



Sable en mouvement



Pierre Mauriaud 24 novembre 2022

Sable en mouvement

- Son origine
- Son transport ou son dépôt des fleuves à la mer.
- Son dépôt ou son transport le long des côtes.
 - Le vent.
 - La houle.
 - Les tempêtes.
 - Les marées.
- La situation locale.



Grains de sable fin, vus au microscope. © Laetitia Theunis.



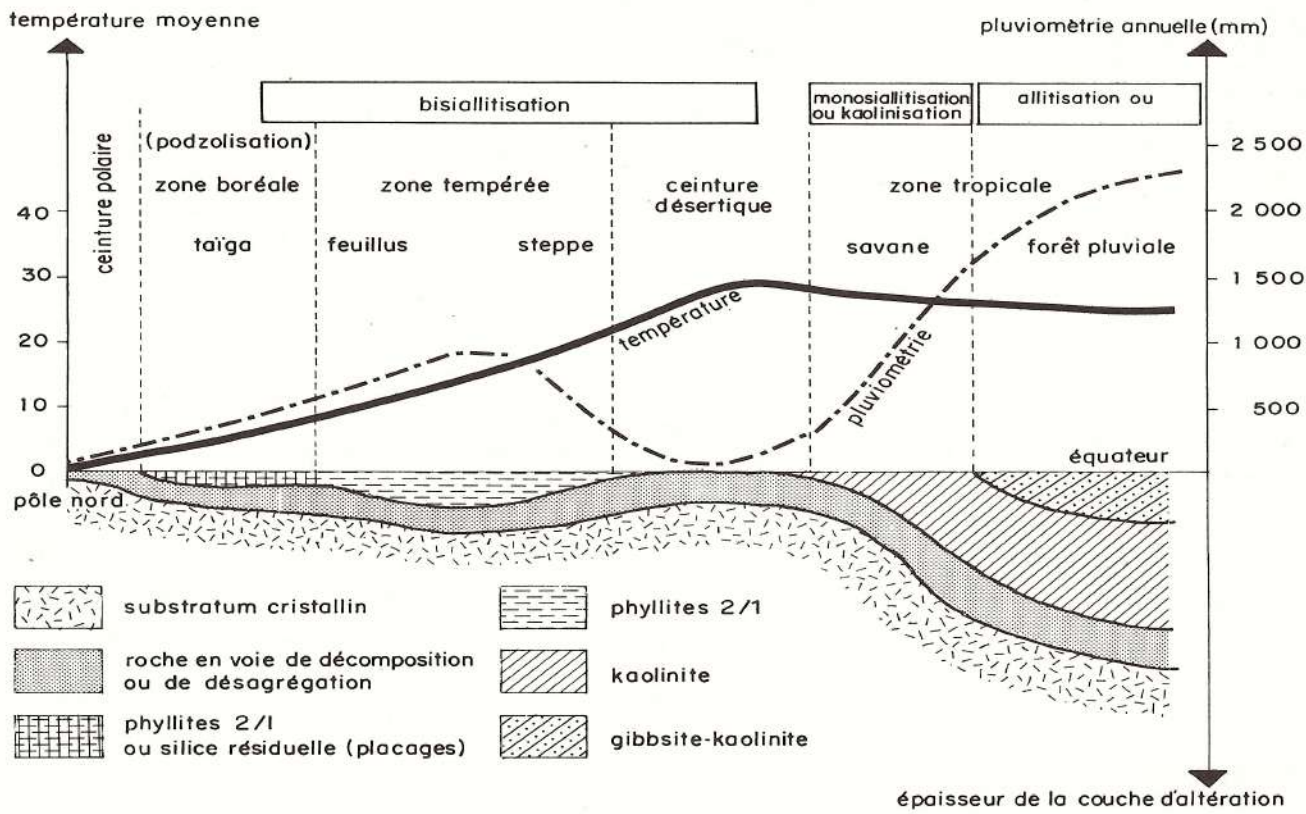
Le sable est une matière solide constituée de petits grains dont la dimension est comprise entre 0,063 mm (limon) et 2 mm (gravier).



Le sable peut être fait de minéraux ou de fragments divers.

Ici le sable est constitué des grains de quartz

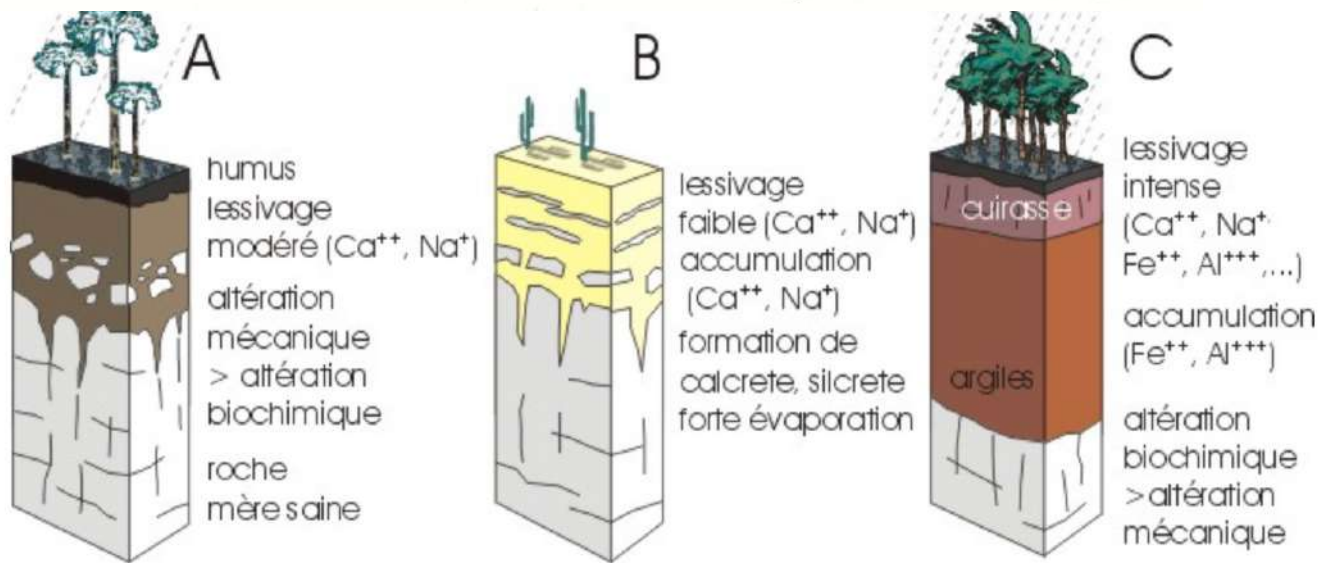


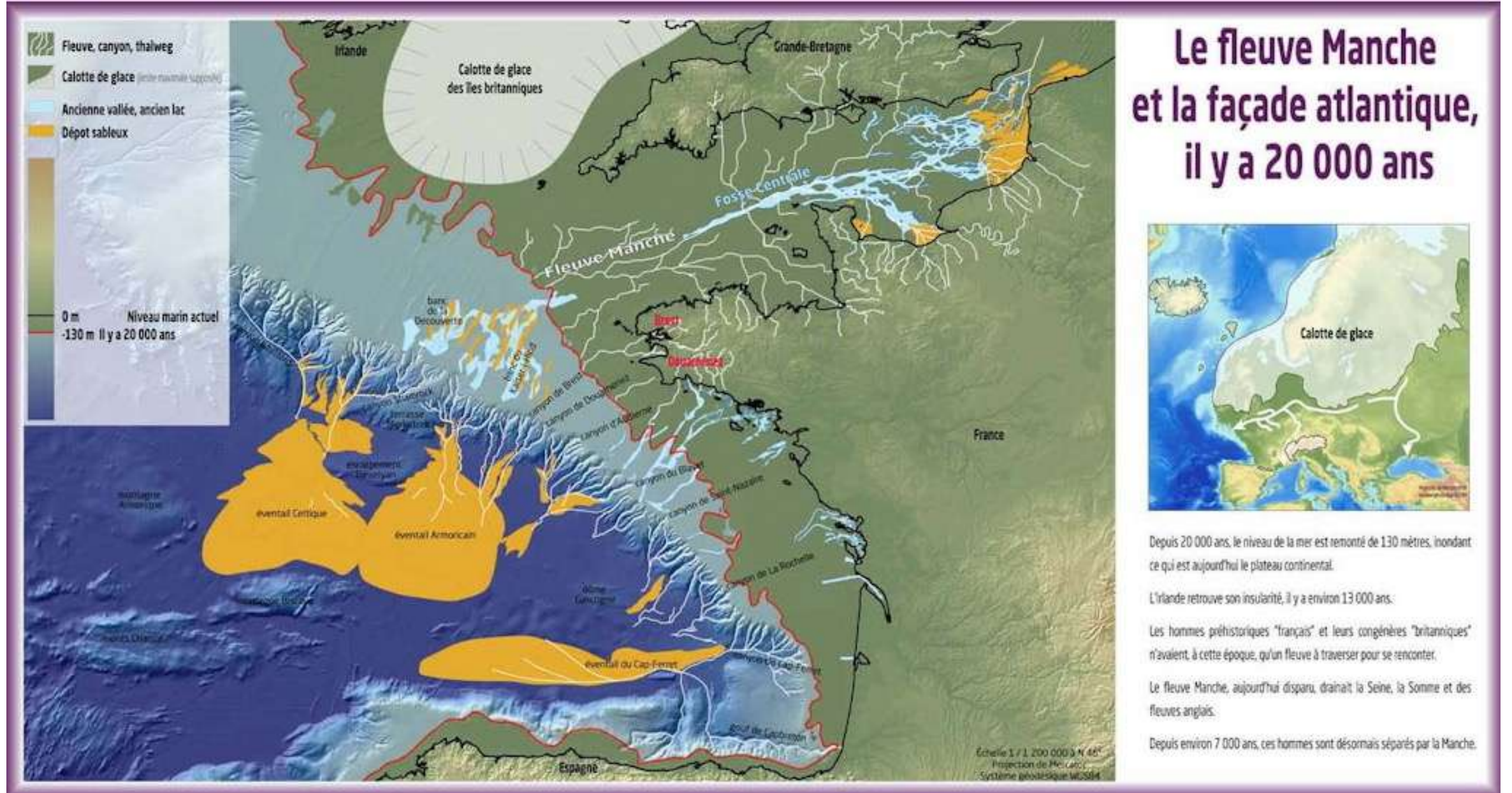


L'origine des grains de quartz par altération mécanique et/ou altération biochimique des roches cristallines



Photographie : Pierre Thomas





L'essentiel du sable dans notre région vient de l'érosion mécanique des glaciers . Nous sommes depuis 10 000 ans dans une période interglaciaire, donc une période durant laquelle la production de sable est faible.

Sable en mouvement

- *Son origine*
- **Son transport ou son dépôt, des fleuves à la mer.**

Erosion / Transport / Dépôt : un peu de physique, le diagramme de Hjulstrøm (1935)

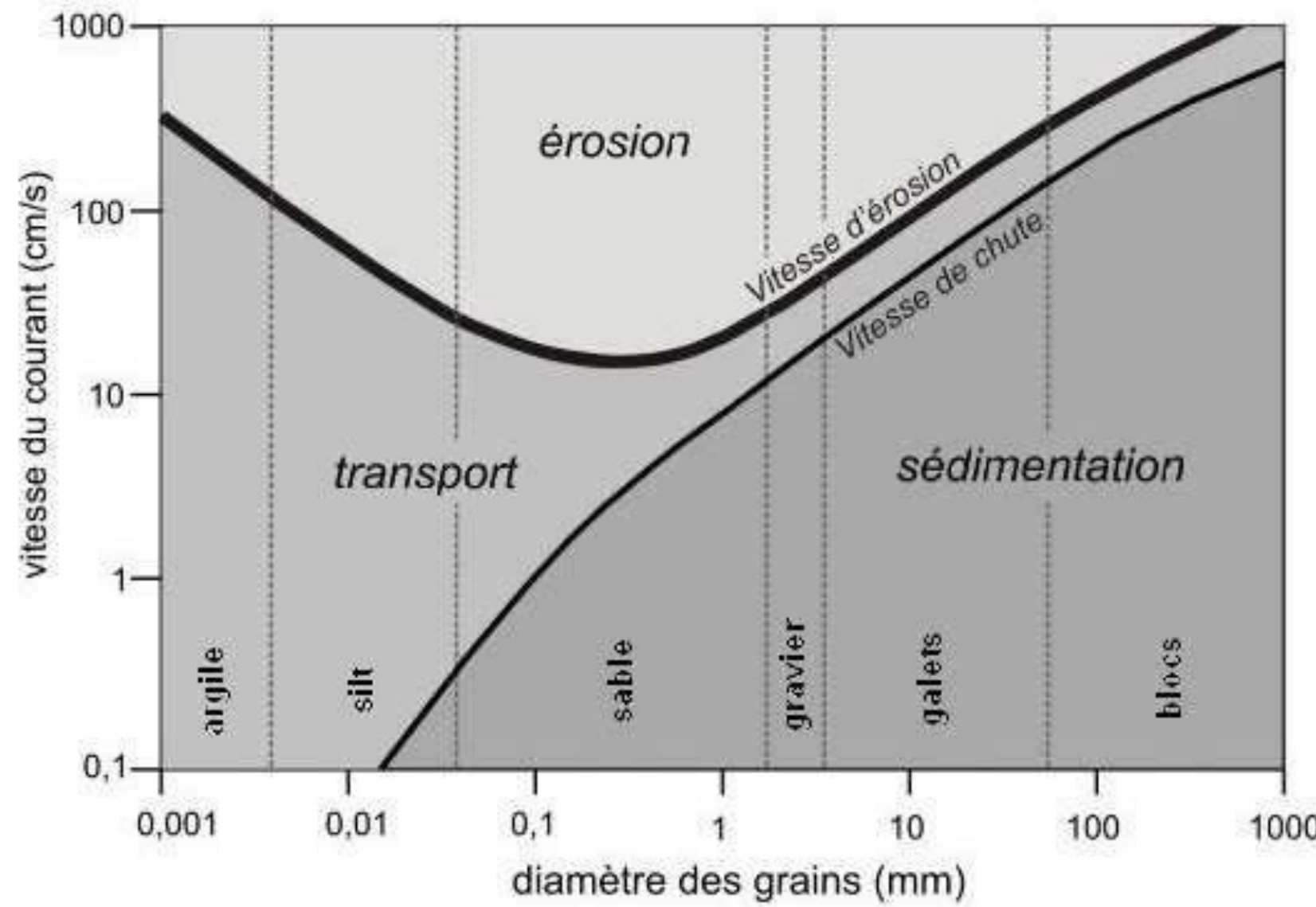
Notions de base:

Plus le grain est fin, plus il est transporté loin.

Une fois qu'un grain est déposé, il a besoin d'énergie supplémentaire pour être ré-érodé.

Conséquences pratiques :

Même une fine couche de boue (par exemple 1 mm), une fois déposée, est difficile à re-éroder.

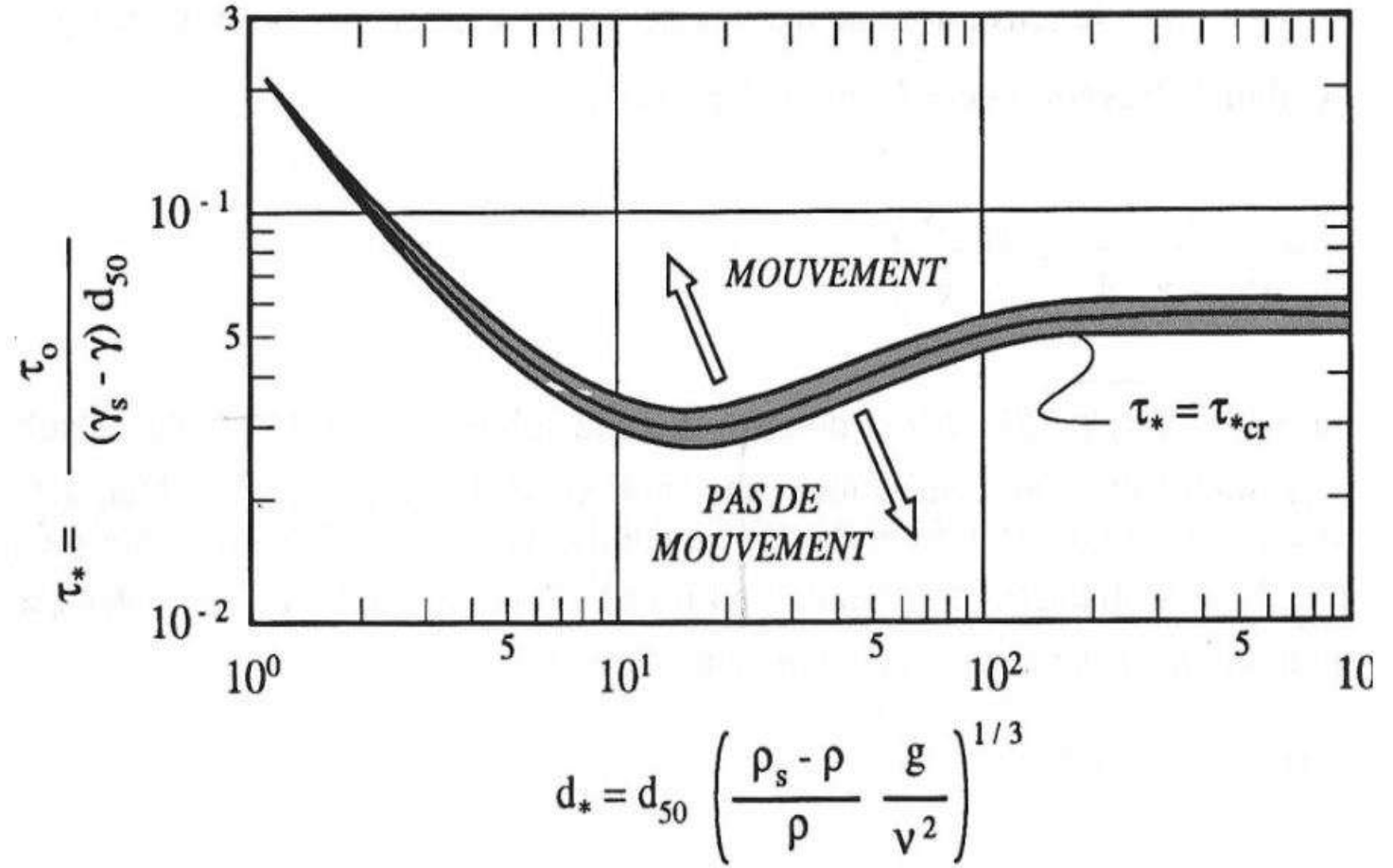


Un clin d'œil pour les puristes.

Le diagramme de Hjulstrøm ne montre pas que la sédimentation est causée par une *décélération* de l'écoulement et l'érosion par une *accélération* de l'écoulement.

Les travaux expérimentaux de Shields (1936) modifiée par Yalin (1977). Ce diagramme permet de calculer la valeur d'une tension adimensionnelle de frottement critique τ^* en fonction d'un diamètre adimensionnel de particule d_*

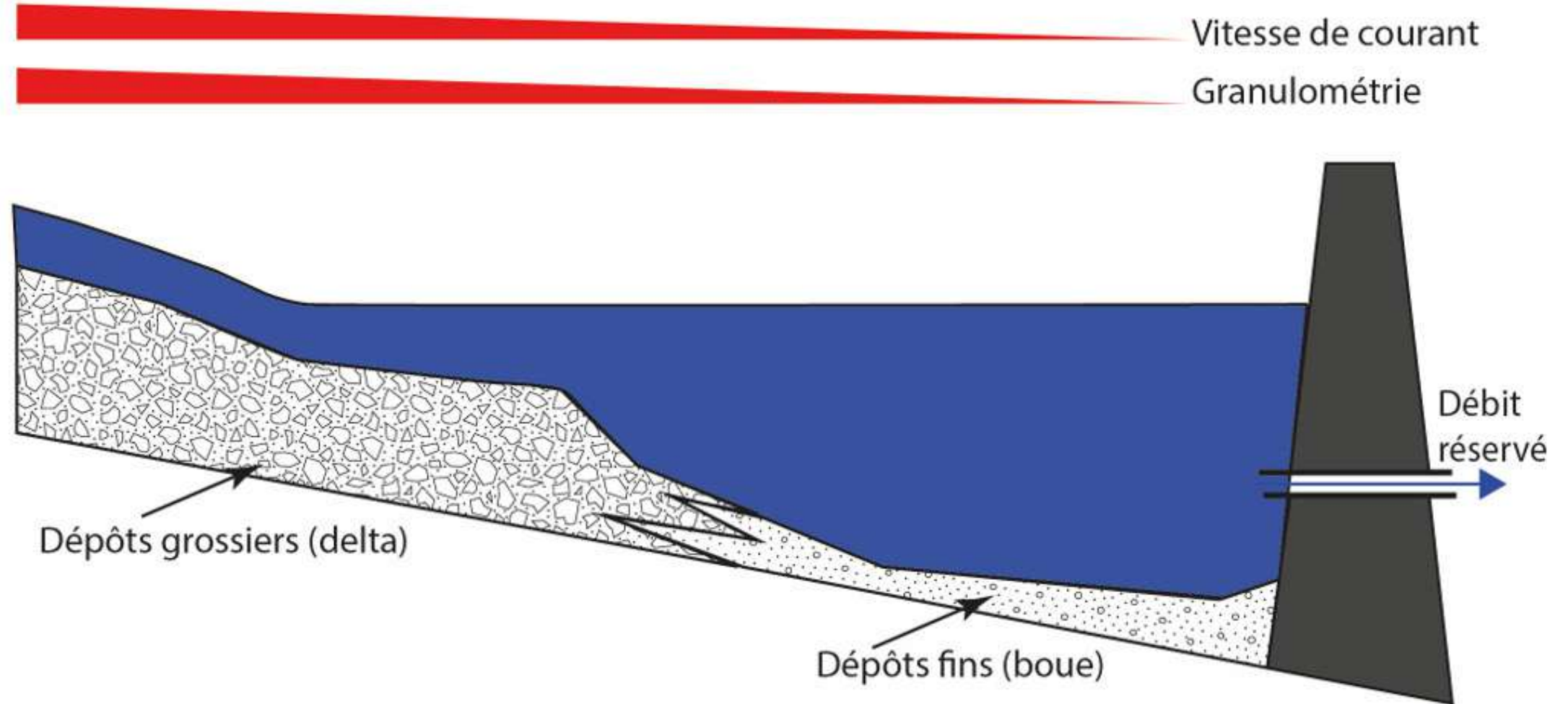
https://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0506/bei/bei_ere/7/html/b4/index.htm



ρ : masse volumique de l'eau (kg/m^3) ;
 ρ_s : masse volumique de la particule (kg/m^3) ;
 ν : viscosité cinématique de l'eau (m^2/s) ;
 R_h : rayon hydraulique de l'écoulement (m) ;
 d : diamètre de la particule (m) ;
 g : accélération de la pesanteur (m/s^2) ;
 J : Pente de la ligne d'énergie (m/m).

Aujourd'hui de moins en moins de sable arrive dans les mers pour plusieurs raisons.

Des barrages qui stockent une partie des alluvions.



la lutte contre l'érosion des berges.

Le sable reste stocké dans des berges stabilisées au lieu de continuer son transit vers la mer.



Bel exemple de gestion hasardeuse des berges et de l'effet des constructions dans un ancien méandre.
Erfstadt 2021

l'extraction du sable dans les gravières fluviales*.

Chaque année, la France consomme 450 millions de tonnes de granulats – sable et graviers – pour satisfaire ses besoins de construction.

- 200 millions de tonnes issues des carrières terrestres.
- 100 millions de tonnes issues les berges et anciens lits de rivières.
- le reste (150 millions) est issu du recyclage (déchets issus du secteur de la déconstruction notamment),
- **et de la mer, qui fournit actuellement 7 millions de tonnes de granulats par an .**

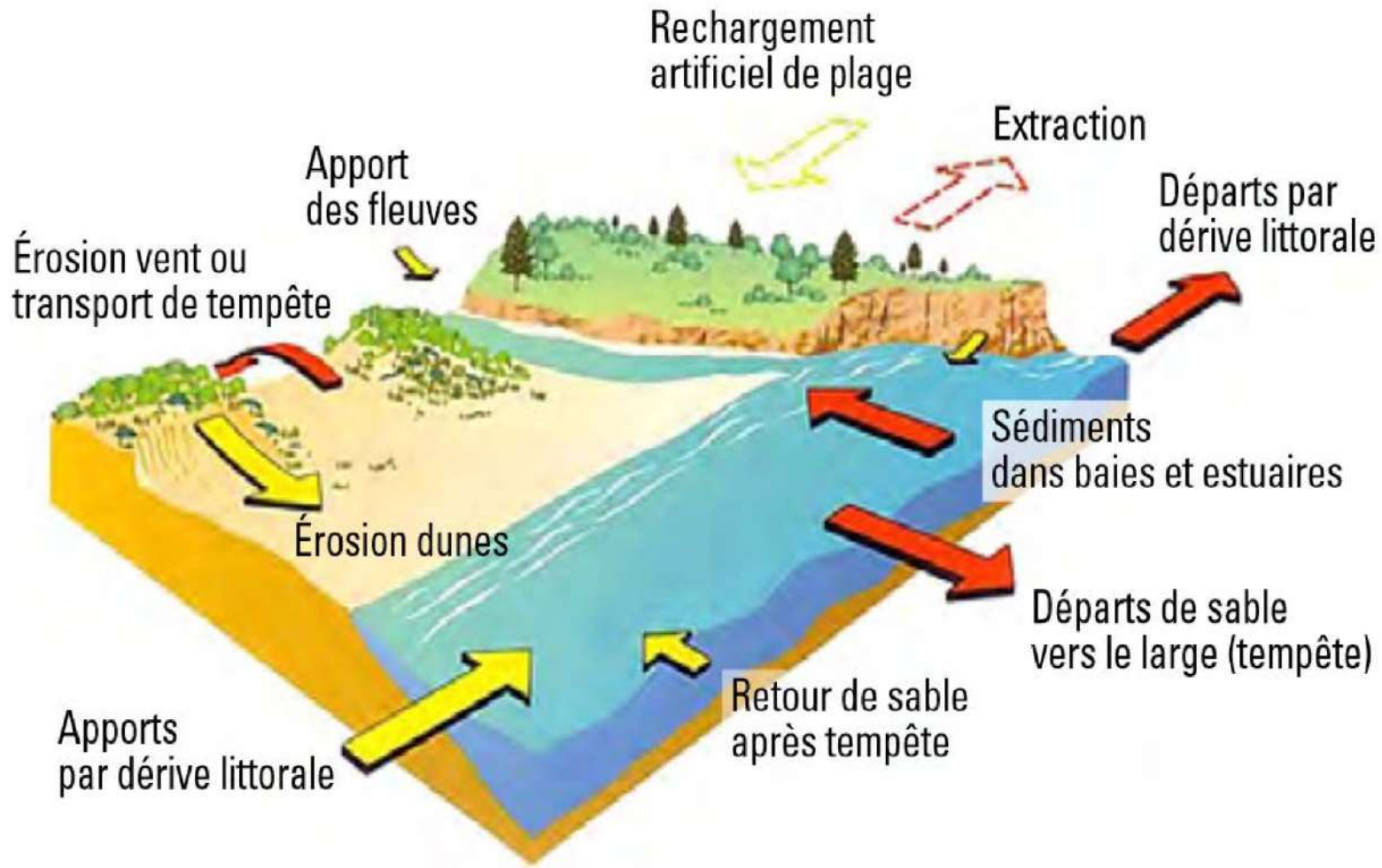


Sables alluvionnaires exploités à La Flèche

* l'extraction dans les lits mineurs sont interdites depuis 1979

Sable en mouvement

- *Son origine*
- *Son transport ou son dépôt des fleuves à la mer.*
- **Son dépôt puis son transport le long des côtes.**
 - **Le vent.**
 - **La houle.**
 - **les tempêtes.**
 - **Les marées.**



Une fois arrivé sur le littoral, ce qui reste du sable est redistribué :

- par le vent,
- par la houle,
- par les tempêtes,
- et par les marées.

Sorties de sédiments
Entrées de sédiments

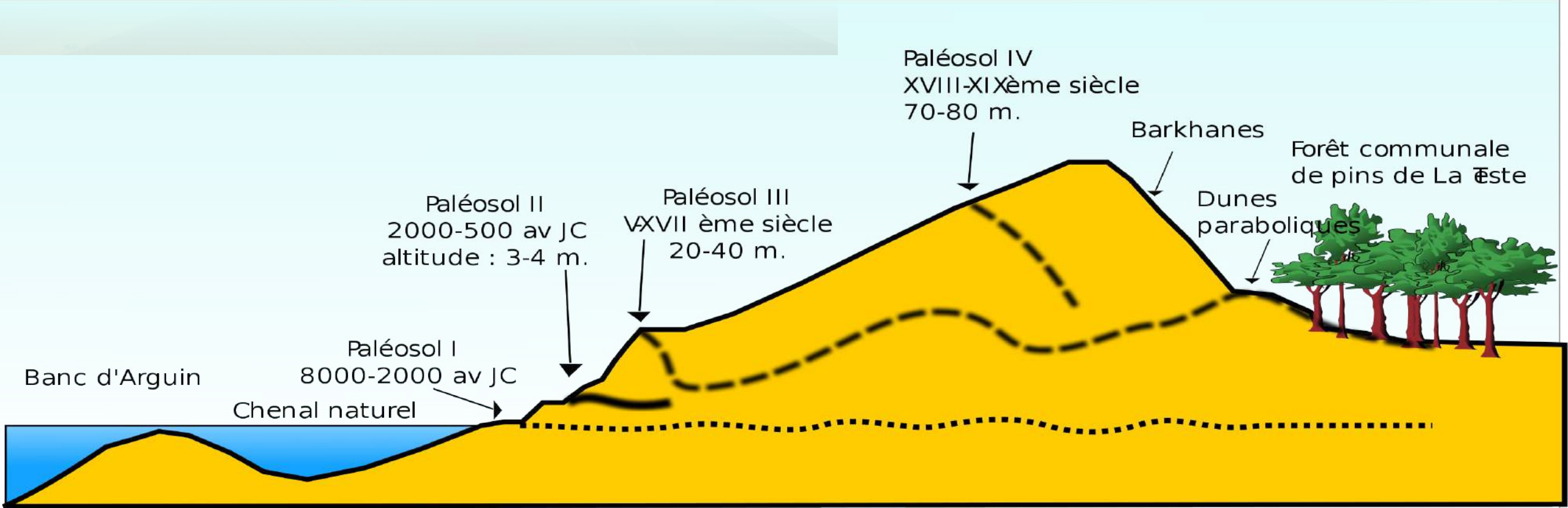
*Etablissement
du budget sédimentaire*

Redistribution des particules fines par le vent.

En moyenne chaque année, 182 millions de tonnes de poussière quittent le plus grand désert du monde, dont 27 millions de tonnes atterrissent dans le bassin amazonien. Des quantités qui varient d'une année à l'autre.



Redistribution du sable par le vent: les dunes et les haboobs.



Océan Atlantique

Le verdon
sur Mer

Lacanau Océan

Arcachon

Bayonne

Bordeaux

Aujourd'hui

Massif
central

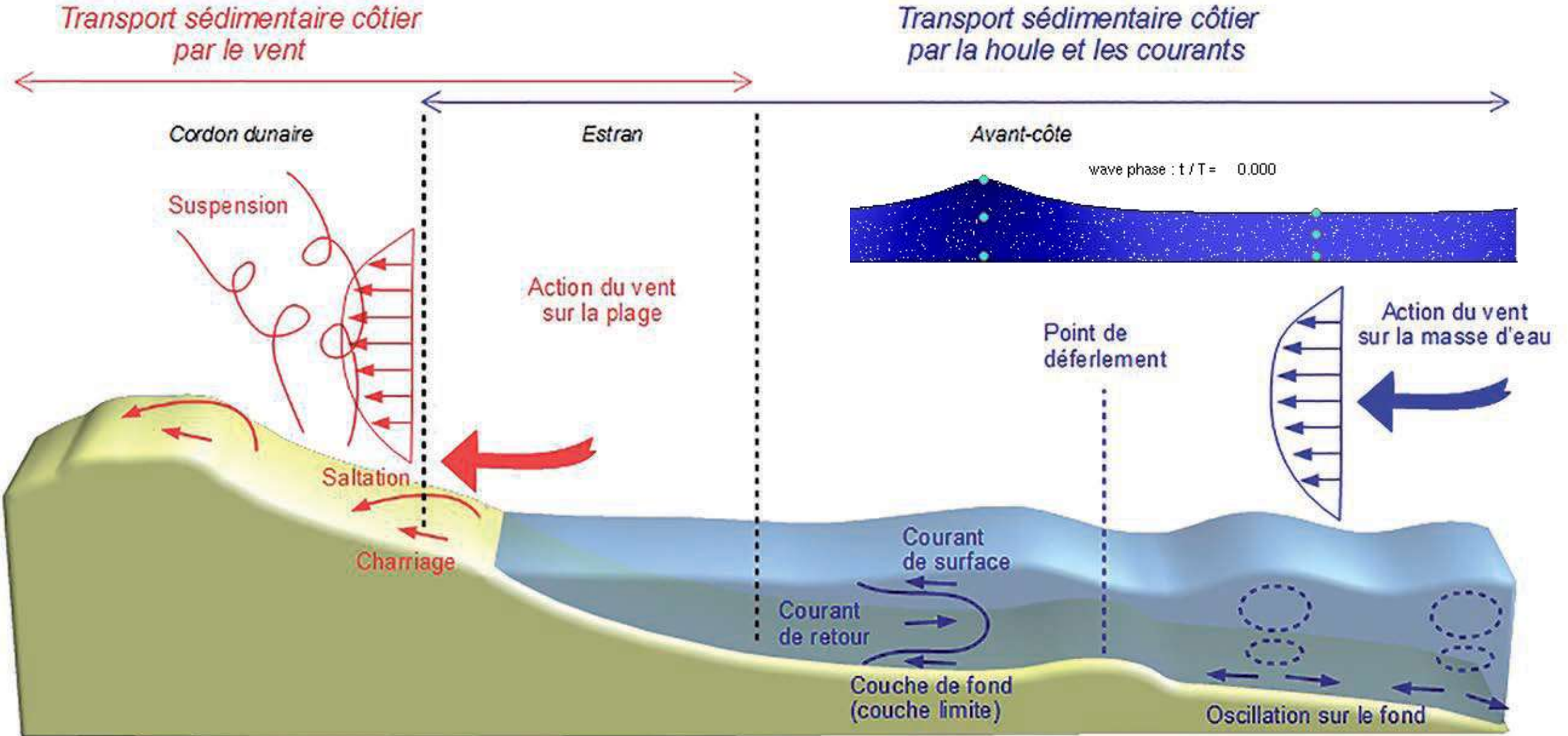
Pyrénées

-  Dunes primaires et surtout modernes
-  Sable des landes

Redistribution du sable par les vents et son importance régionale.

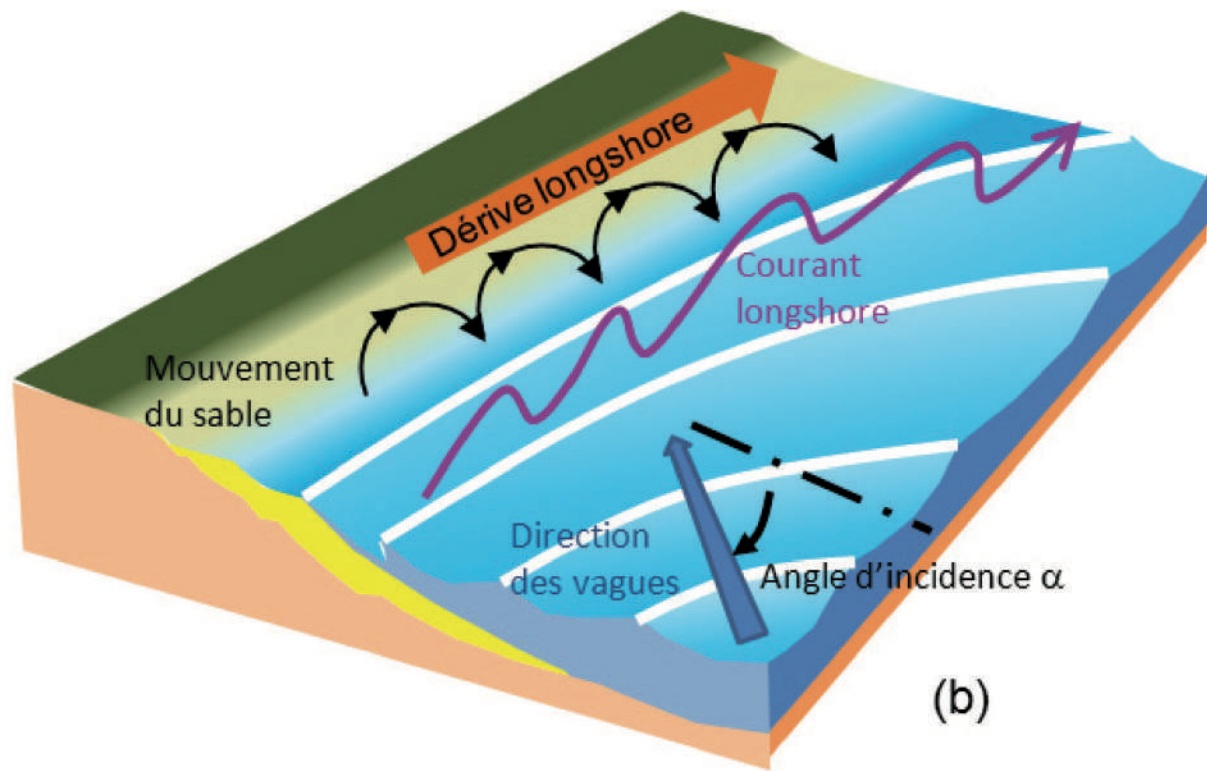
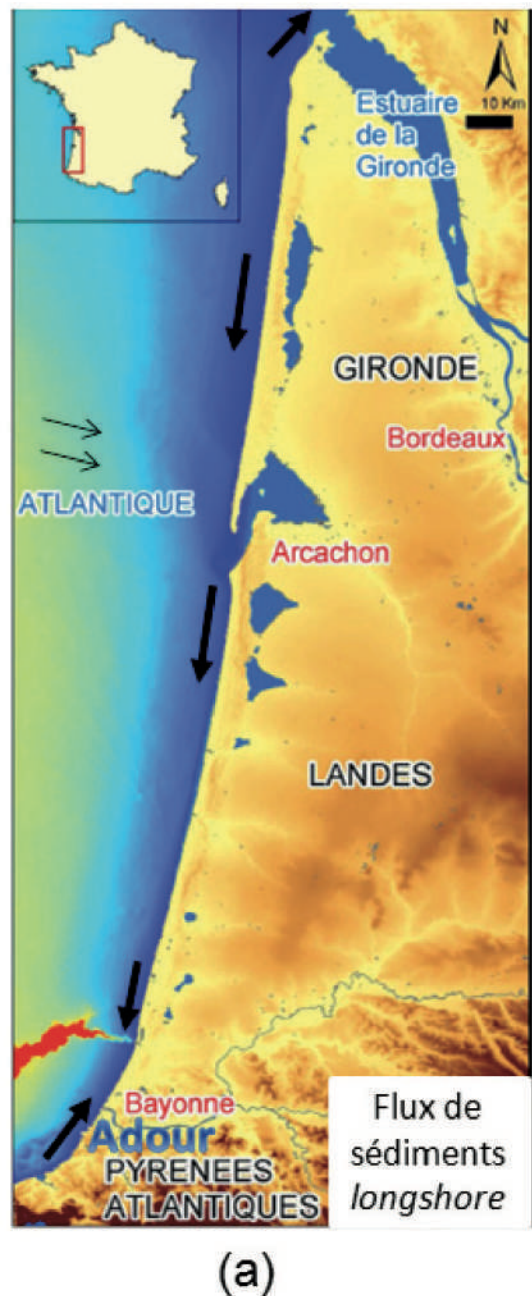
Le Sable des Landes est l'exemple le plus typique et le plus vaste des corps sableux éoliens mis en place en Europe occidentale lors des phases arides et froides du Pléistocène supérieur.

Déplacement des sédiments par la houle.

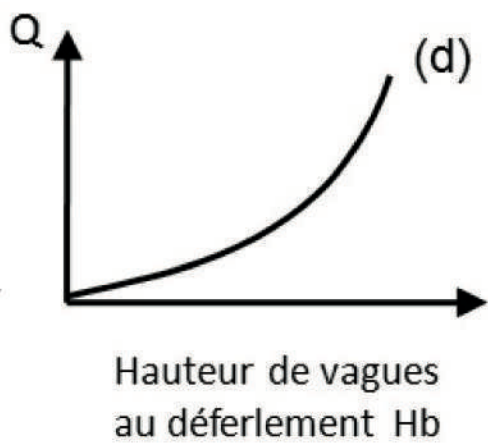
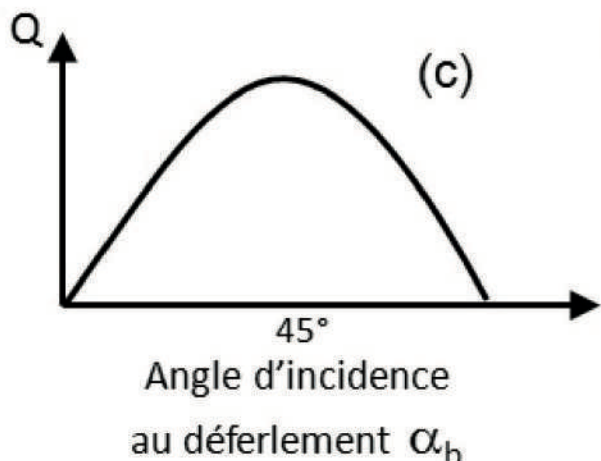


Source : R. Perrot/ONF d'après Deniaud/Cerema.

Déplacement des sédiments par la dérive littorale, le phénomène majeur.



Il est estimé que 600 000 m³ de sable sont transportés par an sur la côte landaise



source : impact du changement climatique sur les vagues et la dérive littorale le long du littoral aquitain. in La Houille Blanche · December 2012

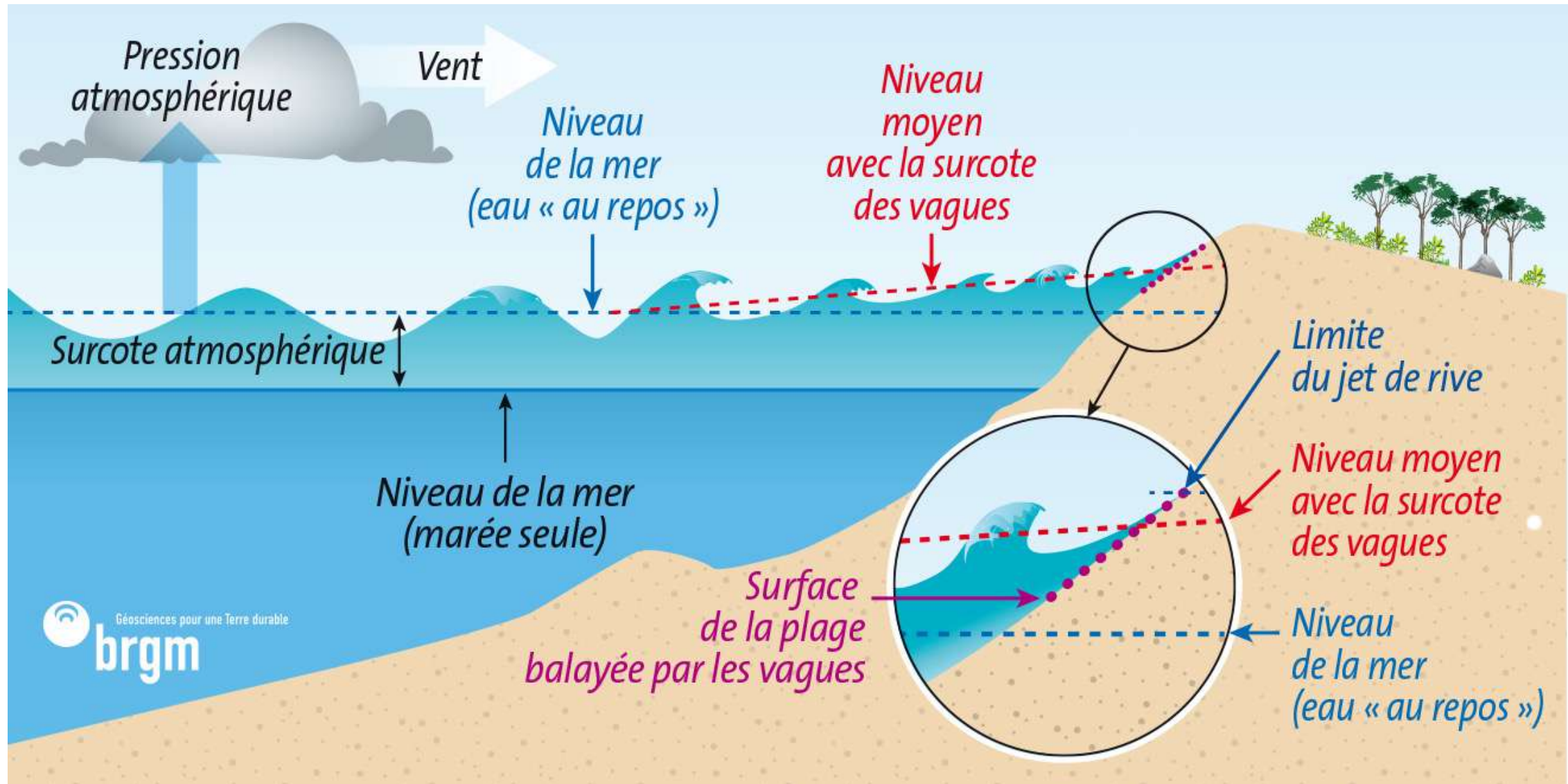
La dérive littorale ,une force d'arrachement du sable.





**Dérive
littorale et la
diffraction
des vagues.**

Les tempêtes et les modifications du profil des plages, la surcote des vagues.



Xynthia a généré une surcote >1.5 m à La Rochelle

Les tempêtes et les modifications du profil des plages, été et hiver.

Situation
en période de calme
(~ été)

Engraissement de la plage par houle de beau temps

Situation
en période tempétueuse
(~ hiver)

Démaigrissement du haut de plage par vagues de tempête

- ① Berme. ② Départ du sable du haut-estran, ③ et de l'avant-dune, ④ au profit du bas-estran où se forme une barre de déferlement immergée.

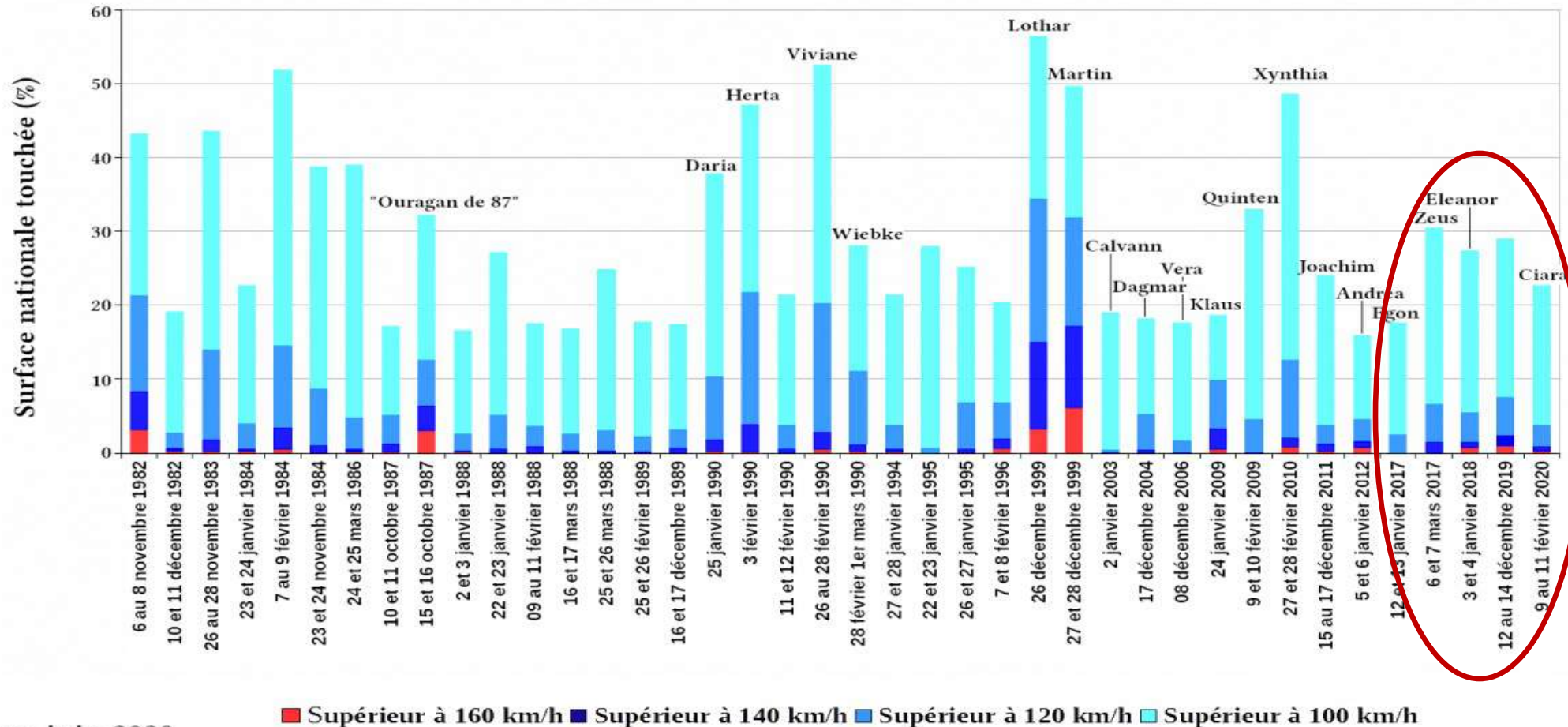
Variations saisonnières du profil de plage (Paskoff, 1998)

- Xynthia a généré une surcote >1.5 m à La Rochelle

Impacts des petites et de grosses tempêtes.



Les 40 tempêtes majeures en France métropolitaine de 1980 à juin 2020
% du territoire national touché par des rafales supérieures à 100 km/h



Édition juin 2020

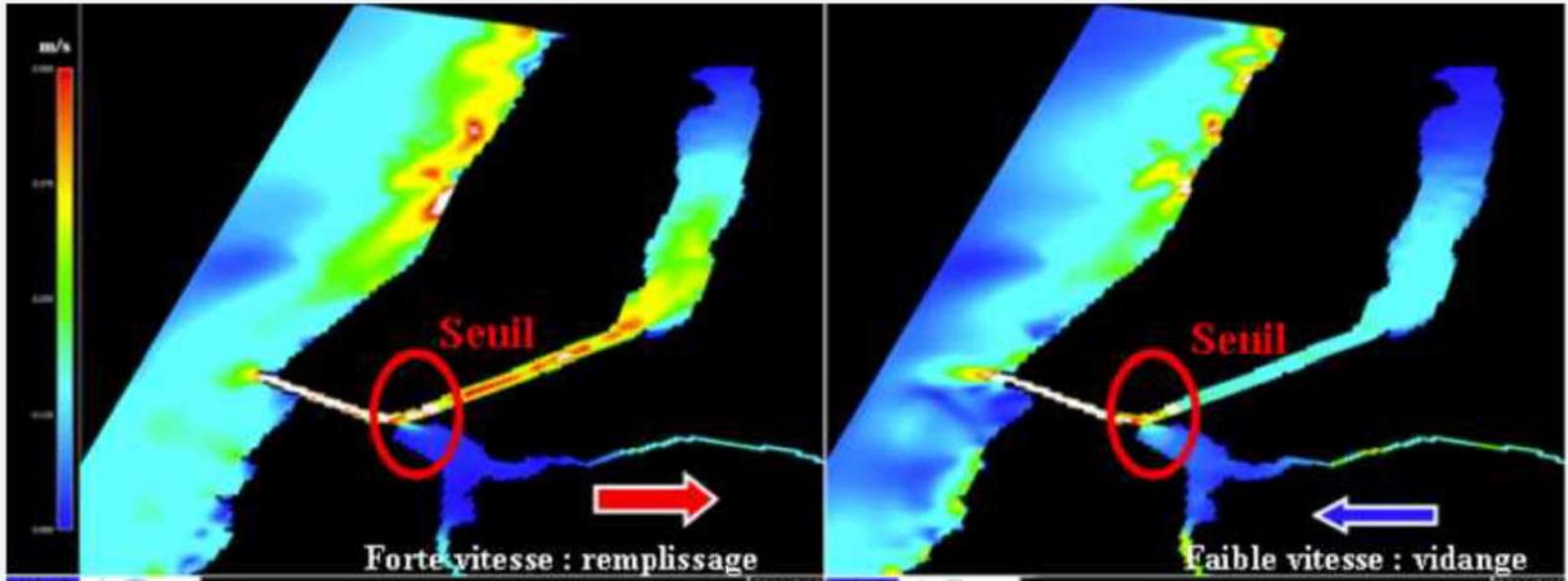
Le facteur le plus important est le temps (ou son absence) de régénération des dunes côtières.

Les marées et le va et vient du sable.

Volumes oscillants en fonction du coefficient de marée

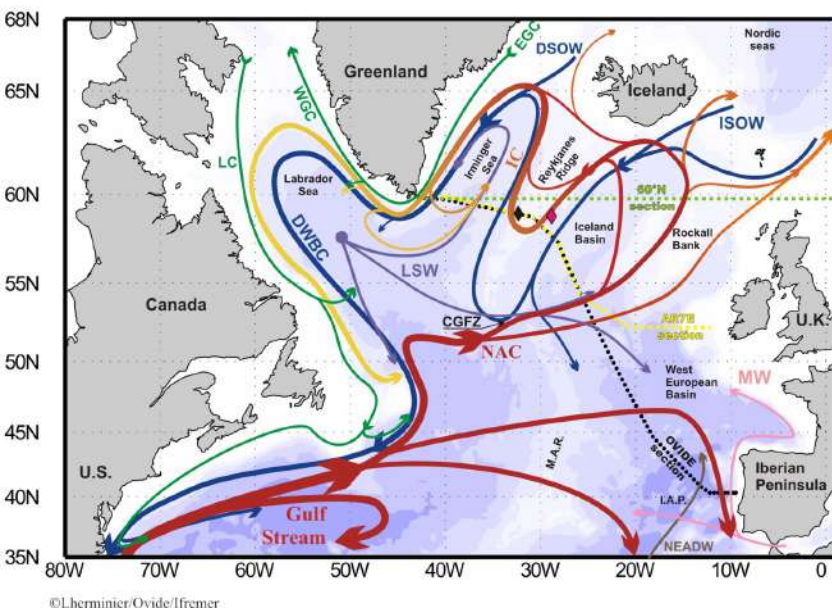
	LAC				CANAL		TOTAL LAC ET CANAL
	Coefficient	Hauteur (en m) <u>par rapport au seuil dynamique</u>	Surface moyenne en m ²	Volume oscillant en m ³	Surface moyenne en m ²	Volume oscillant en m ³	Volume en m ³
Plus Haute Marée astronomique	120	2,9	695 000	2 015 500	80 000	232 000	2 247 500
Pleine Mer Vive-eau	95	2,31	672 000	1 552 320	80 000	184 800	1 737 120
Pleine Mer Morte-eau	45	1,41	568 500	801 585	80 000	112 800	914 385

Volume oscillant LAC par marée de coefficient 70 : 1 176 953



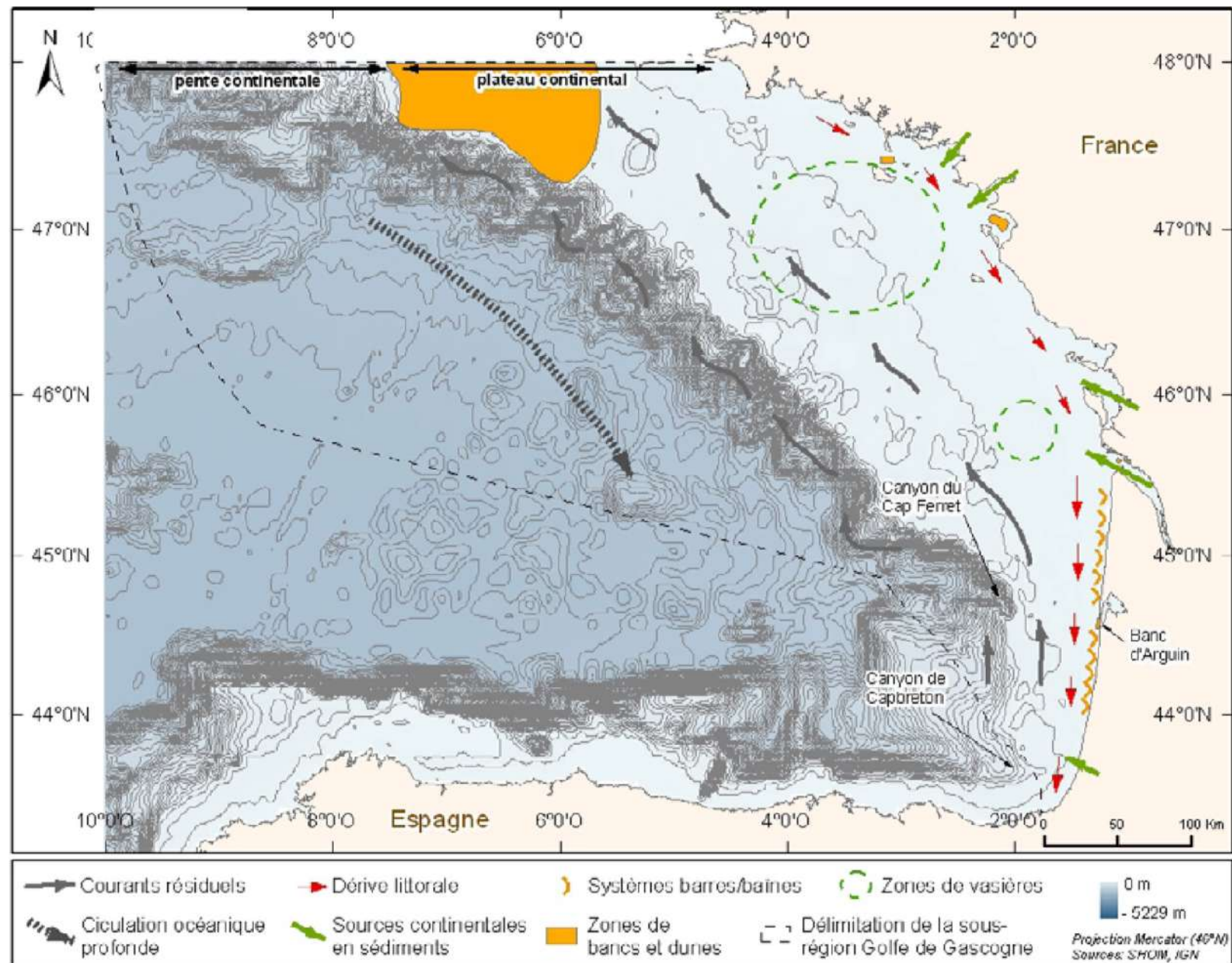
Sable en mouvement

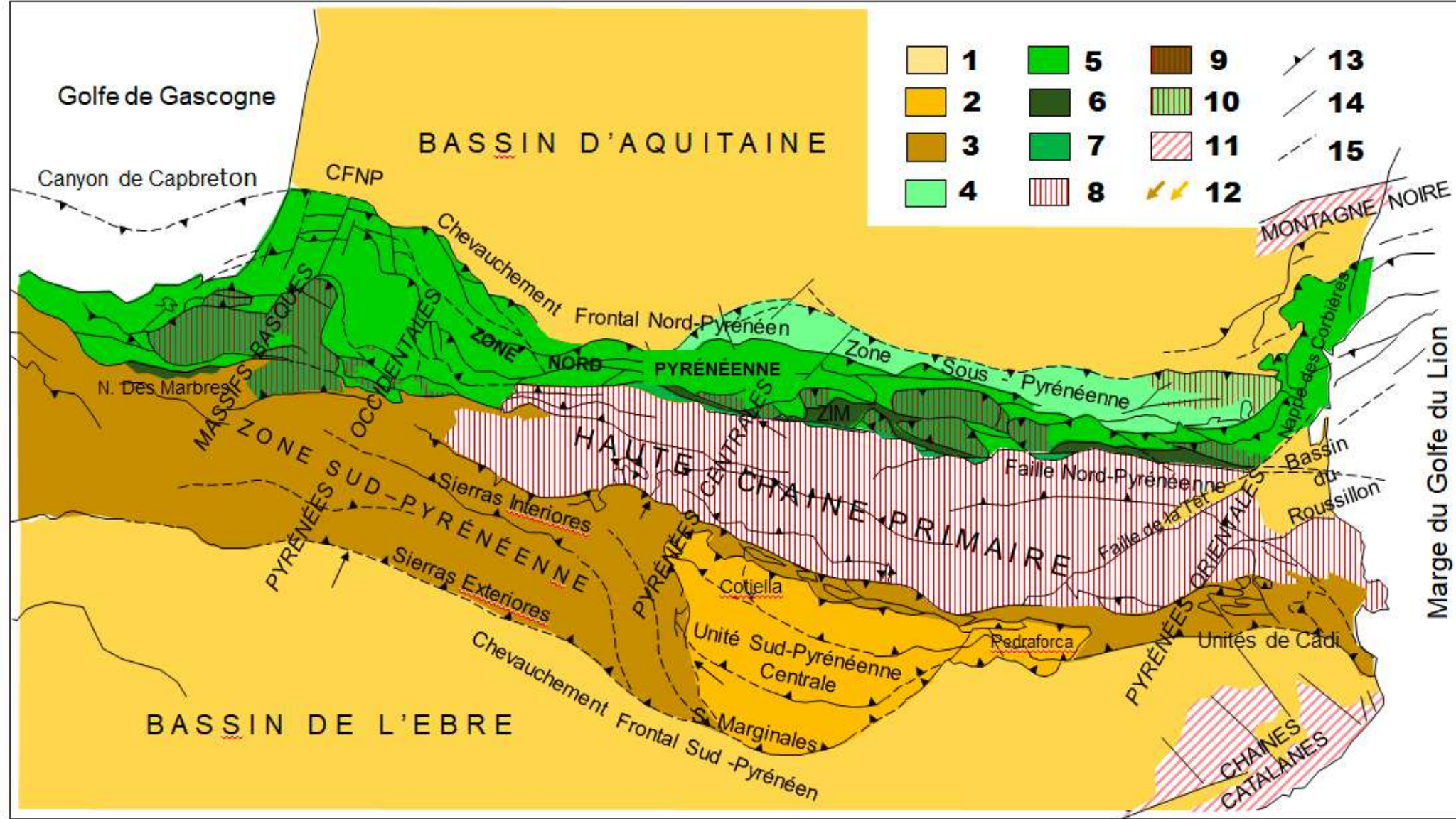
- *Son origine*
- *Son transport ou son dépôt, des fleuves à la mer.*
- *Son dépôt puis son transport le long des côtes.*
 - *Le vent*
 - *La houle*
 - *Les tempêtes*
 - *Les marées*
- **La situation locale.**



Courants profonds et superficiels dans le golfe de Gascogne.

Pour en savoir plus sur les courants thermohalins et les eaux océaniques, je vous conseille les ateliers qui seront donnés en 2023 à l'UTLA par Jean Philippe Labat, océanographe.





- Légende de la carte**
(référence aux numéros portés sur la carte)
- 1- Bassins d'avant-pays (Aquitaine et Ebre)
 - 2- Unité Sud-Pyrénéenne Centrale (USPC)
 - 3- Zone Sud-Pyrénéenne (ZSP) ou Zone Méridionale (ZM)
 - 4- Zone Sous-Pyrénéenne (ZSP)
 - 5- Zone Nord-Pyrénéenne (ZNP)
 - 6- Zone Interne Métamorphique (ZIM)
 - 7- Zone des écailles bordières
 - 8- Haute Chaîne Primaire
 - 9- Massifs Nord-Pyrénéens
 - 10- Massifs sous-pyrénéens
 - 11- Montagne Noire
 - 12- Déplacements des nappes (Sud pyrénéennes, non mentionnées sur la carte)
 - 13- Chevauchements majeurs
 - 14- Failles principales
 - 15- Accidents masqués

Le gouf , trace du chevauchement frontal nord pyrénéen et de l'ouverture du golfe de Gascogne.

Carte d'après Joseph Canérot.

Pour plus sur le gouf voir la conférence de Hervé Gillet Maître de conférences en géologie marine à l'université de Bordeaux.

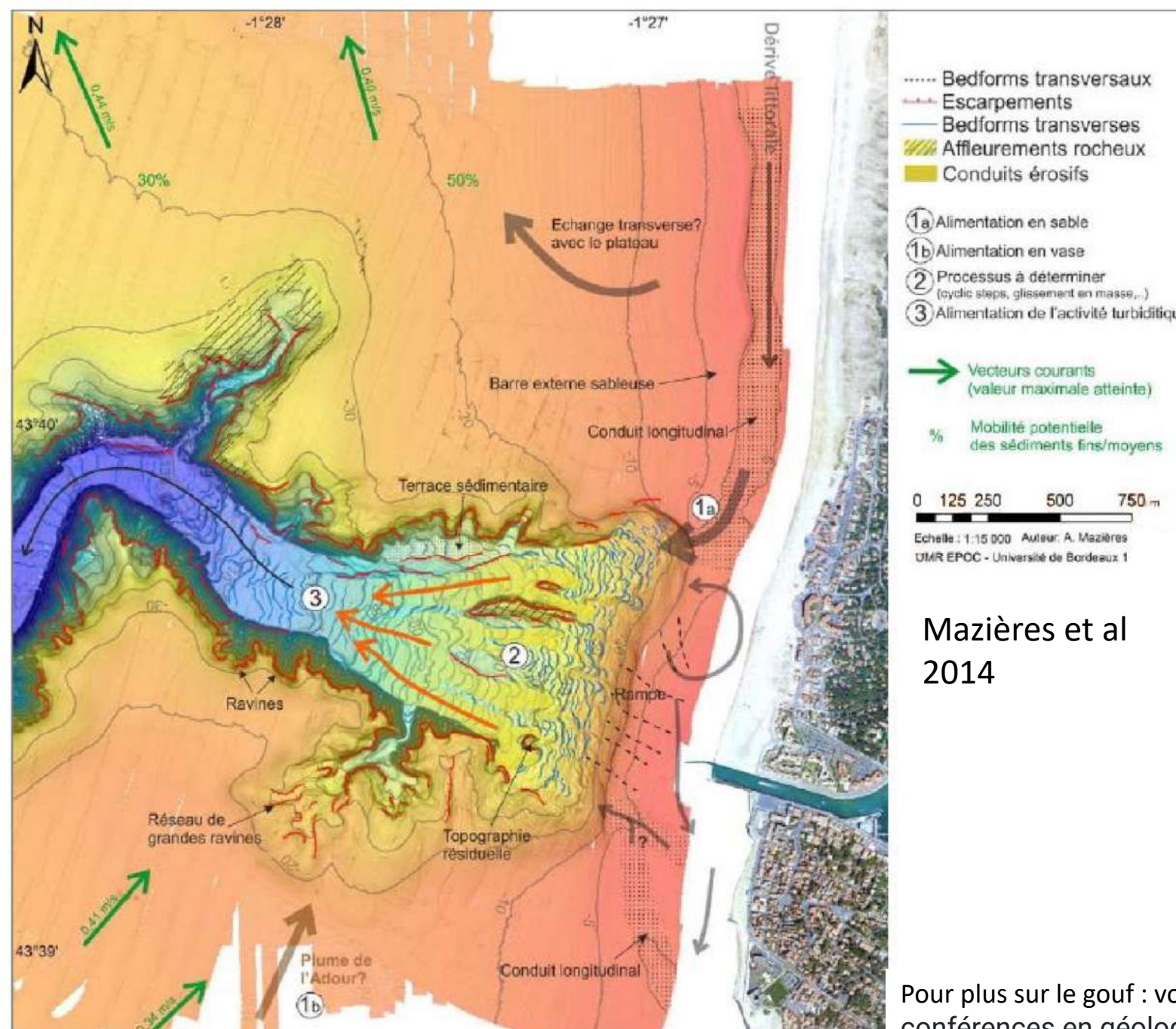
Evidence des effets des digues, accumulation et effet d'arrachement



Situation locale : dérive littorale, digues et gouf.



Situation locale : dérive littorale, digues et gouf.



Mazières et al
2014

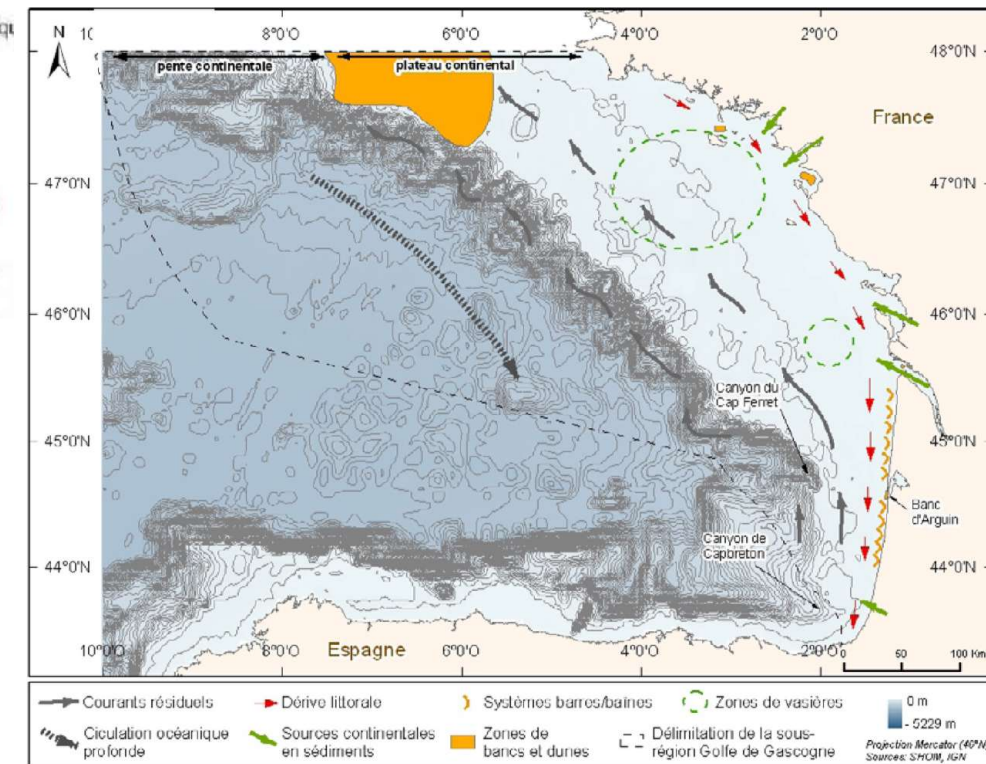


Figure 1 : Principaux transits sédimentaires et localisation des principales structures de la sous-région marine golfe de Gascogne (Source : SHOM, 2011).

Pour plus sur le gouf : voir conférences de Hervé Gillet Maître de conférences en géologie marine à l'université de Bordeaux.



Gestion
artificielle du
sable par
transfert
hydraulique du
sable des plages
du nord de la
digue pour le
rechargement
annuel des
plages du sud.



Et si la
côte
s'érode ,
en même
temps,
le lac
s'ensable
et
s'envase.

Anglet: du sable, plus qu'il n'en fallait!



Schéma d'une photo aérienne faite à l'embouchure de l'Adour dans les années 1980 et retouchée par SOS Littoral anglois

Développement des baies, recul du trait de côte



Figure 68 : Modèle de développement des baies sur le littoral ; a. Carte géologique (légende en Annexe 2) ; b. Bloc diagramme représentant les différentes étapes (Genna et al., 2004) ; c. Illustrations



Et pour finir la promenade de Capbreton, Hossegor, Anglet, Hendaye et Txingudi, il ne vous reste plus qu'à aller voir ou revoir l'exposition au premier étage;



Erakusketako Etxea
Museum de la Corniche Basque
ASPoRoTSTTIPI
HERIOAVE • HERIOA



Merci pour votre attention.

EXPOSITION | ERAKUSKETA

Rivages en mouvement **Itsasbazterra mugimenduan**

16 septembre > 16 décembre 2022

2022ko irailak 16 > abenduak 16

ASPoRoTSTTIPI - Domaine d'Abadie - Herioave | Herioa | www.cpm-littoral-basque.eu | 05 50 74 16 18

