extrémité du plateau continental, dans le Golfe de Gascogne. **Le réchauffement climatique** entraîna la fonte des calottes glaciaires à travers le monde et le niveau des eaux, qui était auparavant 120 mètres plus bas, remonta de façon importante. La mer inonda progressivement la vallée de ce fleuve formant la Manche actuelle. Cette transgression marine de la période Holocène constitue un épisode important à notre échelle de temps car elle est à l'origine du tracé actuel des rivages marins, elle s'est effectuée par étapes avec des oscillations positives et négatives et des stationnements durables. La dernière phase de la transgression holocène qui a porté le niveau de la mer proche de l'actuel porte le nom de transgression flandrienne.

Configuration de la Manche vers -20 000 ans

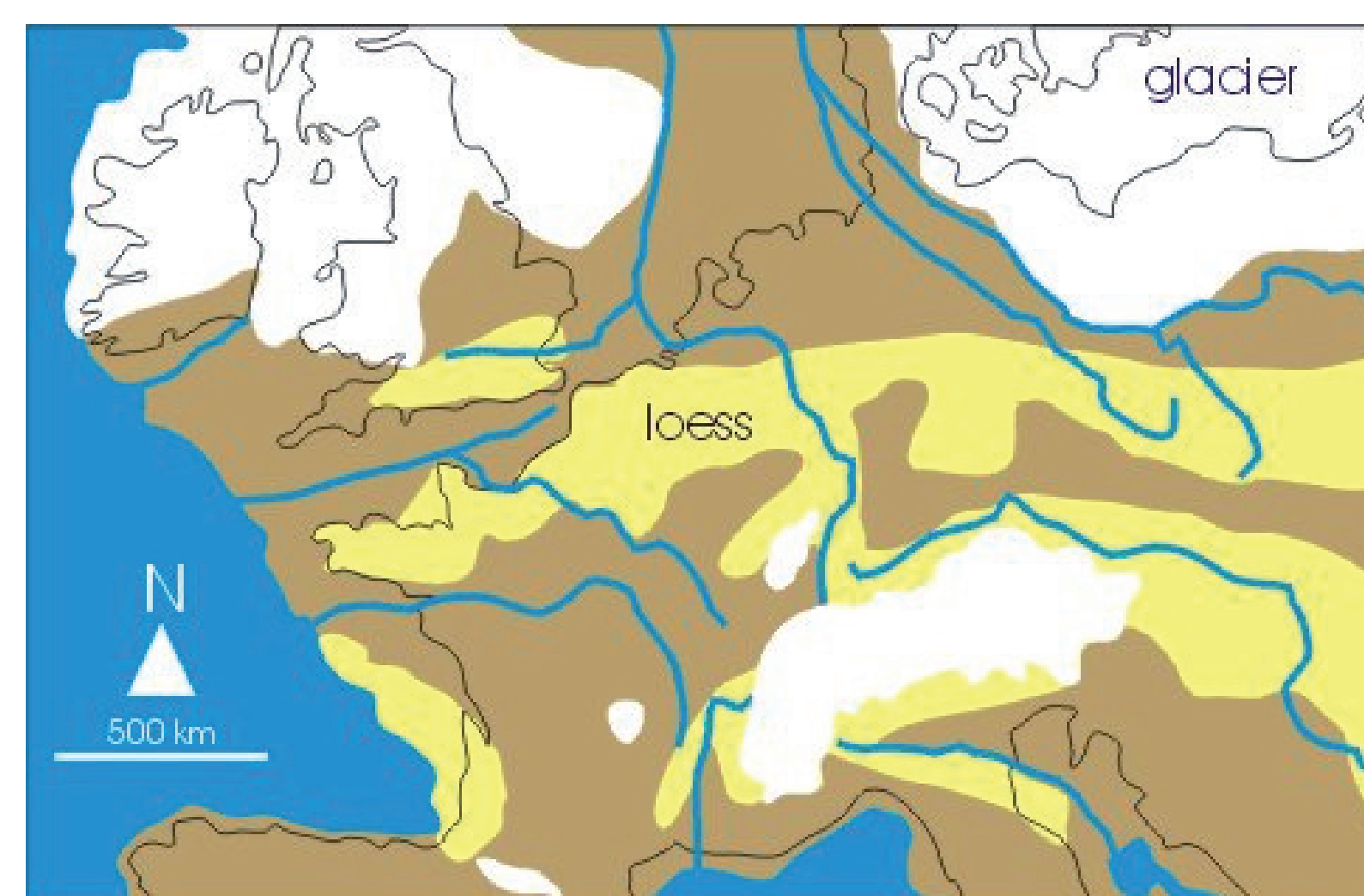


Variation du niveau marin depuis 10 000 ans



Les remontées du niveau marin ont eu de nombreuses conséquences sur l'occupation humaine des espaces littoraux. La phase ultime de **- 6000 ans** serait à l'origine du récit de l'Atlantide et de l'épisode du Déluge, la remontée tardi-romaine autour de 300 aurait participé aux grandes invasions des peuples germaniques en les privant de terre et modifié les possibilités d'échouage par rupture des cordons dunaires. Elle a aussi perturbé le drainage de certaines plaines littorales en Méditerranée entraînant l'abandon de terres fertiles et le développement de la malaria. Au réchauffement naturel de la Terre s'ajoute l'effet de l'augmentation de la teneur en gaz carbonique sous l'influence des activités humaines, augmentation particulièrement sensible depuis la révolution industrielle.

La dernière remontée qui a édifié la ligne actuelle de rivage atteint souvent le même niveau que celle qui a construit des littoraux plus anciens lors de transgressions antérieures. Son tracé a donc pu s'établir dans des modelés littoraux pré-existants, remaniés lors d'un ou plusieurs épisodes froids. Le littoral actuel recoupe ainsi des dépôts périglaciaires : **soit de loess** (dépôt sédimentaire meuble fin non stratifié = limon des plateaux) mis en place par le vent en climat périglaciaire sec qui sévissait dans les secteurs non englacés proches des glaciers et que l'on retrouve en Europe occidentale.



Extension des loess (en jaune) et des calottes glaciaires (en blanc) au cours du Quaternaire; les aires émergées sont en brun.



Sotteville sur mer

Secteur de Saint Aubin (123)

soit du head (matériaux hétérométriques anguleux emballés dans une matrice argileuse fortement saturée en eau qui glissent sur les versants par le processus dit de solifluxion) comme dans le S.W. de l'Irlande ou le golfe de Gascogne. Ainsi, dans le nord de la Bretagne comme en Normandie, le littoral a souvent été taillé dans des dépôts d'origine différente superposés : succession coulée de débris du début de la phase froide recouverte par les loess de fin de glaciation. Les vagues vont ensuite reprendre ces matériaux (loess, galets d'anciens cordons littoraux, blocs charriés dans des coulées de solifluxion) et construire avec eux des plages, des cordons et des flèches. Ainsi les modelés littoraux actuels se sont édifiés à partir de stocks anciens qui ne se constituent plus aujourd'hui.



Falaise de Head

EN QUOI LA GÉOLOGIE MARQUE LA GÉOMORPHOLOGIE CÔTIÈRE ?

L'histoire géologique du vieux massif armoricain est parmi la plus ancienne de l'Europe de l'Ouest car les roches qui affleurent dans cette région de la Bretagne Nord, en particulier en baie de Saint-Brieuc sont les témoins d'une ancienne **chaîne de montagne aujourd'hui arasée** (appelée chaîne cadomienne) qui s'est formée il y a environ 600 millions d'années.

Malgré cette ancienneté, le bâti géologique et la tectonique sont responsables de l'existence même de la baie et de sa morphologie telle que nous la voyons aujourd'hui. Ce sont les grandes fractures qui contrôlent l'ouverture en V et le tracé général rectiligne des côtes occidentale et orientale de la baie. De même, les anses qui jalonnent le trait de côte (Yffiniac, Morieux, Sables d'Or) correspondent à des fossés d'effondrement entre des lignes de failles.

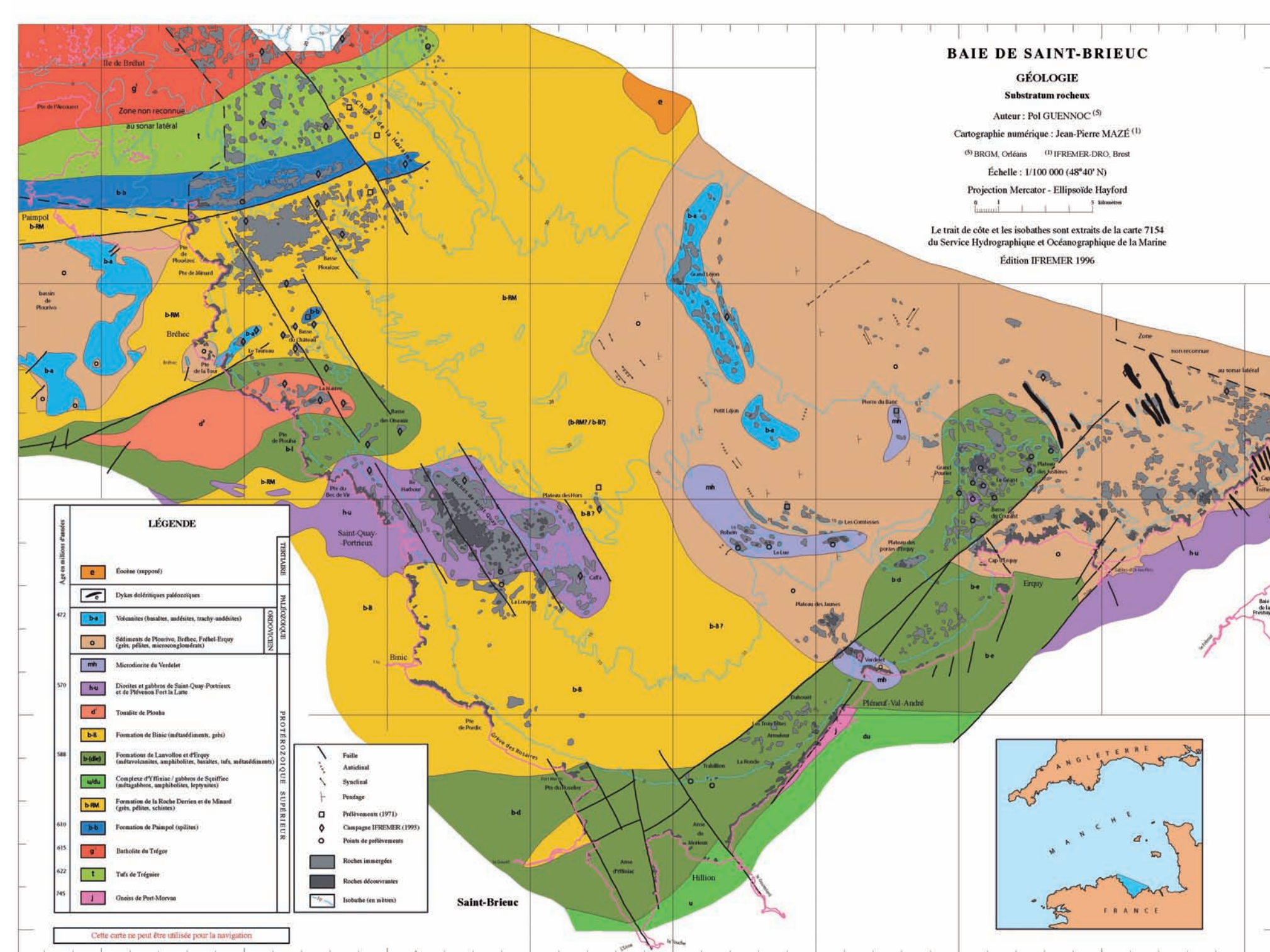
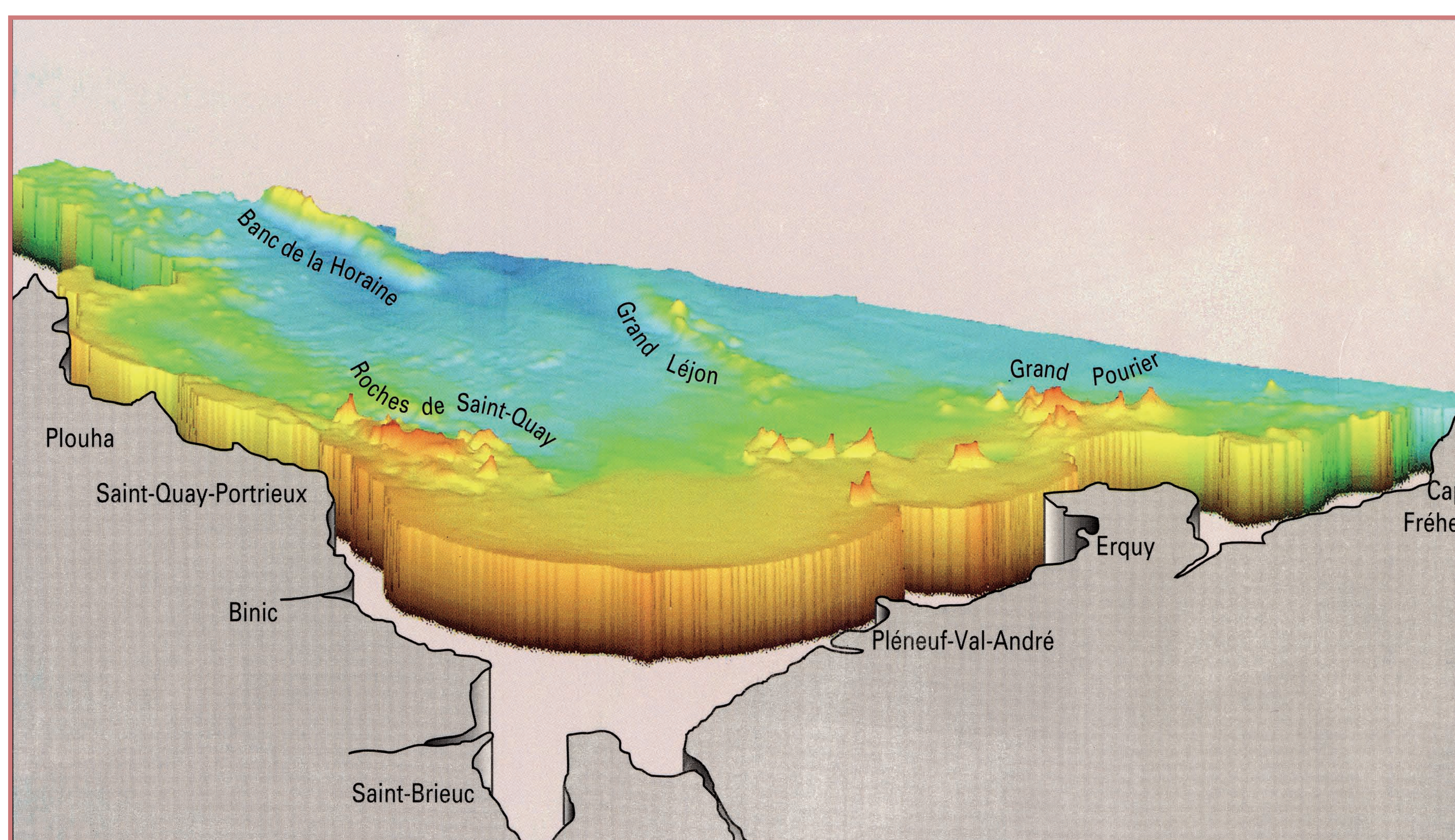
Le socle rocheux ancien comprend un ensemble complexe de roches magmatiques (plutoniques (granites) et volcaniques (basaltes)) et de roches sédimentaires plissées, profondément transformées en roches métamorphiques sous l'effet de la pression et de la température lors de leur enfouissement. Les roches dures les plus résistantes arment les falaises hautes et massives de la baie (Plouha,) et les affleurements rocheux du large (Roches de Saint-Quay et du Léjon) tandis que les formations sédimentaires, plus facilement érodables, occupent les anses du fond de baie. Ces formations très anciennes sont recouvertes, au centre et dans la partie Est et Nord-Est de la baie par des roches sédimentaires un peu moins anciennes (470 Ma) comme les grès roses d'Erquy-Fréhel.

La nature et la structure du soubassement rocheux de la baie vont donc avoir une influence directe d'une part sur la bathymétrie de la zone côtière et d'autre part sur la morphologie du trait de côte.

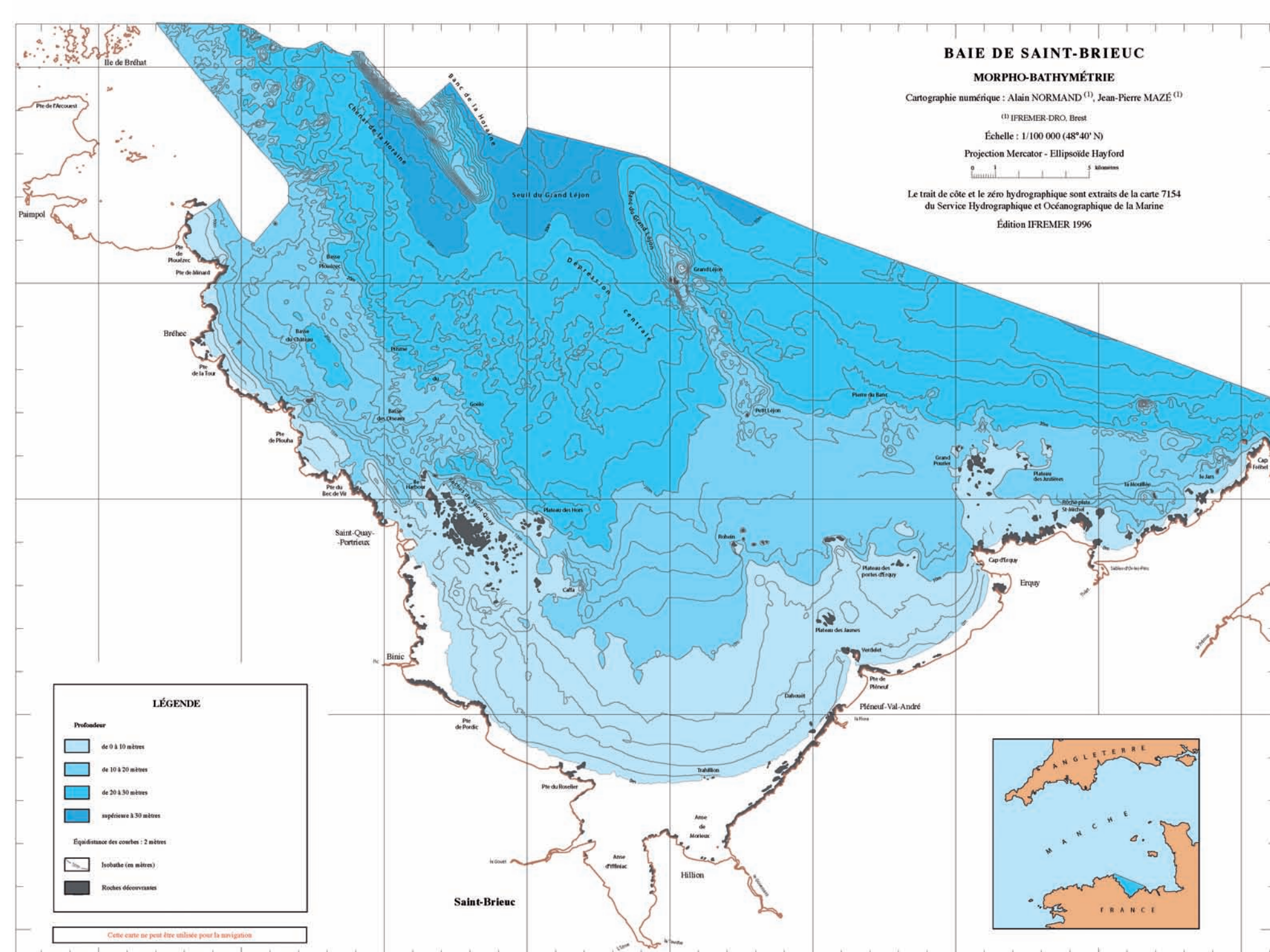
La baie proprement dite s'étend sur environ 800 km² jusqu'à l'isobathe 30m, qui se situe à plus de 30km du fond de l'anse d'Yffiniac. Le fond de baie a une pente faible et régulière (environ 0,1%) mais la morphologie sous-marine présente de multiples reliefs pouvant atteindre 20m de hauteur. Ces reliefs correspondent soit à des hauts fonds rocheux comme ceux des Roches de Saint-Quay, du plateau des Jaunes, du Grand Léjon et du Grand Pourier, soit à des bancs sableux allongés vers le Sud-Est (banc de la Horaine). Ces reliefs sous-marins prolongent souvent les principaux caps de la rive orientale et délimitent des dépressions ouvertes vers le Nord-Ouest.

Sur le littoral, l'estran s'étend principalement au fond de baie sur toute la largeur des anses d'Yffiniac et de Morieux. Le zéro des cartes marines ne s'écarte significativement du trait de côte pour découvrir un estran assez large qu'au niveau des plages des Rosaires et de Binic sur la côte Ouest et dans le secteur compris entre Pléneuf-Val André et Erquy puis aux Sables d'Or sur la côte orientale. Le reste des zones découvrantes à marée basse est formé de petites plages dites « de poche » encastrées entre des pointes rocheuses.

Les fonds marins de la baie de Saint-Brieuc vus de la terre Claude AUGRIS & Jean-François BOURILLET (1996)
Extrait de Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) 1996.



Géol. thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) 1996. logie de la baie de Saint-Brieuc
Substratum rocheux Pol GUENNO (1996)
Extrait de AT



Morpho-bathymétrie de la baie de Saint-Brieuc Claude AUGRIS & Jean-François BOURILLET (1996)
Extrait de Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) 1996.

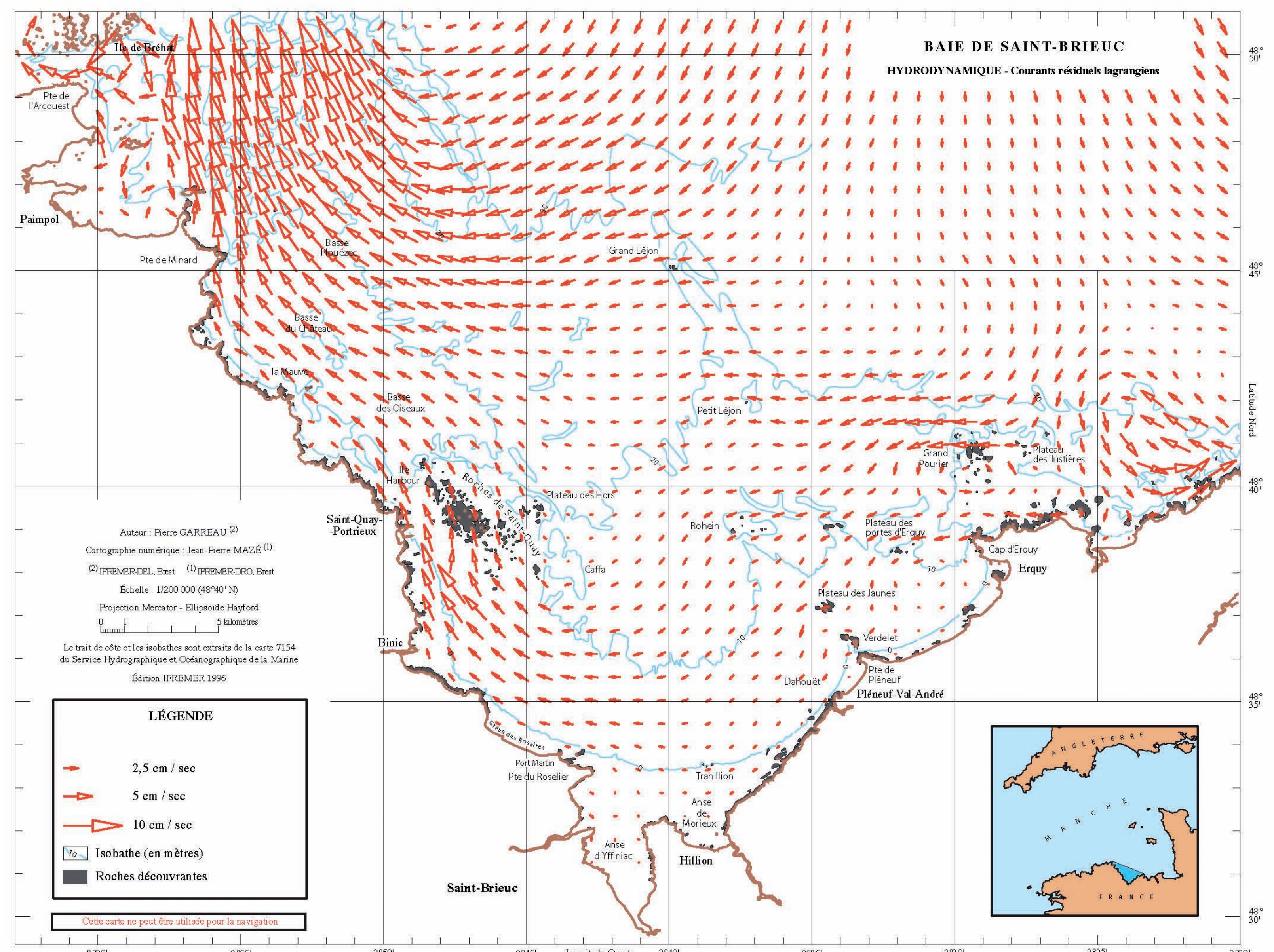
HYDRODYNAMIQUE ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

Hydrodynamique

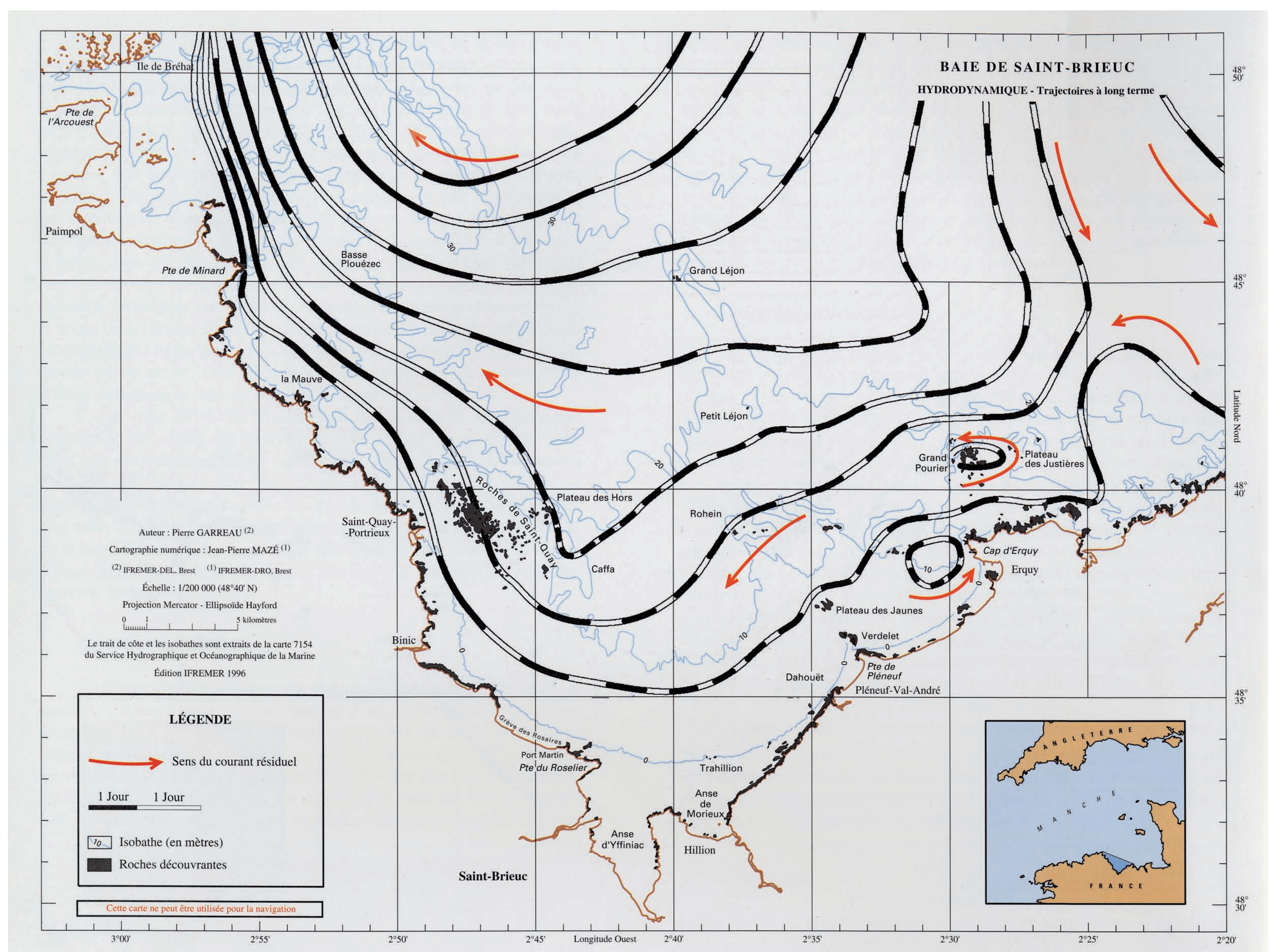
Comme pour l'ensemble de la Manche, la marée est le facteur hydrodynamique majeur qui contrôle la distribution des sédiments sur les fonds marins. Malgré le va-et-vient biquotidien de la marée, il est bien connu qu'en certains endroits, les objets flottants dérivent rapidement tandis que dans d'autres secteurs, ils restent piégés pendant plusieurs jours. Si on intègre ces déplacements sur un cycle complet de marée, on obtient un mouvement moyen, appelé courant résiduel.

La circulation résiduelle en baie de Saint-Brieuc est directement contrôlée par la bathymétrie et de la morphologie côtière. La présence d'îles et de platiers rocheux proches de la côte canalise les courants qui vont alors se renforcer comme à Saint-Quay et au Nord-Ouest à l'approche de Bréhat.

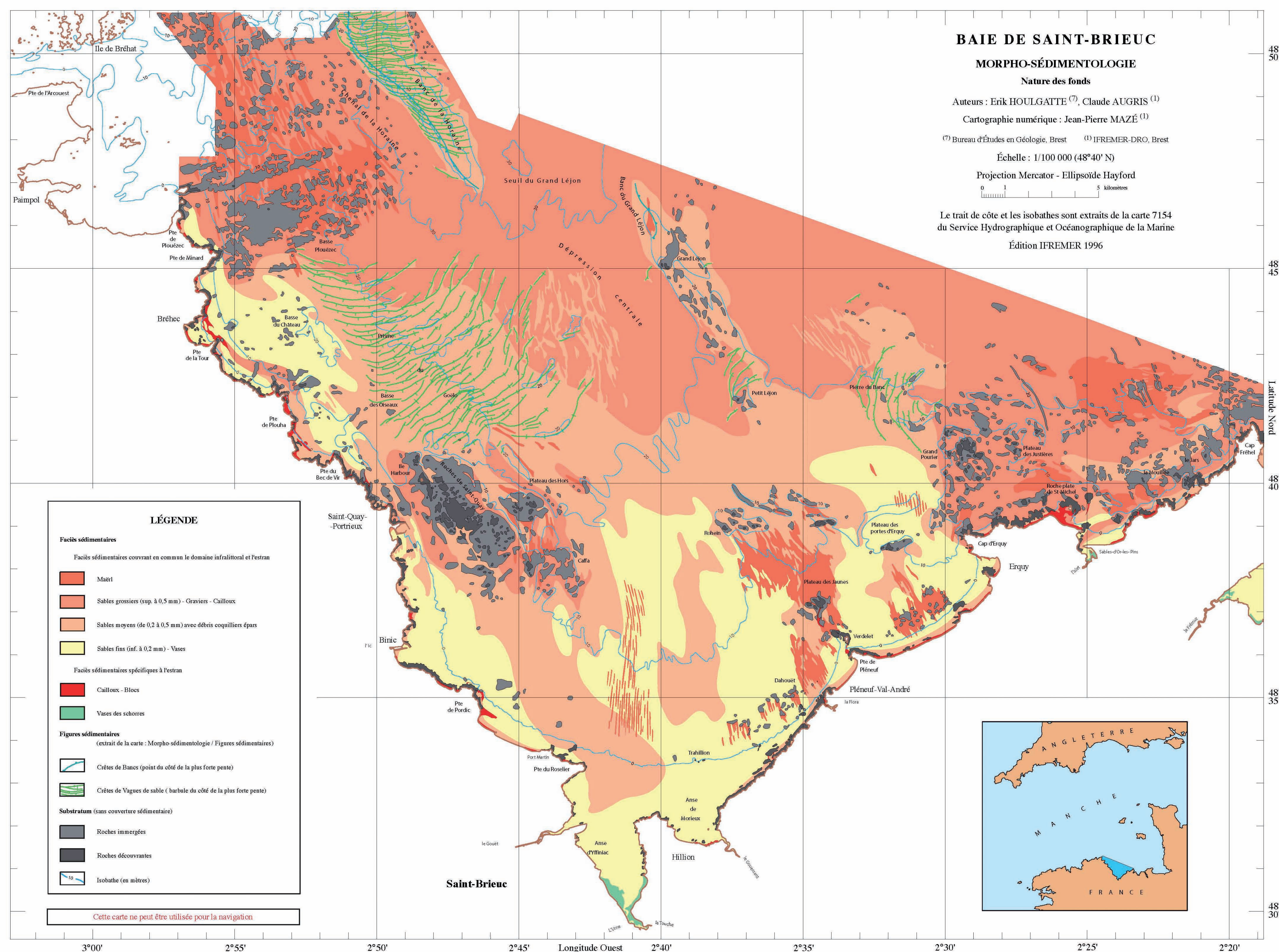
A l'inverse, l'intensité des courants résiduels est réduite dans les secteurs situés entre les tourbillons générés par les hauts-fonds et plus particulièrement dans le fond de baie.



Hydrodynamique Pierre GARREAU (1996)
Chaque segment représente le trajet moyen parcouru par une particule d'eau en 24 heures.
Extrait de Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) 1996.



HYDRODYNAMIQUE ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC



Nature des fonds & Figures sédimentaires Erik HOULGATTE (1996)
Extrait de Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) 1996.

Couverture sédimentaire

Le soubassement rocheux très ancien de la baie est recouvert par des sédiments meubles qui se sont mis en place très récemment lors de la dernière grande remontée du niveau marin depuis environ 10 000 ans. L'histoire géologique de la baie de Saint-Brieuc présente donc un raccourci considérable puisque des dépôts meubles, récents à actuels, très minces, reposent sur des grès et des schistes consolidés déposés il y a plus de 450 millions d'années. Les événements géologiques qui se sont produits entre ces deux périodes n'ont pratiquement pas laissé de témoins dans cette région.

La répartition des sédiments superficiels est principalement régie par les courants de marée et coïncide avec la carte de circulation résiduelle. Un gradient granulométrique depuis sédiments les plus fins vaseux jusqu'aux sables de plus en plus grossiers, localement mêlés à des graviers et cailloutis, apparaît dans deux directions : de la côte vers le large et de l'Ouest vers l'Est. Une concentration d'éléments les plus grossiers (graviers, cailloutis) s'observe à proximité des hauts fonds et dans les zones de renforcement des courants (chenaux de Saint-Quay et d'Erquy). Les sables grossiers puis de plus en plus fins se rencontrent dans les secteurs d'atténuation de la circulation résiduelle tandis que les vases fines ne peuvent se déposer que dans les secteurs les plus abrités de fond de baie ou à l'intérieur des lagunes côtières.

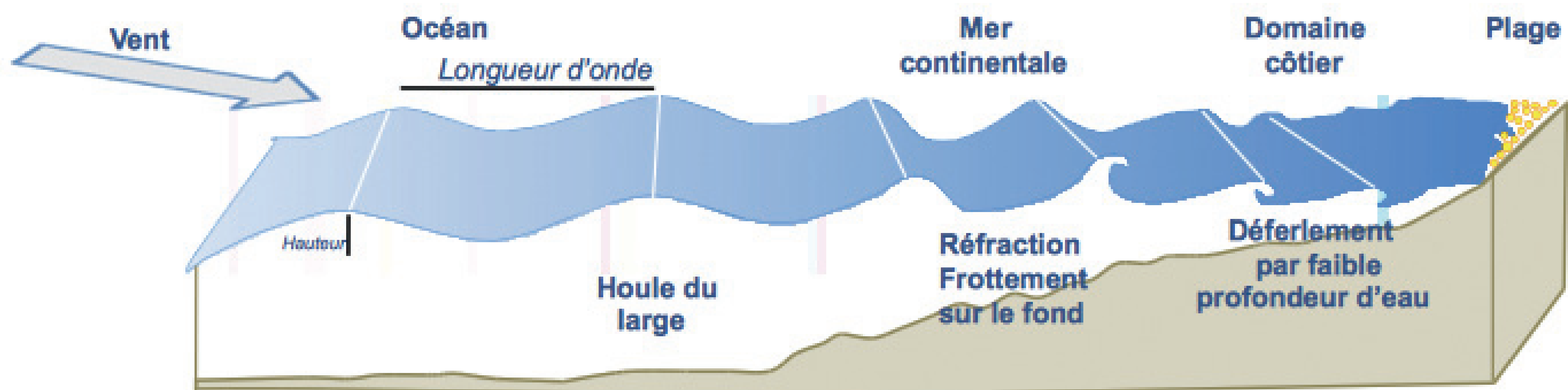
AGENTS DYNAMIQUES SUR LE LITTORAL

La morphologie côtière et les sédiments que l'on rencontre sur le littoral sont directement sous l'influence de 3 agents hydrodynamiques majeurs : la marée, la houle et le vent.

La marée

L'onde de marée qui pénètre dans la Manche depuis l'océan Atlantique s'amplifie progressivement pour atteindre un marnage moyen d'environ 7m pouvant dépasser 10m en période de vives-eaux en baie de Saint-Brieuc. Les courants de flot (marée montante) sont généralement plus forts que ceux de jusant (marée descendante) et leur orientation est profondément influencée par la topographie du fond et par la forme des côtes. Les vitesses maximales des courants de marée se rencontrent en face des caps (1,5m/s devant le cap Fréhel) tandis que les courants sont très faibles dans les fonds de baies.

La houle



La déformation de la houle à l'approche du rivage

Si les courants de marée sont responsables de la répartition des sédiments dans le fonds marins du large, l'action des houles se fait sentir dans la frange littorale comprise entre le trait de côte et l'isobathe - 20m. Lorsque le vent souffle pendant longtemps et sur de grandes distances de l'océan sans rencontrer d'obstacles, il génère un moutonnement à la surface de l'eau qui entraîne la formation d'ondes qui se propagent vers la côte. Ces ondes sont caractérisées par leur amplitude (hauteur entre crête et creux de l'onde), leur période (intervalle de temps entre deux crêtes) et par leur longueur d'onde (distance entre deux crêtes).

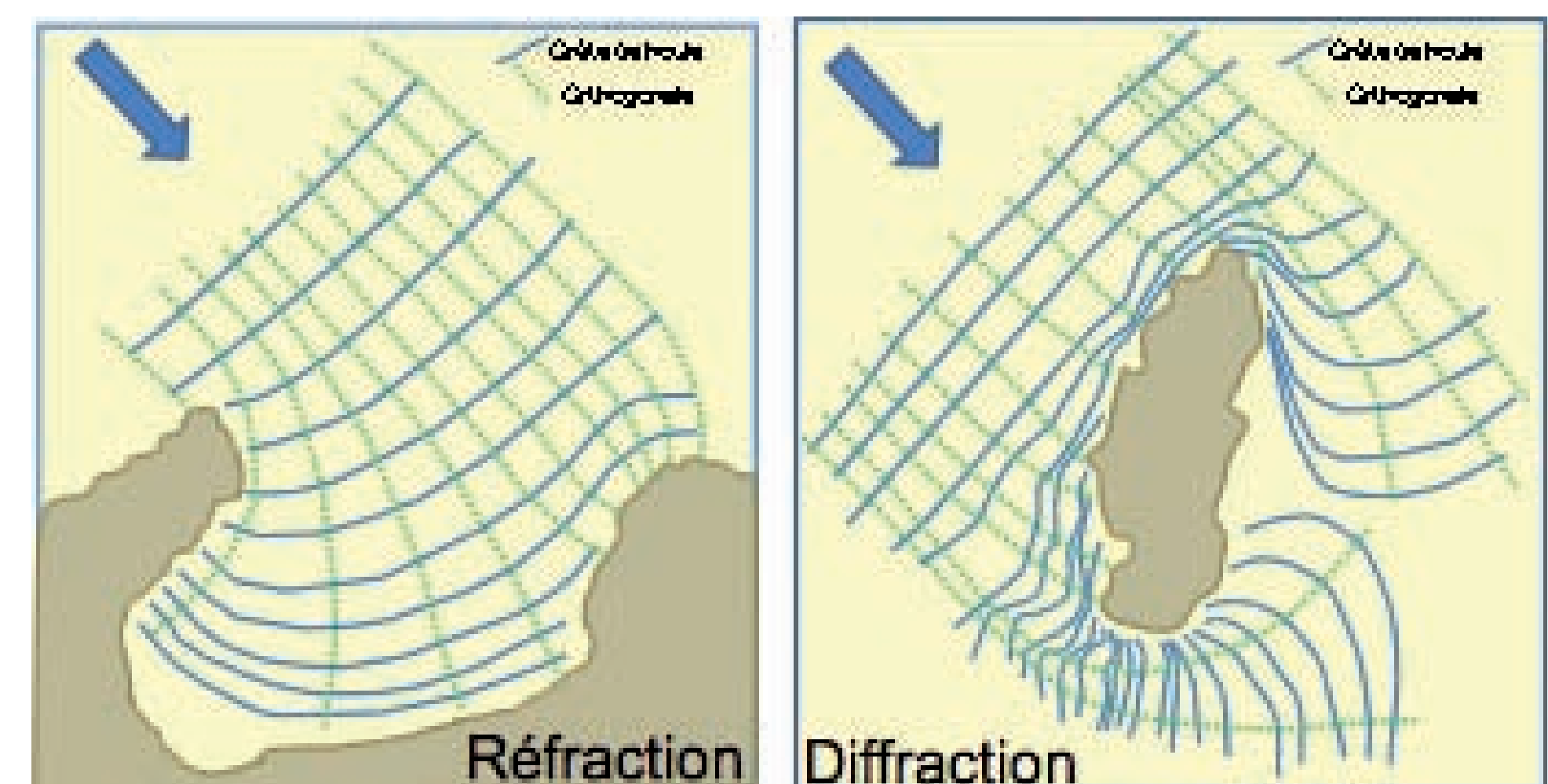
En eau profonde, **la houle du large** ne subit pas de perturbation par le fond de l'océan. À l'approche de la côte, lorsque la profondeur d'eau diminue, la houle se **déforme par frottement** sur le fond (phénomène de réfraction), la longueur d'onde diminue et la hauteur augmente. Lorsque la profondeur d'eau devient trop faible, la houle **déferle** au niveau des plages.

Les crêtes de houles ont tendance à épouser la morphologie du fond et elles convergent au niveau des caps et divergent dans les baies. La trajectoire et l'amplitude des houles sont également modifiées en présence d'îles, de hauts-fonds ou de pointes rocheuses (phénomène de diffraction) autour desquels elles pivotent.

Le Vent

Lorsque le vent souffle depuis la mer sur une plage largement découverte par la marée (déflation éolienne), il se charge en sable et le transporte vers le haut de plage. La capacité de transport du sable par le vent dépend de plusieurs facteurs : la granulométrie du sable (plus le sable est fin meilleur est le transport), sa teneur en eau (le sable doit être sec), l'hygrométrie de l'air (remise en mouvement facilitée dans un air sec), la vitesse du vent.

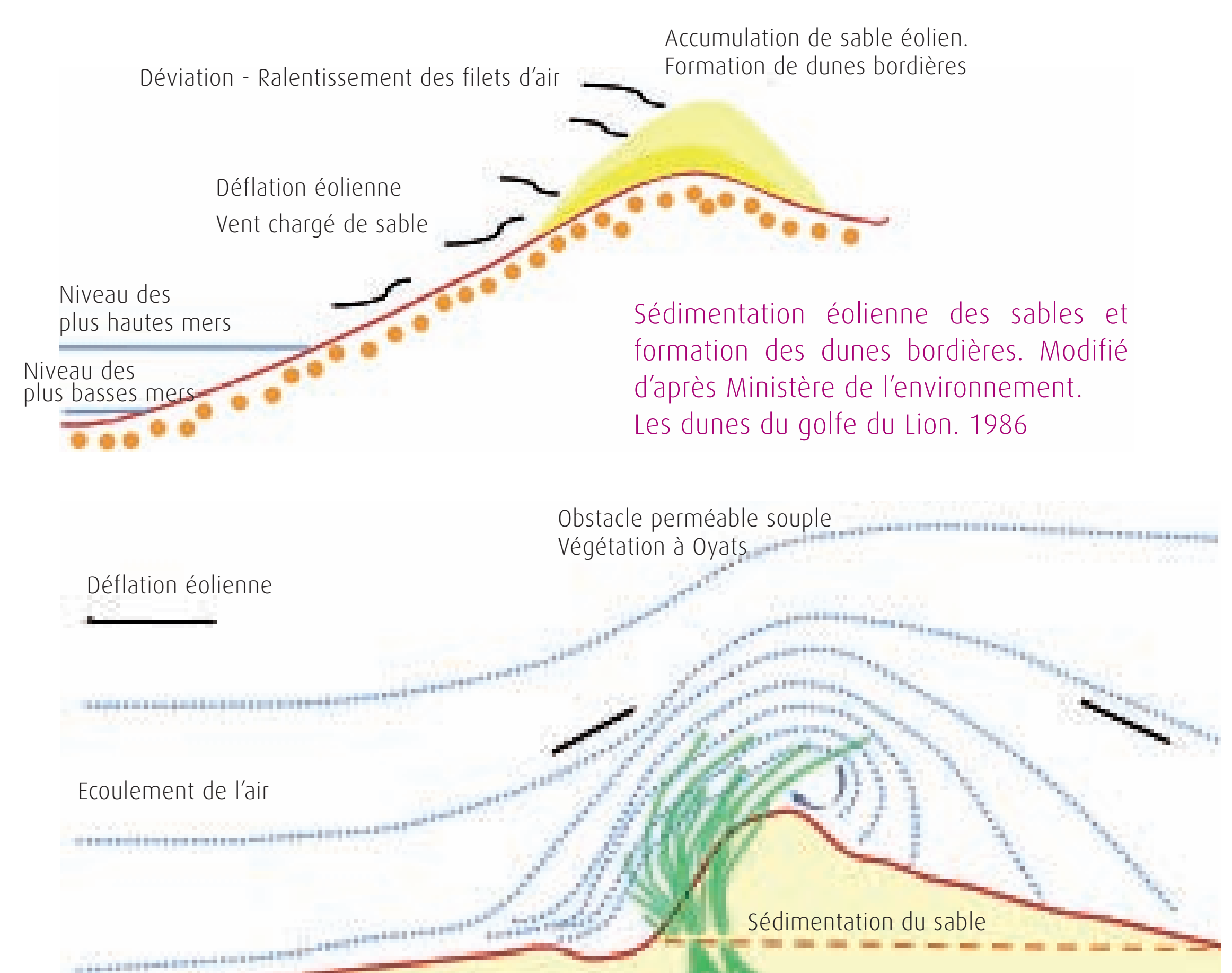
Au voisinage d'un obstacle, l'écoulement de l'air est perturbé et la vitesse des filets d'air est augmentée devant l'obstacle alors que derrière l'obstacle, l'air se détend et la vitesse diminue, provoquant le dépôt des sables transportés. Dans le cas d'un obstacle massif, à forte pente et face au vent, la turbulence et la vitesse donc l'action érosive du vent augmentent. Inversement, un obstacle perméable souple comme la végétation dunaire ou les brise-vent (ganivelles = barrière formée par l'assemblage de lattes de châtaigniers) absorbe la déflation, freine la vitesse des filets d'air et favorise la sédimentation des sables en arrière de l'obstacle.



Modifications des trajectoires de houles à l'approche de la côte.
d'après Catalogue Sédimentologique des côtes françaises (1986).



Diffraction des houles autour des îlots rocheux

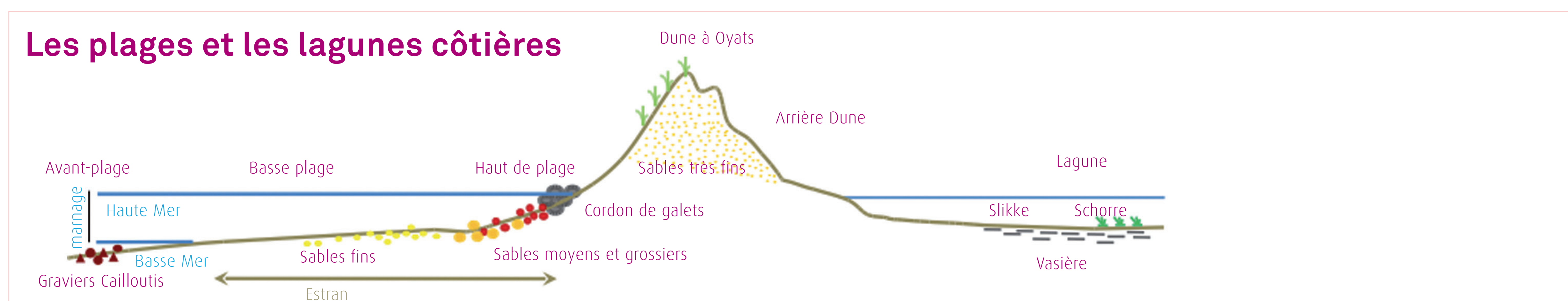


Modification de l'écoulement de l'air par les oyats.
Modifié d'après Chapman, in Coastal vegetation. 1964

LES SÉDIMENTS SUR LE LITTORAL

D'où viennent les sédiments littoraux ?

La mise en place des accumulations sableuses actuelles est liée aux variations du niveau de la mer depuis la dernière glaciation il y a 20000 ans. Les plages sont souvent adossées à des dunes et reprennent le sable accumulé pendant les épisodes de régression où le rivage était alors très éloigné de la ligne de côte actuelle. Le vent transportait au fond des baies de grandes quantités de sable qui s'accumulaient en dunes aujourd'hui stabilisées par la végétation. En avant de ces massifs dunaires, les plages étaient alimentées en sables et en galets dont l'origine est à rechercher soit dans le transport par les courants marins d'anciens sables fluviaux stockés dans la Manche pendant les périodes régressives de bas niveaux marins, soit plus localement par érosion des sols et des formations meubles quaternaires (head, limon) de l'arrière-pays.



La morphologie des plages dépend de la granulométrie du sédiment, de l'exposition de la plage aux houles, des variations saisonnières du régime des houles et de l'incidence des tempêtes. D'une façon générale, plus la côte est exposée aux houles, plus la pente de la plage est forte et plus la taille des sédiments qui la compose est élevée. Une plage de galets, soumise à de fortes houles, aura une pente très raide avec des paliers successifs correspondant à des déferlements à différents niveaux de marée. Une plage sableuse relativement exposée présentera un bourrelet de haute plage fait de sable grossier à forte pente et se raccordera à la moyenne plage par une rupture de pente et passage à des sables plus fins en pente douce, dans une zone de déferlement plus faible. Enfin, les lagunes côtières protégées des houles par les cordons littoraux et les massifs dunaires qui les surmontent sont occupées par des sédiments sablo-vaseux (slikke) à pente presque nulle et leur dynamique est dominée par la marée sans qu'aucune action des houles ne vienne perturber la sédimentation fine qui vient colmater les parties les plus internes colonisées par la végétation halophile (schorre).

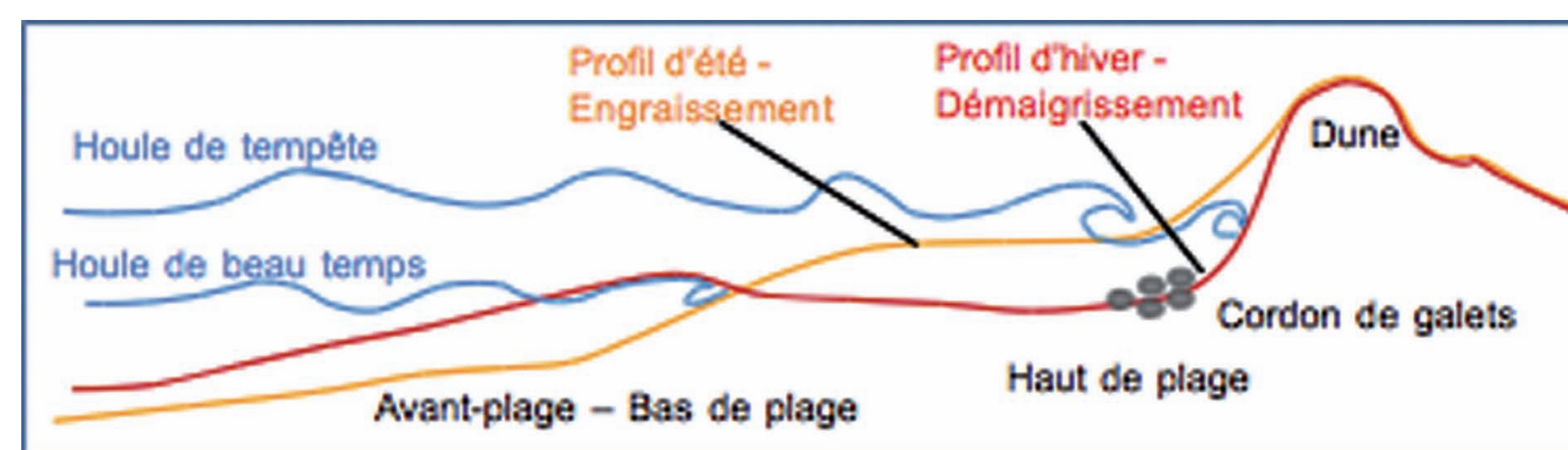


Cordon de galets en haut de plage

Variations saisonnières de la morphologie des plages

Les plages ne présentent pas toujours le même aspect selon la saison ;

* **En hiver**, l'action des houles de tempêtes, de forte amplitude (cambrées) provoque un entrainement des sables du haut de plage vers l'avant-plage. Le profil d'hiver correspond à un démaigrissement du haut de plage qui se creuse, en laissant apparaître des cordons de galets qui étaient enfouis sous le sable. Les matériaux enlevés à la haute plage et au pied de dune sont stockés au niveau du bas de plage et sur l'avant-plage où ils forment des bancs sableux. * **En été**, les houles constructives de beau temps, moins cambrées, vont remonter le sable depuis l'avant-plage et provoquer un engraissement du haut de plage. Le sable est généralement présent sur l'ensemble du profil de plage, y compris dans les parties les plus hautes où il recouvre les galets et vient alimenter le front dunaire.



Variations saisonnières des profils de plage



Démaigrissement de plage (Erquy)

Mise en place et croissance des dunes

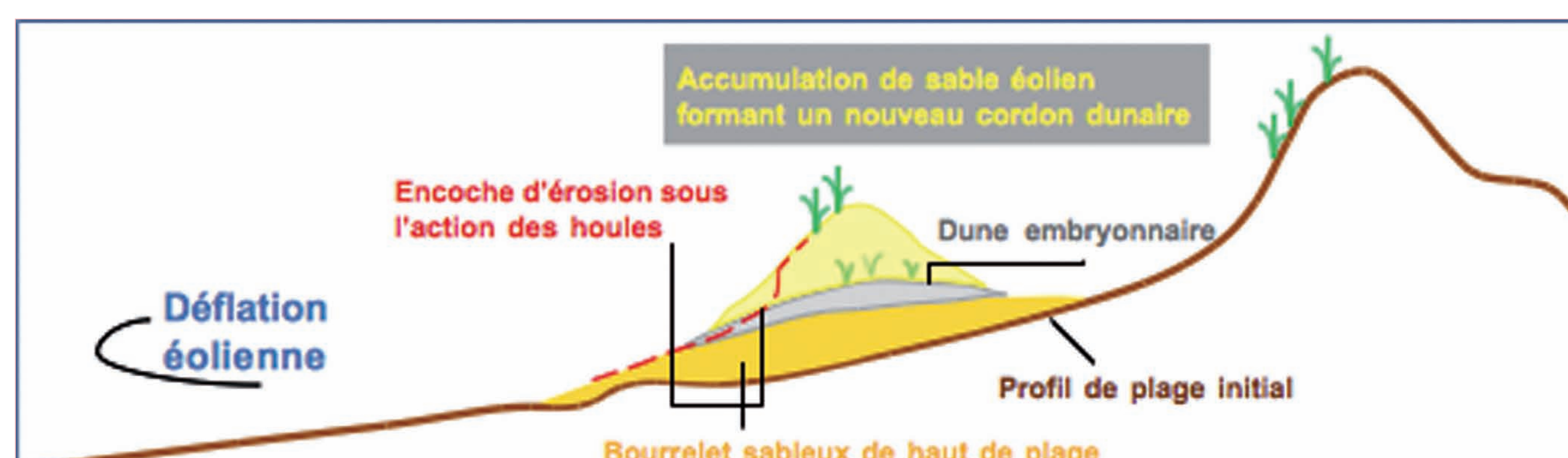
Lorsque le vent, chargé de sable, rencontre un obstacle comme un bourrelet sableux de haut de plage, sa vitesse et donc sa capacité de transport vont diminuer, provoquant la sédimentation d'une partie du sable transporté. Il se forme alors une dune embryonnaire qui va progressivement s'accroître pour former un cordon en avant de la dune ancienne. Cette dune embryonnaire peut être rapidement colonisée par de la végétation comme le Chiendent des sables. Dès que l'accroissement en hauteur de cette dune est suffisant pour soustraire ce bourrelet sableux aux invasions d'eau de mer, l'Oyat s'installe et continue le processus d'accumulation et de fixation du sable éolien. En cas de conjonction d'une tempête hivernale avec une pleine mer de vive-eau, le pied de la nouvelle dune peut être attaqué et son profil présente alors une encoche basale d'érosion qui remet en cause la pérennité du nouveau cordon dunaire.



Encoche basale d'érosion de la dune



Accumulation de sable éolien sur l'avant-dune



Mise en place et croissance des dunes

LE SITE DE SABLES D'OR LES PINS

Le site de Sables d'Or constitue le seul exemple de flèche littorale sableuse à pointe libre de la côte orientale de la baie de St Brieuc. Ce littoral coïncide avec un fossé d'effondrement limité par deux pointes rocheuses taillées dans les grès anciens de la formation d'Erquy-Fréhel. Un important massif dunaire récent (autour de 2500 BP) surmonte le cordon littoral qui isole une lagune côtière dans laquelle débouche le ruisseau de l'Islet. Plusieurs unités morpho-sédimentaires caractéristiques de la dynamique littorale sont ici représentées.



Les herbiers de zostères

Les zostères sont des plantes à fleurs sous-marines qui forment des prairies dans les parties basses des estrans de part et d'autre du zéro hydrographique. Ces herbiers, constituent des milieux à forte productivité qui favorise le développement de nombreuses espèces animales. Les herbiers de zostères sont donc d'un grand intérêt écologique mais restent vulnérables aux perturbations extérieures.



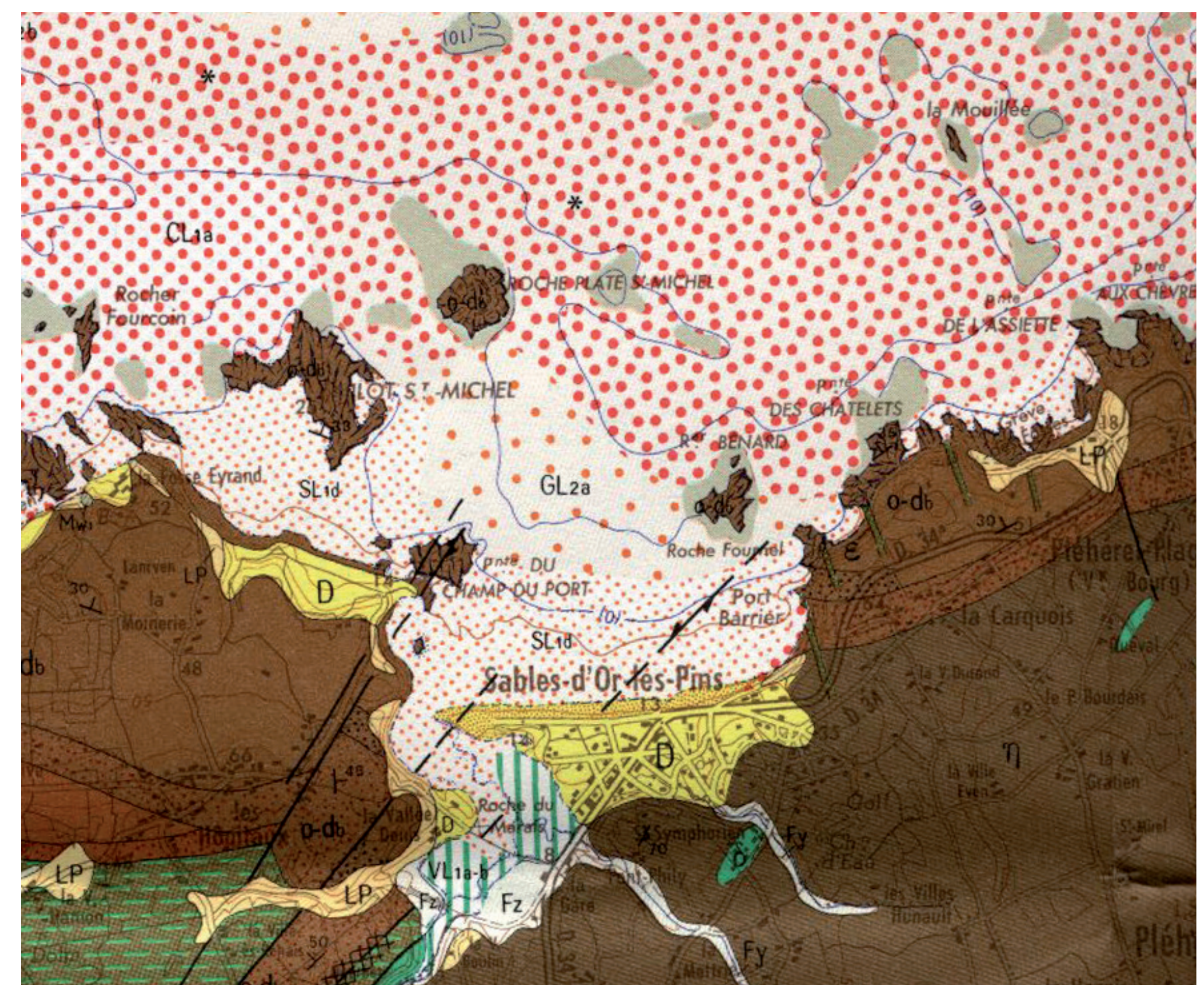
Le delta de flot

Les courants de marée sont renforcés dans la passe d'entrée dans la lagune. Ils transportent de grandes quantités de sable depuis la mer vers l'intérieur de la lagune où ils se déposent pour former le delta de flot, constitué de sables grossiers modelés en grandes rides. La taille des sables et l'amplitude des rides diminuent progressivement vers les secteurs les plus internes de la lagune en liaison directe avec l'atténuation des courants.

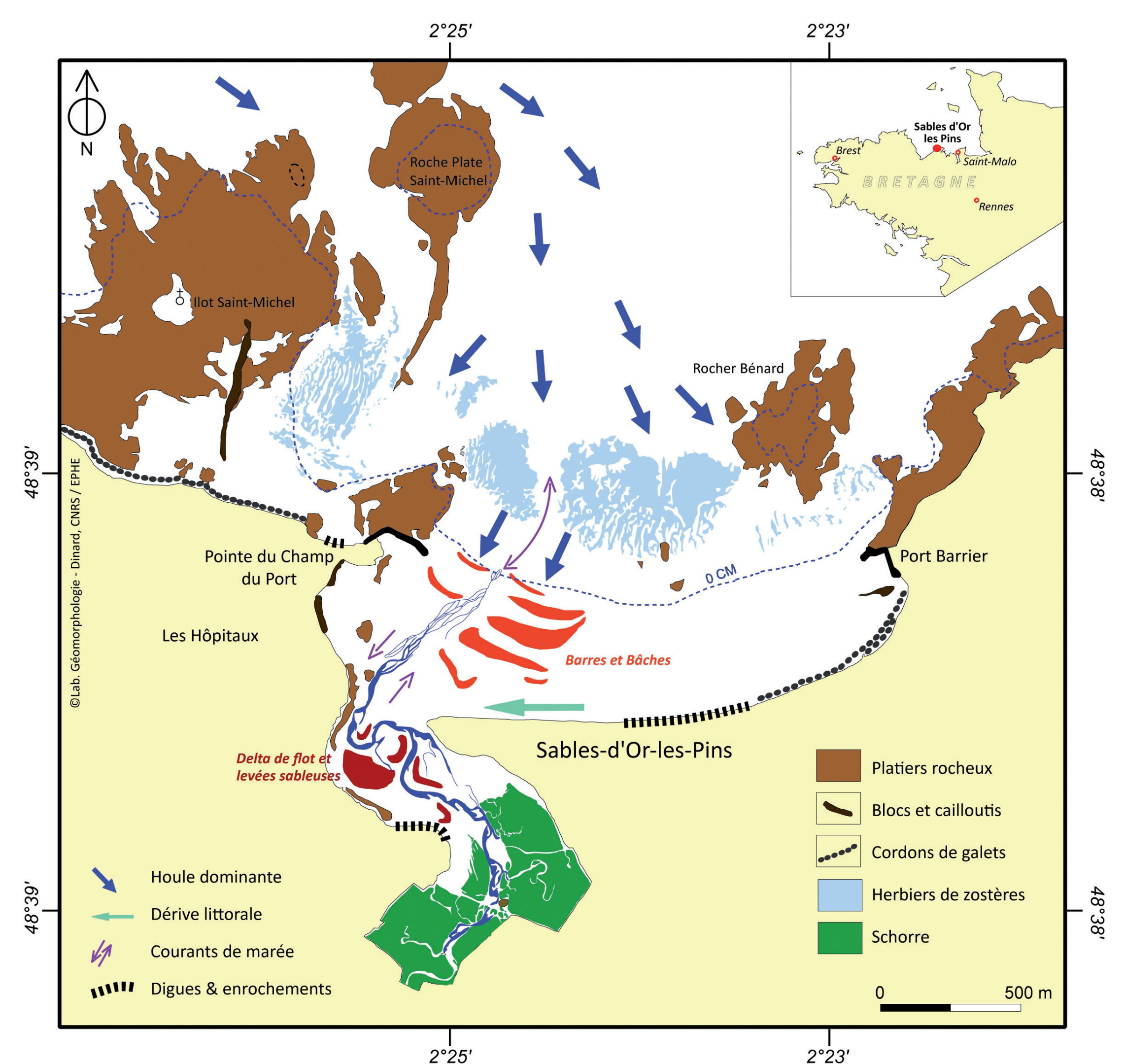


Le schorre

Ionisé par la végétation halophile. Les différentes espèces végétales du schorre s'étagent selon leur tolérance au sel et donc à la durée de submersion. Les espèces les plus tolérantes à la submersion (Spartine & Salicorne) colonisent les secteurs les plus bas et sont remplacés progressivement vers le haut schorre par des espèces supportant moins bien le sel (Obione, Aster, Chiendent).



Extrait de la carte géologique du BRGM. Feuille de Saint-Cast au 1/50 000



Carte morpho-sédimentaire du littoral de Sables d'Or

Le système de barres et de bâches et la flèche sableuse

Dans la partie occidentale, la basse et moyenne plage présente un système de grandes rides péri-littorales, orientées perpendiculairement aux houles diffractées. Ces rides forment une succession de barres (en relief) et de bâches (creux entre les rides) remontant vers l'extrémité de la flèche littorale.

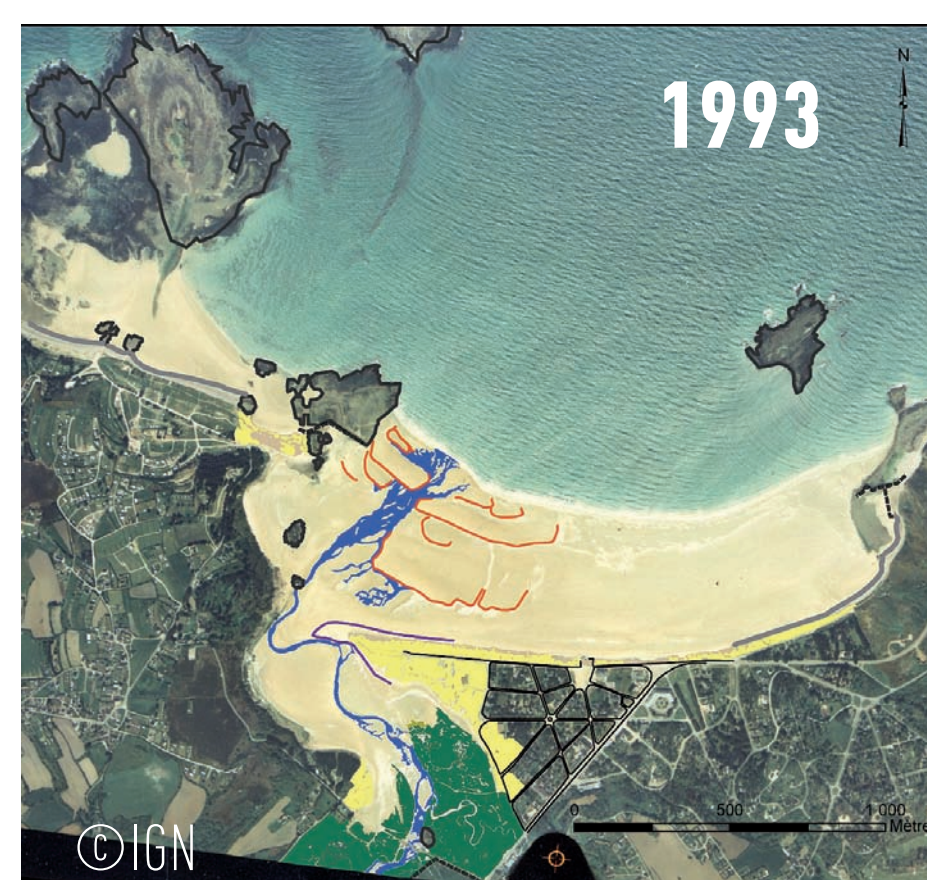
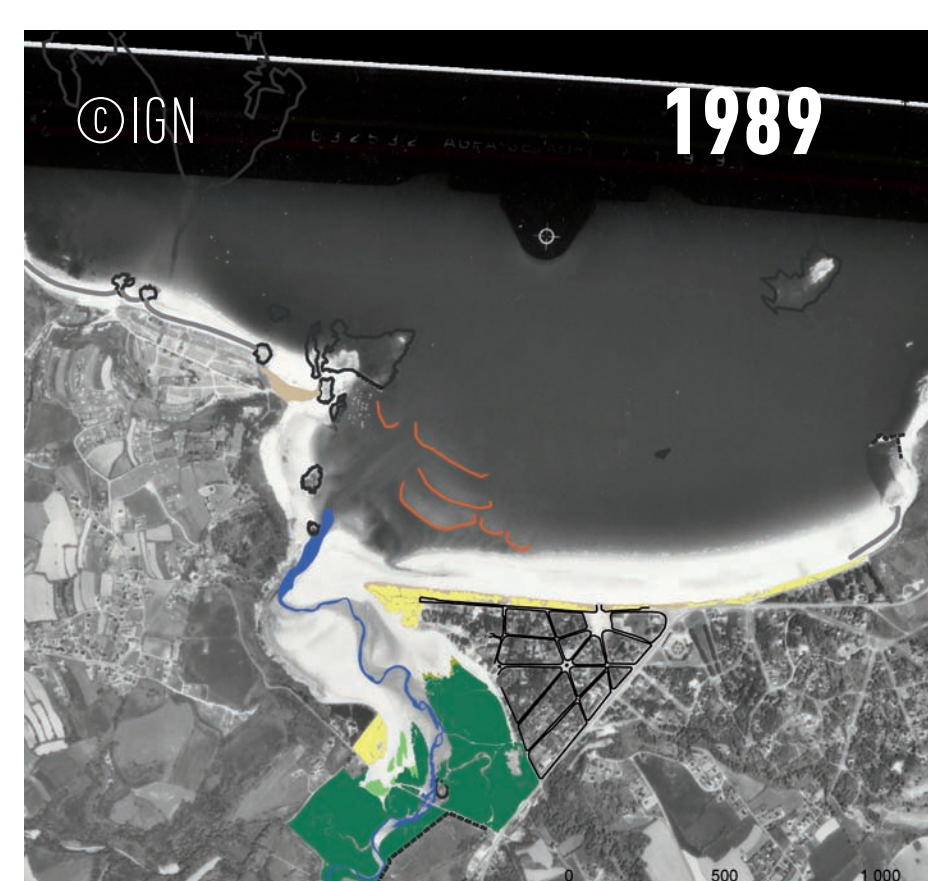
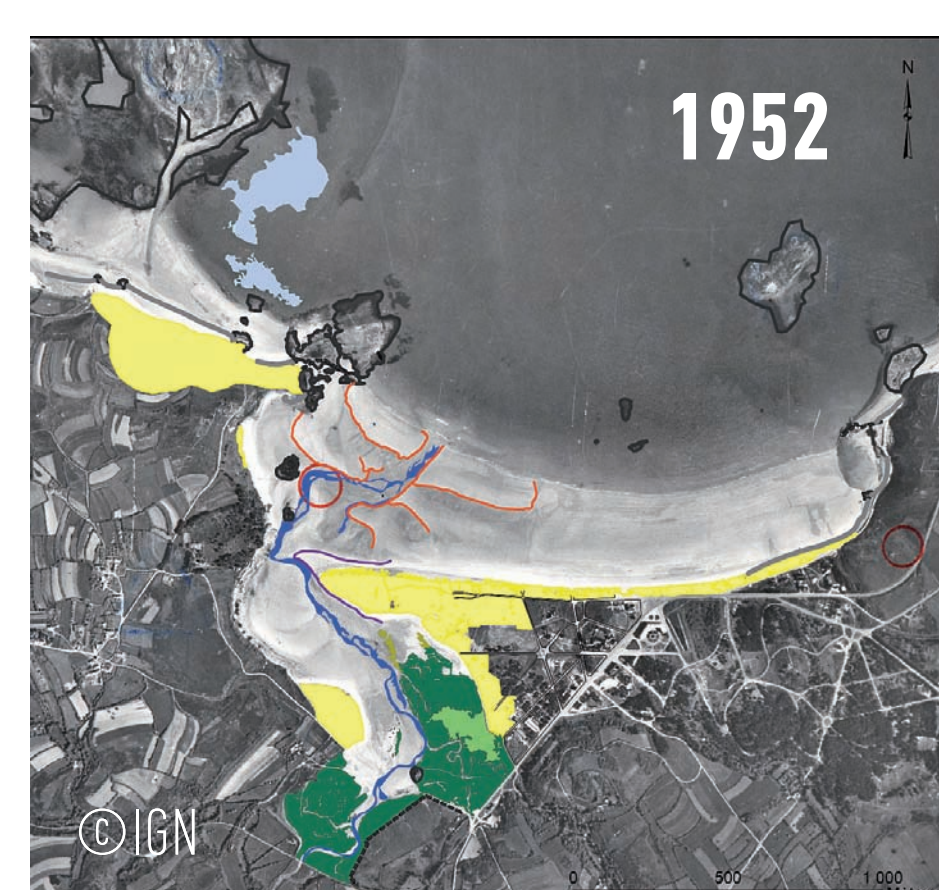
La flèche sableuse mise en place et alimentée par la dérive littorale engendrée par les houles s'étend sur une longueur de près de 2 km, depuis sa racine à l'Est jusqu'à son extrémité à pointe libre à l'Ouest. Les pleines mers de grande vive-eau atteignent le pied du massif dunaire qui surmonte la flèche littorale.



EVOLUTION DU LITTORAL DE SABLES D'OR LES PINS

En 1771, les Ingénieurs Géographes du Roi ont pour mission : «de dresser la carte topographique des côtes de France... depuis le Mont Saint-Michel jusqu'à l'île de Noirmoutier, en représentant la frange littorale sur une largeur d'environ trois lieues ». La précision des levés et la qualité de représentation de tous les éléments du paysage feront de cette carte une référence pour toutes les côtes bretonnes.

Levée en 1774, la carte de Sables d'Or les Pins montre une flèche dunaire bien développée et végétalisée qui protège en arrière d'elle « un marais qui couvre dans les grandes marées ».



- Dune naturelle
- Dune aménagée ou érodée
- Schorre
- Herbier de zostères
- Cordon de galets
- Barres sableuses

L'évolution du littoral peut être étudiée précisément à partir des chroniques de photographies aériennes. Chaque cliché a été rectifié géométriquement et géoréférencé pour toutes les missions entre 1952 et 2002. La cartographie des principales unités morpho-sédimentaires, réalisée sous Système d'Information Géographique (SIG), permet de quantifier les processus érosion/sédimentation de ce littoral.

La nature et les vitesses d'évolution sont différentes selon les unités morpho-sédimentaires : A l'intérieur de la lagune, la surface du schorre a relativement peu évolué. En revanche, la dynamique d'évolution est active sur la plage externe et au niveau de la flèche littorale.

Les massifs dunaires qui étaient naturellement végétalisés dans les années 1950 ont subi d'importantes modifications soit par érosion du front dunaire actuel sous l'action des houles, soit par aménagement de l'intérieur des dunes anciennes, soit encore par érosion du flanc interne par les divagations du chenal dans la lagune.

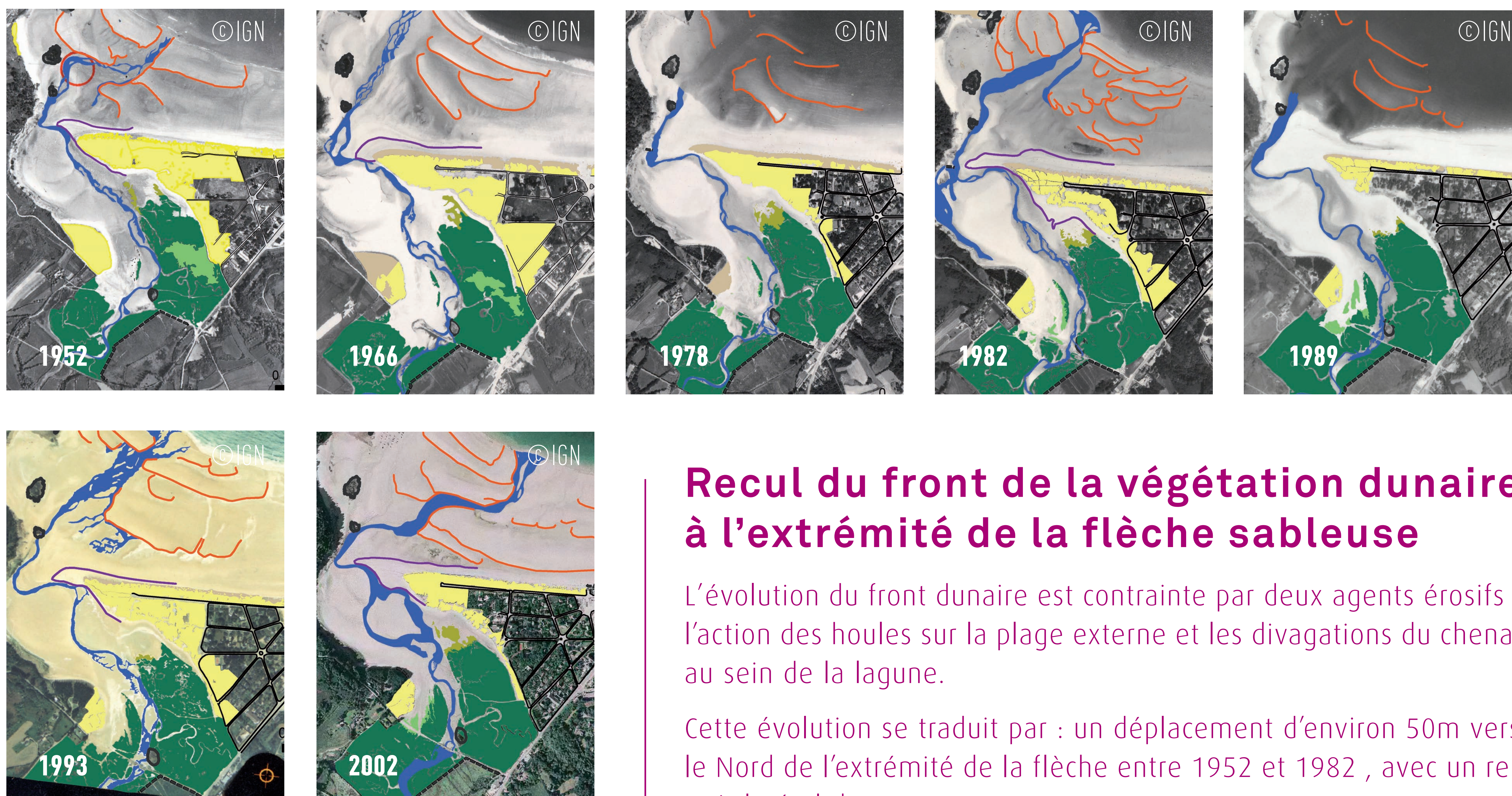
La stabilité de l'extrémité de la flèche littorale est fortement contrainte par la dynamique des systèmes de barres sableuses et de bâches de la plage.



EVOLUTION SCHORRE ET EXTRÉMITÉ

Evolution de l'extrémité de la flèche sableuse

La dynamique de l'extrémité de la flèche littorale est très active en raison du renforcement des courants de marée au niveau de la passe d'entrée dans la lagune. L'évolution de 1952 à 2002 montre les inter-relations entre les systèmes de barres et bâches de la plage, la pointe de la flèche littorale et les divagations du chenal.

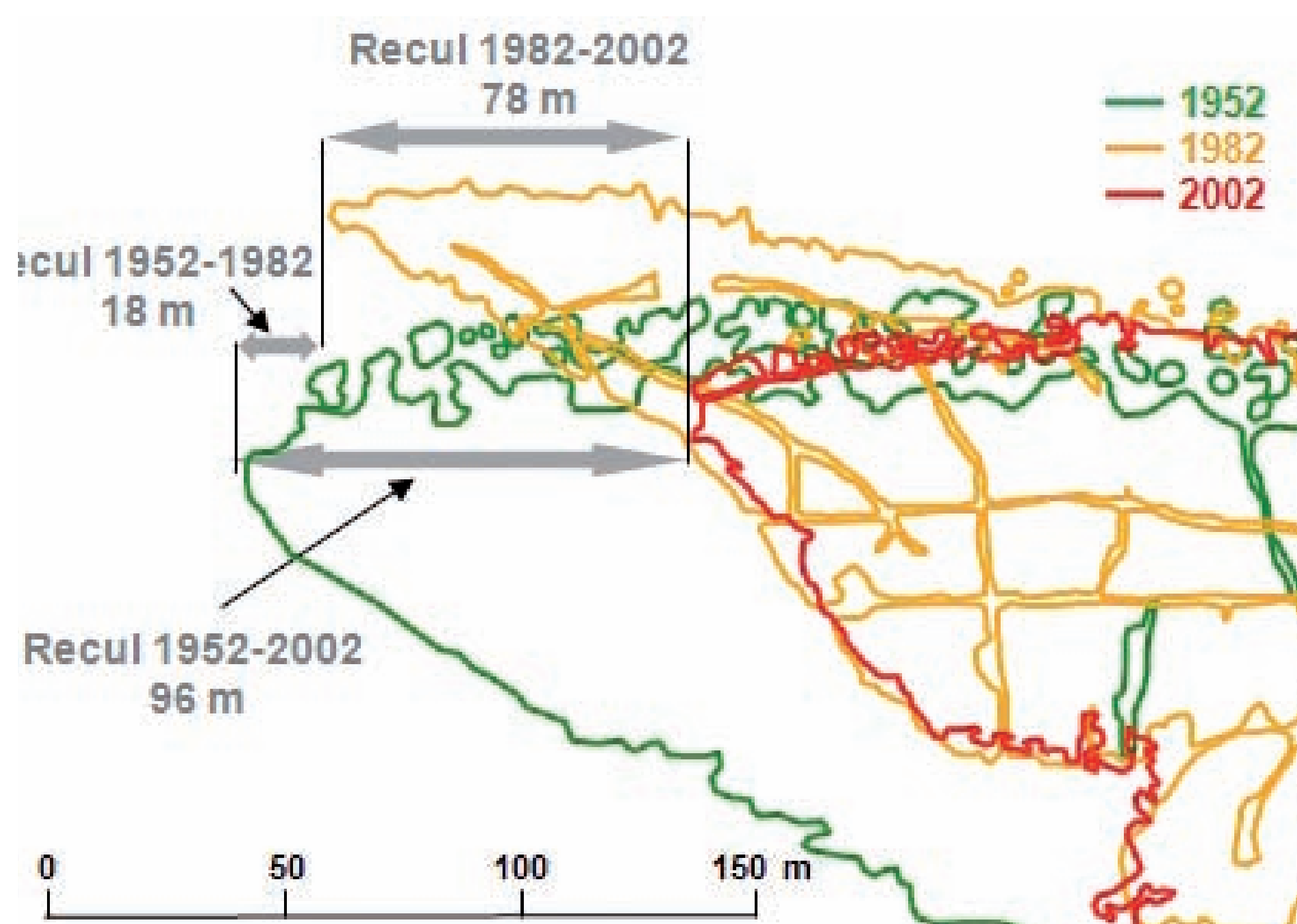


Recul du front de la végétation dunaire à l'extrémité de la flèche sableuse

L'évolution du front dunaire est contrainte par deux agents érosifs : l'action des houles sur la plage externe et les divagations du chenal au sein de la lagune.

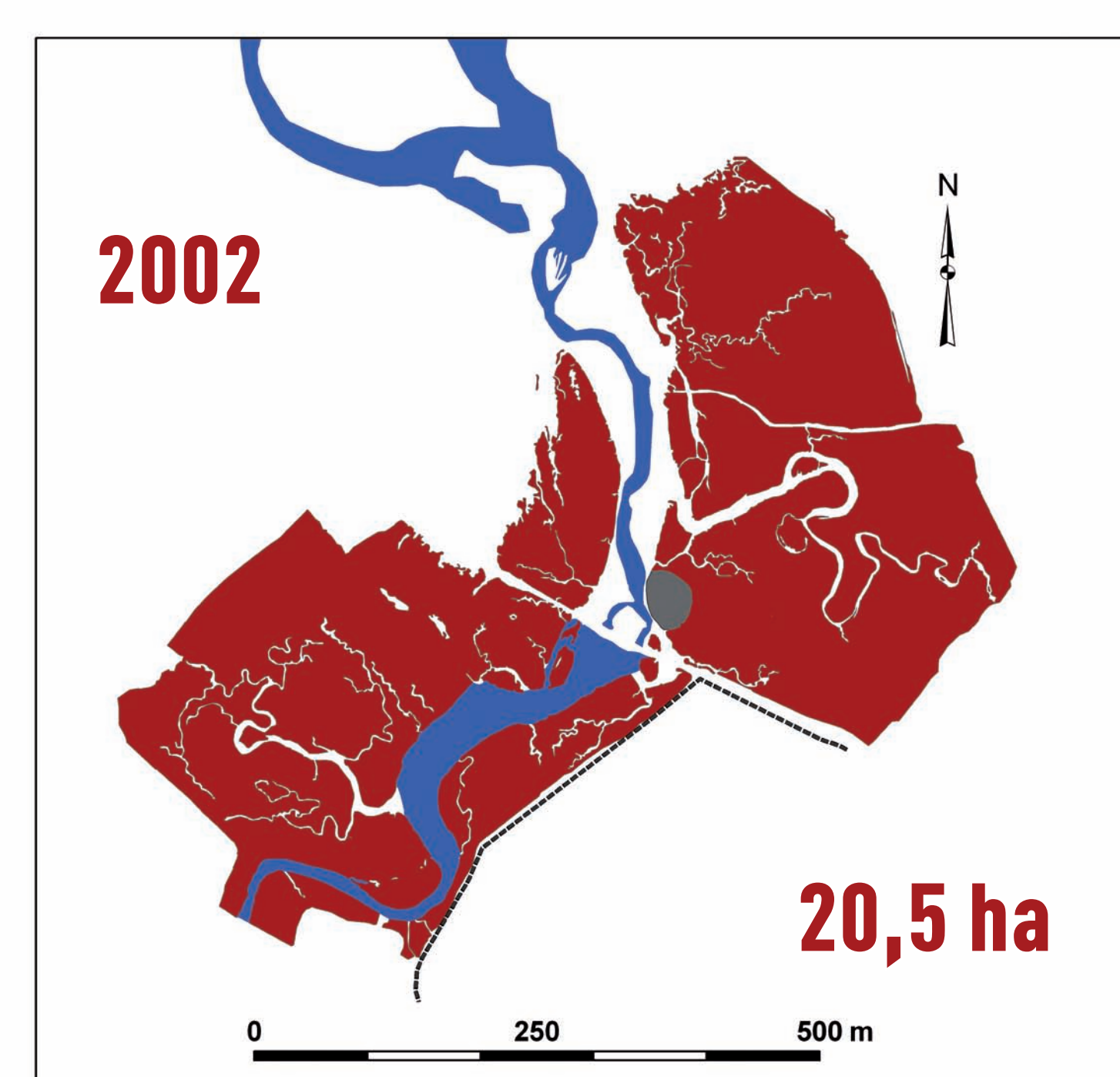
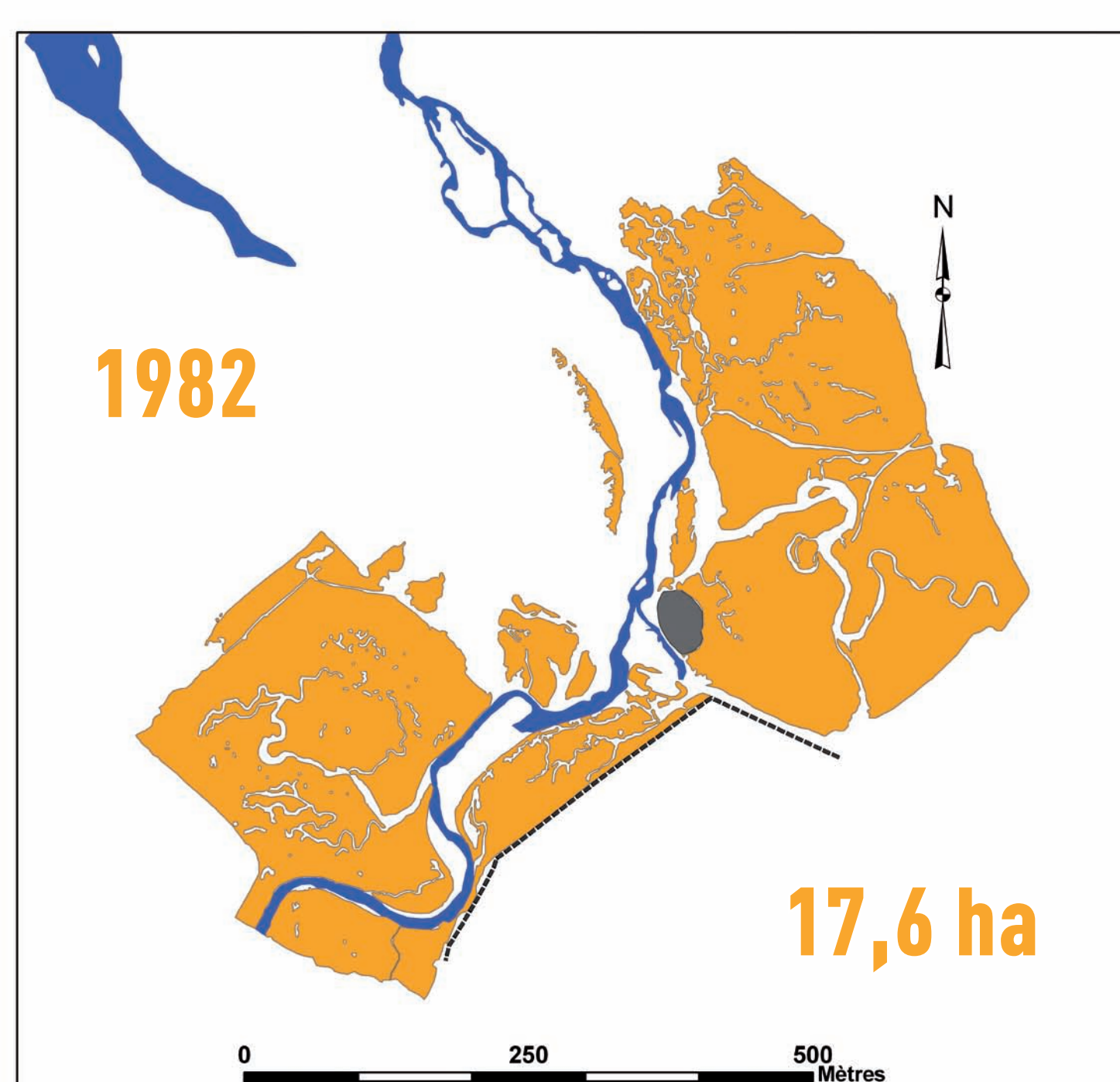
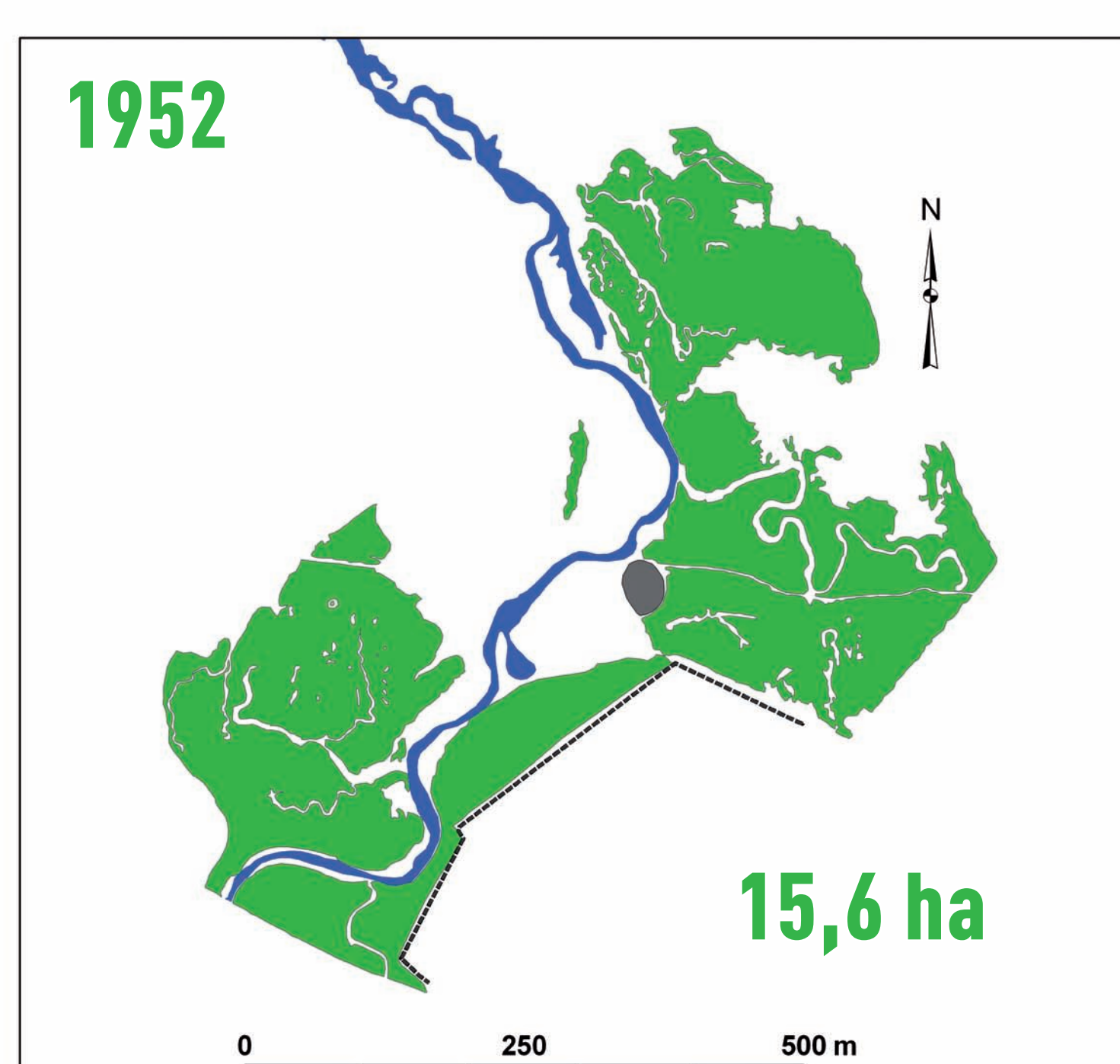
Cette évolution se traduit par : un déplacement d'environ 50m vers le Nord de l'extrémité de la flèche entre 1952 et 1982, avec un retrait latéral de 18m.

Entre 1982 et 2002, un déplacement de même ordre en sens inverse vers le Sud, mais avec une érosion très importante de 78m vers l'Est. La sensibilité du massif dunaire à l'érosion est forte, la totalité de son recul approchant les 100m en 50 ans.



Evolution du schorre

Le schorre de la lagune de Sables d'Or présente une évolution relativement lente. Il a progressé de 5 ha en 50 ans. Son développement ne s'effectue pas par une progression de sa bordure côté mer mais par une colonisation végétale plus continue de sa surface interne. La progression de sa bordure Nord est freinée par l'envahissement des sables du delta de flot. Entre 1952 et 1982, la partie Est du schorre s'est développée sur 2 ha. Entre 1982 et 2002, c'est la partie Ouest qui a gagné 3 ha.



DIEGO STOCCO, LA MUSIQUE DU SABLE

Diego Stocco est un artiste Californien né en Italie en 1976. Il crée des expériences musicales très dynamiques et innovantes. Sa musique utilise des sons créés spécialement pour chaque projet avec des instruments fabriqués à la main. Ses procédés innovants lui permettent de produire des morceaux très variés aux sons jamais entendus auparavant. Pour Diego, le moindre bruit du quotidien a le potentiel d'un son expressif...

En utilisant une machine à écrire, des vêtements, un arbre ou le sable, il réussit à créer un univers musical totalement original. Il travaille avec le cinéma et les producteurs de jeux vidéo en produisant des « textures » nécessaires à la narration.



La musique du sable est présentée ici, à l'occasion de l'exposition « Le Littoral : nature, origine évolution » avec l'aimable autorisation de l'artiste. Pour plus de renseignements : www.diegostocco.com
Ce morceau a été réalisé uniquement avec des sons de sables et de bord de mer, écoutez le littoral...
L'enregistrement par quelque moyen que ce soit et la diffusion du fichier musical et vidéo sur des sites de partage (tels Youtube, Dailymotion, Veoh...) sont strictement interdits. Le fichier musical est en vente sur le site www.diegostocco.com

REMERCIEMENTS



EXPOSITIONS :

Chantal Bonnot-Courtois

(CNRS UMR Prodig, Laboratoire de Géomorphologie et environnement littoral de Dinard)

Corinne Feïss-Jehel

(Ecole Pratique des Hautes Etudes, Laboratoire de Géomorphologie et environnement littoral de Dinard)

Charles LeCoeur

(Université de Paris I, Laboratoire de Géographie physique, Meudon)

CAREN Rennes 1

SGMB

Clémentine Pladys

Gilles Bourré

Michel Le Quément

Jean Yves Chatellier

Michel Pinault

Jean Charles Blouin

Isabelle Lacreuse

 (Club Epave, St Brieuc)

Larissa Miyuki Yoshihara

Diego Stocco

Yoshie Araki

Maripol et Jean Paul Graffard

Line Chester

Tous les bénévoles qui ont participé à la réalisation et au montage des expositions du Géofestival®

Commune d’Erquy dont Christiane Lemasson-Guervilly, Christiane Guesnet, Anthony Kerichard, Alban Sorette, Laurence Merdrignac et l’équipe de l’Office de Tourisme, l’équipe des Services Techniques .

Commune de Fréhel dont Michèle Moisan, Didier Cholet, M. Bosrepère, M. Berthau, Services Techniques de la ville de Fréhel, Office de tourisme

La ville de Pléneuf Val-André pour le prêt de matériel

La Commune de Plévenon dont Claudine Belliard, Alfred Richeux et l’équipe des services techniques de Plévenon.

La Commune de Plurien dont Jean Michel Logéat, Daniel Esnault, Alain Alory, Didier Letaconnoux, Employés Communaux de Plurien, Equipe de l’Office de Tourisme.

École primaire publique de Plurien, Mme Isabelle Gestin, les professeurs et les élèves

École primaire publique de Fréhel

Comité des fêtes d’Erquy et son président, M. Jean Pierre Guyot

Club de Patchwork de Plurien,

Association En avant Deux Cercle celtique de Fréhel

Association de randonnée de Plurien,

Viv’armor

Amicale laïque de Plurien,

Association le Chevalet de Plurien,

Syndicat des Caps

Espace des Sciences des Champs libres

