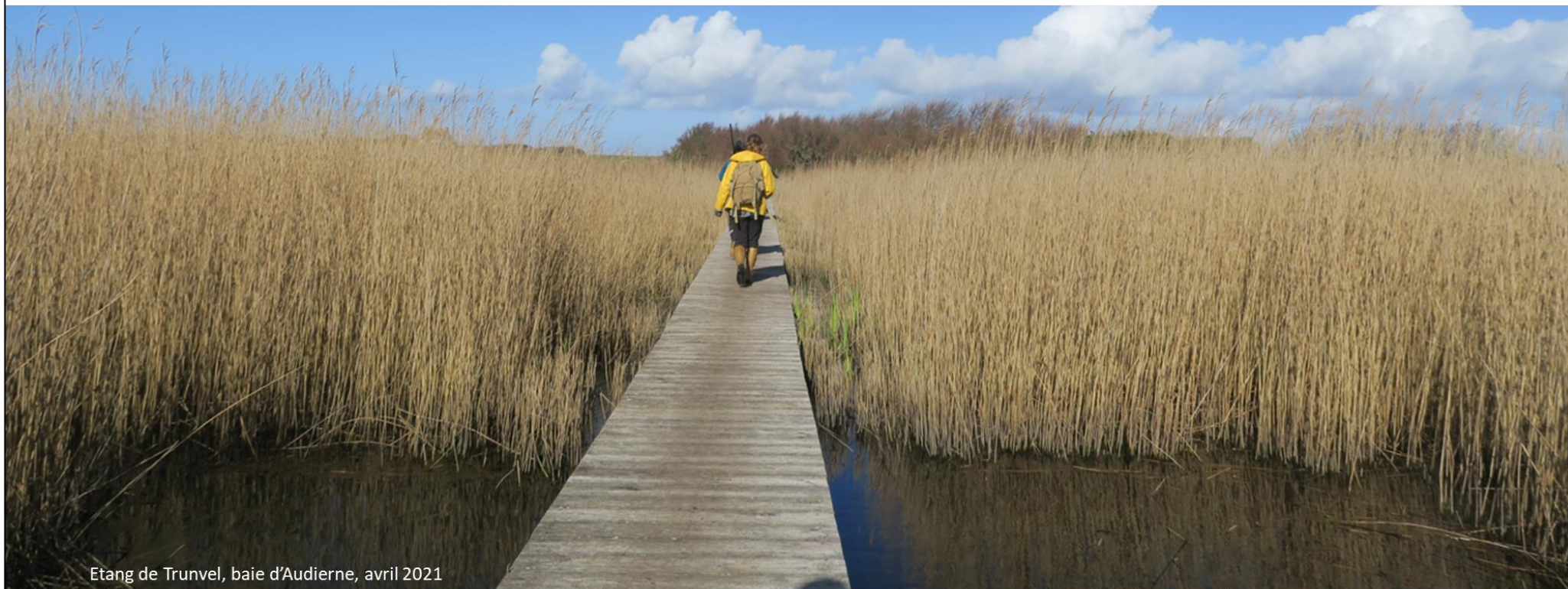


# Evolutions géomorphologiques et historiques des marais et espaces rétro-littoraux



Etang de Trunvel, baie d'Audierne, avril 2021



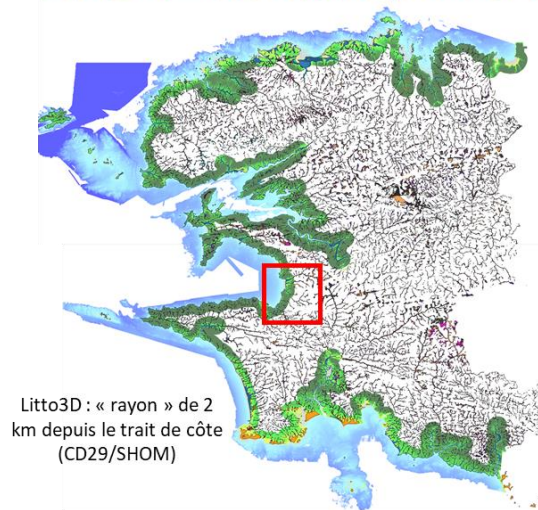
**Alain Hénaff**  
UBO – IUEM – Littoral Environnement Télédétection  
Géomatique. UMR 6554 CNRS  
[alain.henaff@univ-brest.fr](mailto:alain.henaff@univ-brest.fr)



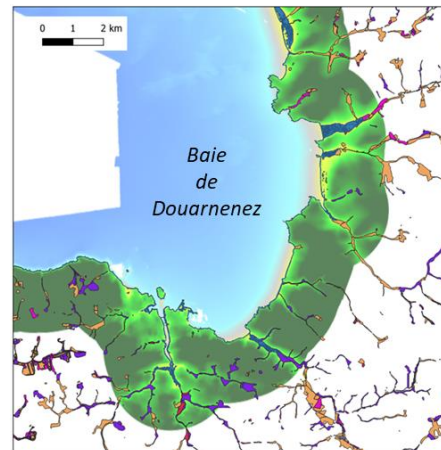
OBSERVATION • ACCOMPAGNEMENT • SENSIBILISATION

## 1. Questions géomorphologiques relatives aux marais littoraux et rétro-littoraux

### 1.1. Zones humides littorales, marais littoraux et rétro littoraux, zones submersibles...



Litto3D : « rayon » de 2 km depuis le trait de côte (CD29/SHOM)



⇒ De multiples typologies pour cartographier les marais « littoraux » et « rétro-littoraux »



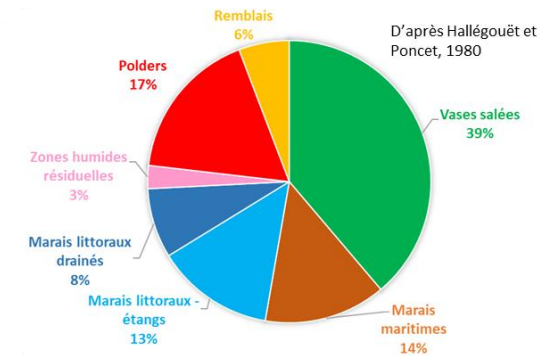
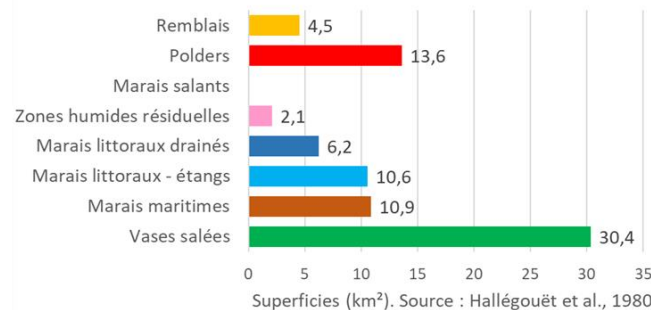
#### Zones humides du Finistère

- 10 % du territoire (CAMA, 2018)

#### Zones humides littorales

- 7823,59 ha (Hallégouët et Poncet, 1980)
- ≈ 1,2 % du territoire

Finistère : superficies des zones humides littorales



### 1. Questions géomorphologiques relatives aux marais littoraux et rétro-littoraux

Les marais littoraux et rétro-littoraux constituent des milieux qui intéressent la géomorphologie à plusieurs titres. Des questions se posent ainsi sur l'origine de ces milieux, leur extension actuelle le long des côtes, leurs dynamiques à diverses échelles temporelles, leur devenir, et donc leur gestion.

#### 1.1. Zones humides littorales, marais littoraux et rétro-littoraux, zones submersibles...

De nombreuses typologies existent qui décrivent ces milieux et permettent de les inventorier et de les cartographier. Plusieurs classifications se superposent néanmoins : celle de l'occupation des sols, celle des zones humides, celle des zones basses submersibles... Chacune répond à des problématiques ou des questions particulières dans lesquelles, selon les cas, sont inclus les marais littoraux et rétro-littoraux. Si l'on compile l'ensemble de ces informations, le territoire du Finistère comporte de l'ordre de 10% de zones humides indifférenciées. Elles sont particulièrement diversifiées et les inventaires réalisés antérieurement (Hallégouët et Poncet, 1980) conduisent à dénombrer de l'ordre de 7823 ha de zones humides littorales distribuées en diverses catégories, allant des étendues de vases salées aux polders, en passant par les marais maritimes, les marais drainés... En y incluant les zones humides littorales remblayées, elles ne constituent finalement que de l'ordre de 1,2% du territoire finistérien.



## 1.2. Classification géomorphologique des marais littoraux et rétro-littoraux

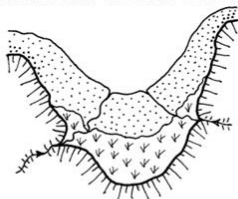
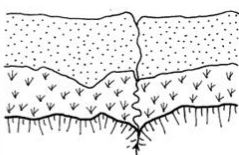
Fondée sur l'exposition à l'agitation marine et à la présence/absence d'un cordon littoral

### Marais littoraux

Exposition directe : vagues, houles, marées

a. Sur côte ouverte

b. En fond de baie ouverte



Trunvel



Kervigen

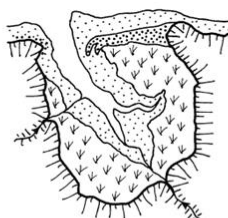
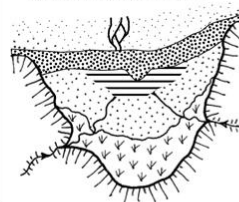
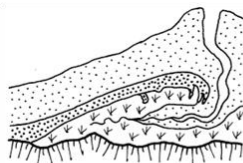
### Marais rétro-littoraux

Exposition indirecte : vagues, marées (+/-)

c. En arrière d'une flèche littorale

d. Lagune barrée par un cordon littoral

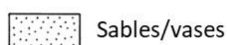
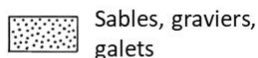
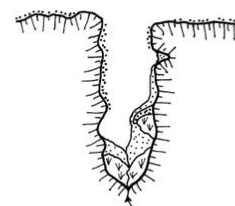
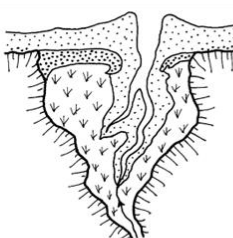
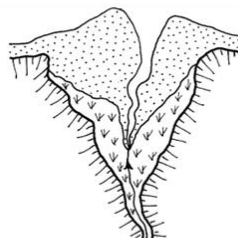
e. En baie étroite



f. Sur rives d'estuaire

g. En estuaire, en arrière de cordons littoraux

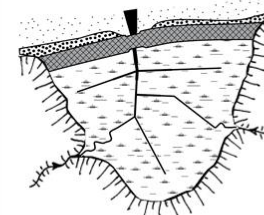
h. En fond de ria



Adapté de Pye et French, 1993 ; J.R.L. Allen / Quaternary Science Reviews 19 (2000)

Exclu de toute exposition

i. Polder, marais drainés



Anse du Loc'h



Le Camfrout

### 1.2. Classification géomorphologique des marais littoraux et rétro-littoraux

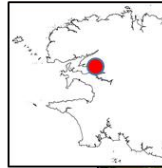
La géomorphologie dispose également de sa propre classification des marais littoraux et rétro-littoraux. Elle est fondée sur la distinction entre deux grandes catégories : des marais littoraux directement exposés aux vagues et aux houles ainsi qu'à la marée, d'une part et, d'autre part, les marais rétro-littoraux dont l'exposition à ces processus est indirecte car ces marais rétro-littoraux sont localisés en arrière d'un cordon littoral de sables ou de galets, ou encore d'un cordon dunaire. Plusieurs types sont ainsi décrits par Pye et French (1993) et adaptés par Allen (2000). Quelques huit types particuliers sont alors différenciés, auxquels s'ajoute la catégorie supplémentaire, d'origine anthropique, qui constitue les polders exclus, par endiguement, de toute exposition aux actions marines, sauf en cas de rupture de digue ou de cordon protecteur.

**Espaces submergés temporairement :**

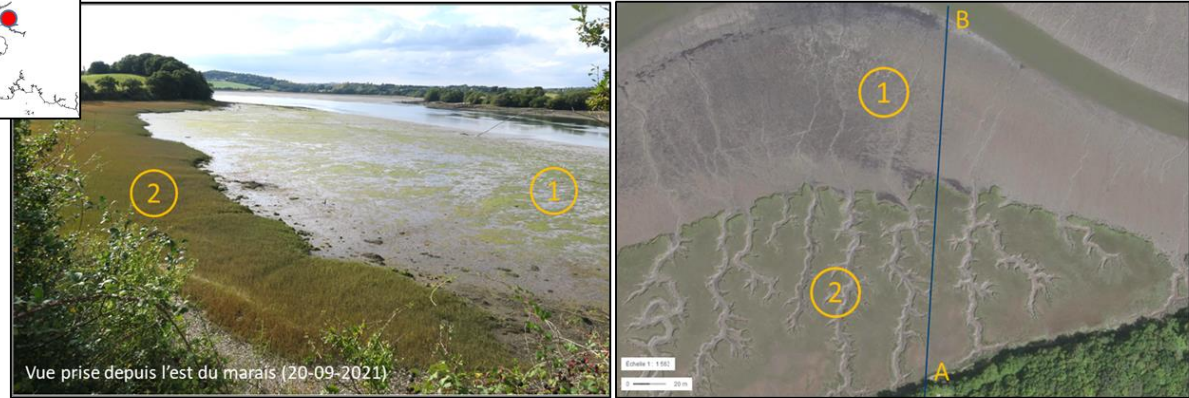
- par la mer
  - régulièrement = aux marées hautes
  - aléatoirement = onde de tempête
  - en permanence = estuaires, lagunes
- par des eaux continentales :
  - présence d'un cordon littoral sableux, de galets ou dunaire (actions du vent et/ou de la mer)

**Exclus des influences antérieures de la mer par endiguement**

⇒ Localisés en rétro-littoral

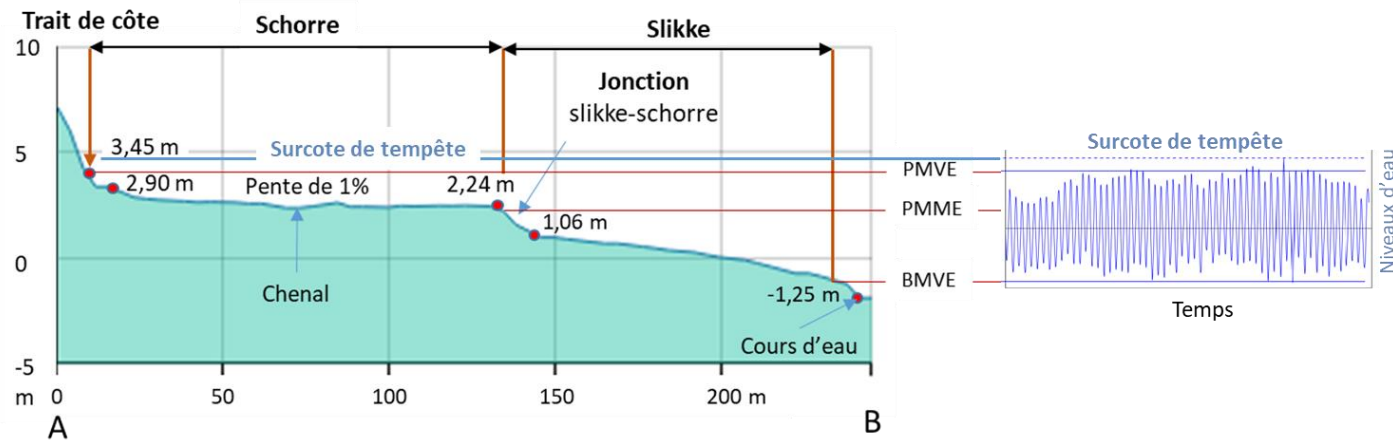


Slikke (1) et schorre (2) du marais de Kerneiz, rivière de Daoulas (Géoportail)



Vue prise depuis l'est du marais (20-09-2021)

Profil topographique du marais littoral de Kerneiz et niveaux d'eau dans diverses situations tidales.



Quoi qu'il en soit, les marais littoraux et rétro-littoraux (hors polders) sont caractérisés par les deux parties qui composent leur profil depuis le niveau des basses mers de vive eau et le niveau des hautes mers de vive eau : en partie basse de l'estran, la slikke vaseuse, sableuse ou sablo-vaseuse, généralement peu couverte de végétation ; en partie haute de l'estran, le schorre, caractérisé par une couverture végétale dense. Les pentes de ce profil sont généralement faibles, notamment sur le schorre. Leur submersion est temporaire en dehors des espaces poldérisés localisés en rétro-littoral. La submersion est marine et/ou continentale. La mer les inonde soit régulièrement et plus ou moins fortement lors des hautes mers, soit aléatoirement à l'occasion d'une surcote associée à des ondes de tempête, soit encore en permanence, dans les estuaires et les lagunes. L'inondation continentale intervient dès lors que les écoulements des eaux continentales sont retardés, dans les marais littoraux, par la présence d'une accumulation littorale. L'exemple des marais de Kerneiz, sur le littoral de la rivière de Daoulas, permet d'illustrer les variations de niveaux d'inondation par la mer de ce type de marais.



### 1.3. Préoccupations actuelles pour les marais littoraux et rétro-littoraux

⇒ Contexte des changements globaux : changements climatiques et impacts anthropiques

⇒ **Conservation**, gestion de la **biodiversité**, maintien des **fonctions écologiques** et **écosystémiques**

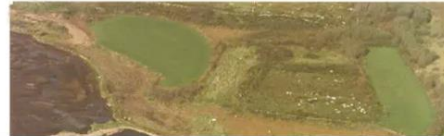
▪ Raisons principales :

i) **multiples aménités** : usages portuaires, agricoles, conchylicoles, chasse ..., qualité de l'eau, source de biodiversité et ressources, réserves de nature, espaces de récréation, énergie...

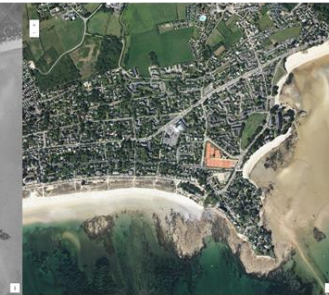
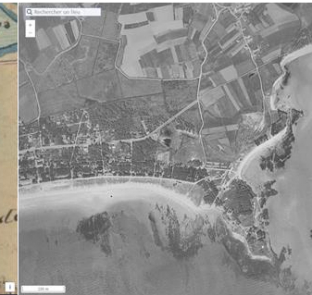
ii) **artificialisation** : poldérisation, endiguement, remblaiement, urbanisation, pollutions...



POLLUTION DU MARAIS MARITIME DE PENVERN AVEC VOIE D'ACCÈS POUR LES ENGINS



Pollution du marais maritime de Trébeurden par les déchets pétroliers de l'Amoco-Cadiz (1978), (France bleu, 29 sept. 2014)



Urbanisation progressive à Carnac-Plage aux dépens des salines et marais arrière-littoraux : vers 1840, en 1952 puis en 2019

#### Artificialisation des zones humides littorales (surfaces) :

Région	Date	Taux d'artificialisation/destruction	Source
Finistère	1980	29 %	Hallégouët et Poncet, 1980
Bretagne	1980	35 % (→ 54,5 % en Ille-et-Vilaine)	Hallégouët <i>et al.</i> , 1980
Bretagne	De 1950 à début XXIe S.	65 %	Mesnard et Le Penneç, 2002
Global	2005	déclin de 1 %/an	Nicholls et Hoozemans, 2005

### 1.3. Préoccupations actuelles pour les marais littoraux et rétro-littoraux

Le contexte actuel des changements globaux qui associe les changements climatiques en cours et à venir ainsi que les impacts de l'anthropisation des milieux conduisent à focaliser l'attention sur les nécessités de les conserver, d'y pratiquer une gestion de la biodiversité, de maintenir voire de restaurer leurs fonctions écologiques et écosystémiques. Les multiples aménités de ces marais littoraux et rétro-littoraux (usages portuaires, agricoles, conchylicoles, chasse ..., qualité de l'eau, source de biodiversité et ressources, réserves de nature, espaces de récréation, voire l'exploitation de tourbes pour la production d'énergie...) sont une première raison conduisant à se préoccuper de leur maintien. Leur artificialisation par poldérisation et drainage ainsi que leur destruction progressive par remblaiement, pollution,... constitue une autre raison. Les études (Hallégouët et Poncet, 1980 ; Mesnard et Le Penneç, 2002) montrent que leur taux d'artificialisation dans le Finistère et en Bretagne n'a cessé de croître au cours des dernières décennies. A l'échelle globale, Nicholls et Hoozemans (2005) montrent par ailleurs un déclin annuel de l'ordre de 1%.

## Préoccupations : point de vue de la géomorphologie littorale et de la gestion des risques d'érosion – submersion marines

Littoraux = interface entre la mer, le continent et l'atmosphère (+ anthroposphère)

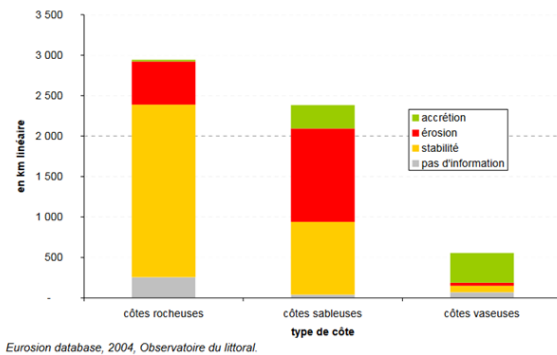
### ➤ Marais littoraux et rétro-littoraux

- Milieux de faible à moyenne exposition littorale
- sédimentation fine (sables, vases) marine et continentale
- **bilans sédimentaires majoritairement positifs**

### Bénéfices

- **Écoulement et régulation** des crues continentales
- **Atténuateur des processus à l'origine des aléas d'érosion et de submersion marines sur les littoraux.**

### Evolutions littorales selon les types de côte en 2003

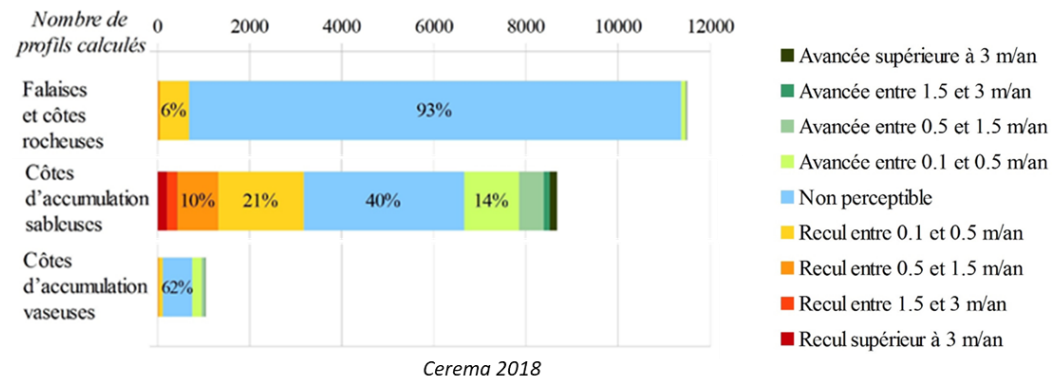


### Côtes vaseuses en 2003

Tendance à l'engraissement :

- ⇒ 9,5 % des côtes naturelles en France (métropole)
- ⇒ 54 % des littoraux en accrétion (370 km)

### En 2018



### Côtes vaseuses en 2018

62 % des profils en côtes vaseuses sont stables.

28 % de leurs profils avancent ⇔ taux le plus élevé côtes propices à la sédimentation.

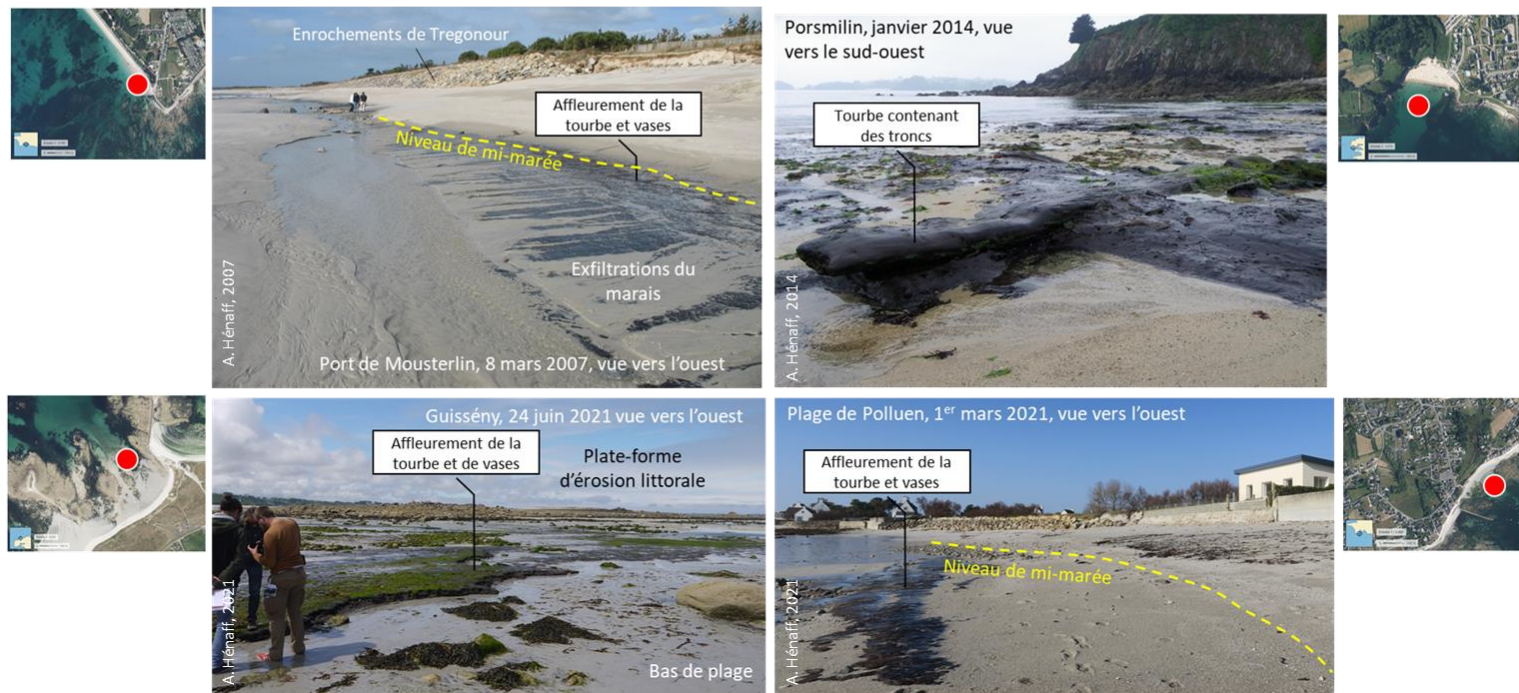
Au même titre que les autres formes d'accumulation côtières, ces marais littoraux et rétro-littoraux se positionnent comme interface entre l'hydrosphère, la lithosphère et l'atmosphère ainsi que l'anthroposphère. Leurs particularités sont une localisation dans des zones de moyenne à faible expositions. Ce sont, de ce fait, des lieux de sédimentation fine constituée, généralement, de tangues, de sables et de vases d'origines à la fois marine et continentale. Leur originalité, au regard d'autres accumulations littorales, est de connaître encore à l'heure actuelle des bilans majoritairement positifs alors même que les déficits sédimentaires sont une des causes majeures de l'érosion des accumulations sableuses et de galets. Les mesures réalisées en 2003 (EuroSION, 2003) puis en 2018 (Cerema, 2018) selon différentes méthodes montrent ainsi que, sur le territoire métropolitain, ce type de côte est très généralement stable voire en accrétion. Ces conditions sont favorables au renforcement des avantages qu'ils procurent sur le littoral en tant que régulateur des crues continentales et de leur rôle d'atténuateur des processus (vagues et houles) à l'origine des aléas côtiers d'érosion et de submersion. Ainsi, pour la géomorphologie littorale, la question de la régression actuelle (et à venir, potentiellement) de ces formations, qu'elle soit d'origine naturelle ou anthropique, peut être préoccupante.



- Mais... {
- **Topographiquement bas** : sous le niveau des hautes mers et surcotes de tempête...
  - **En arrière de cordons littoraux sensibles à l'érosion et la submersion** (marais rétro-littoraux)
  - **Localement (partiellement à très) anthropisés** ⇔ **VULNERABLES** à l'érosion et la submersion

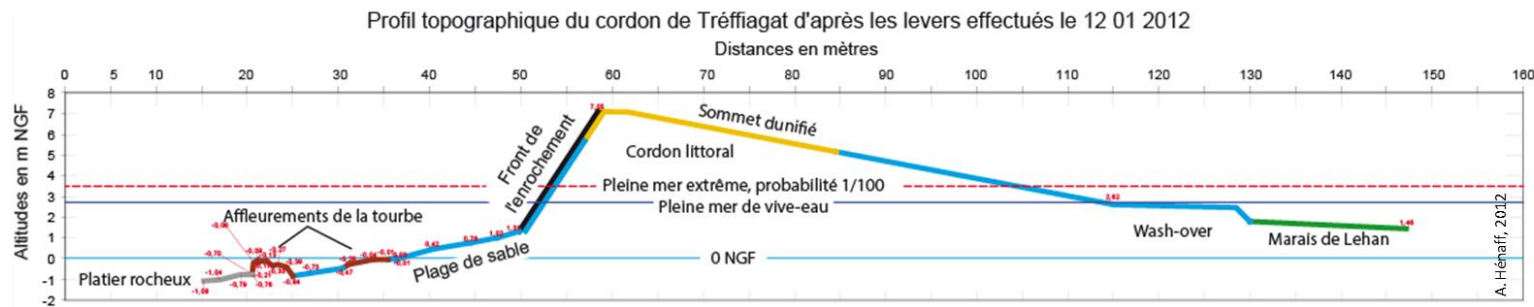
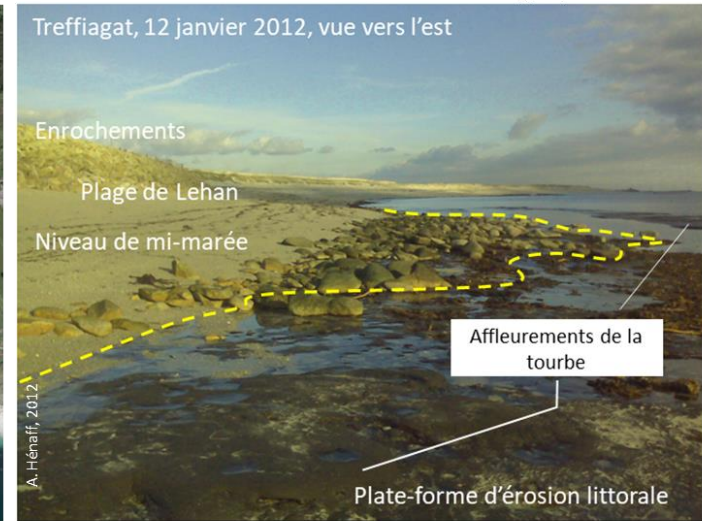
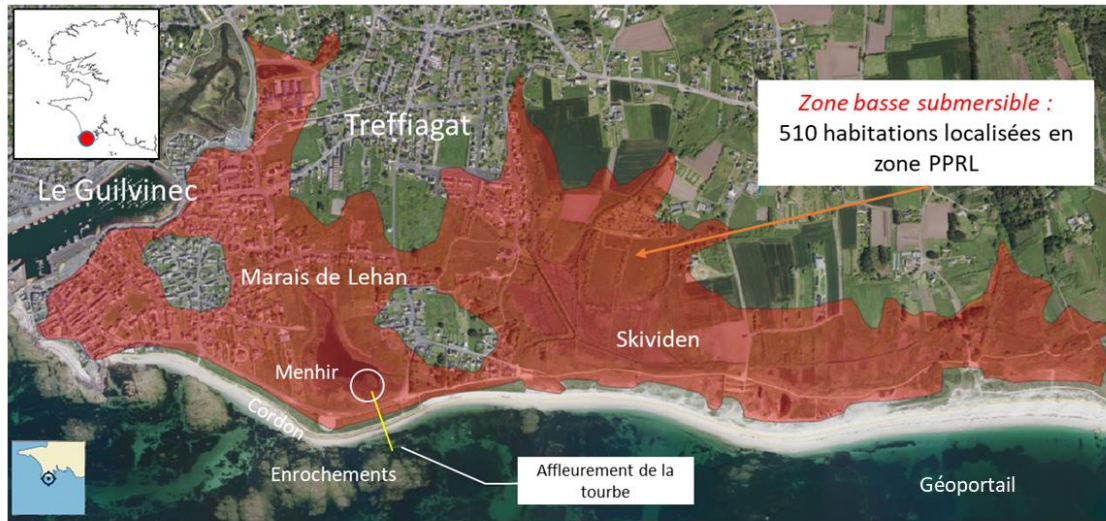
### ⇒ Préoccupations pour la géomorphologie littorale et la gestion des risques d'érosion – submersion marines (1)

Désormais, dans de nombre de cas, notamment après les tempêtes hivernales, les formations de marais littoraux et arrière-littoraux affleurent sur les estrans et les plages, exposées directement aux actions érosives de la mer...



En effet, ces formes d'accumulation sont, d'une part, topographiquement basses et généralement localisées sous le niveau des hautes mers et les surcotes de tempête. D'autre part, nombre d'entre les marais rétro-littoraux sont protégés par des cordons littoraux mobiles et particulièrement sensibles à l'érosion et la submersion. Enfin, beaucoup de ces marais sont partiellement voire intégralement anthropisés. Ils sont donc particulièrement vulnérables aux risques littoraux. Ainsi, désormais, il est fréquent d'observer, notamment après les tempêtes hivernales, les substrats des marais littoraux qui affleurent sur les estrans et les plages sous la forme de tourbes ou de vases compactées. Ces affleurement intertidaux témoignent des reculs du trait de côte et sont alors eux-mêmes directement exposés aux actions érosives de la mer.

... Nombre de marais rétro-littoraux se trouvent désormais positionnés sous le niveau des plus hautes mers.



Par ailleurs, lorsque ces marais ont été exclus naturellement ou artificiellement (polder, marais drainés) des influences de la mer, ils ne sont plus alimentés par la sédimentation marine, ce qui renforce leur sensibilité à l'ouverture de brèches dans les cordons littoraux, accentuant la vulnérabilité des installations humaines de ces territoires. L'exemple du marais drainé de Lehan, en arrière du cordon littoral de Treffiogat, dans le sud du Finistère, est emblématique des conséquences actuelles qui résultent de ce type de situation et des questions posées pour l'avenir au regard des prévisions d'élévation du niveau de la mer.



## Préoccupations pour la géomorphologie littorale et la gestion des risques d'érosion – submersion marines (2)

### i) Littoraux = formes particulièrement sensibles aux évolutions environnementales et anthropiques

#### ii) D'ici 2100, de + 29 à + 110 cm suivant les modèles

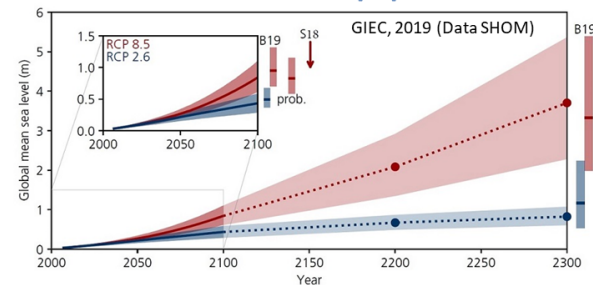
(GIEC, 2019)

#### ■ Une certitude : plusieurs décimètres d'élévation en 2100

⇒ De nombreuses régions côtières concernées

#### ■ Marais littoraux et rétro-littoraux : + 1 m d'élévation du niveau de la mer

- > 50% des zones humides côtières mondiales (Nicholls et Hoozemans, 2005)
- Domaine du CEL plus fréquemment submergés entre 2050 et 2100
- 20 à 60 % des zones humides littorales (Blankespoor et al., 2012, Chaumillon, 2018)
- Salinisation des polders
- Vulnérabilité accrue des marais rétro-littoraux et des polders vis-à-vis des risques côtiers (érosion-submersion)



- Espaces non endigués : 1 350 ha (3% des terrains)
  - Espaces endigués : > 5 000 ha (10 % des terrains)
- (Clus-Aubry, Paskoff et Verger, 2004)

#### Pourquoi ces marais littoraux et rétro-littoraux se retrouvent-ils dans cette situation actuellement ?

- Élévation du niveau de la mer ?
- Sédimentation (marine/continentale) déficitaire ?
- Autres... ?

⇒ Conduit à s'interroger sur l'origine de ces milieux, leurs dynamiques passées et actuelles.

Les prévisions du GIEC (2019) admettent désormais une élévation à venir du niveau de la mer de plusieurs décimètres pour la fin du siècle. Des simulations d'une élévation de 1 m à cet horizon temporel conduisent à prédire, à l'échelle globale, une disparition de plus de la moitié des zones humides littorales (Nicholls et Hoozemans, 2005) ou comprises entre 20 et 60% de leur superficie actuelle (Blankespoor et al., 2012 ; Chaumillon, 2018). En France, le Conservatoire de l'Espace Littoral prévoit une submersion plus fréquente de son domaine actuel et futur, de l'ordre de 3% des terrains non endigués et de 10% des espaces endigués, pour la dernière moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle (Clus-Aubry et al., 2004). D'autres questions se posent conjointement qui sont relatives à la salinisation de ces milieux. Indubitablement, ces évolutions géomorphologiques déterminent l'accroissement de la vulnérabilité des marais rétro-littoraux et des polders vis-à-vis des risques côtiers d'érosion et de submersion. Les raisons de la situation actuelle sont-elles liées à l'élévation du seul niveau de la mer, à une sédimentation marine et/ou continentale déficitaire, ou à d'autres raisons ? Des explications peuvent être proposées en tenant compte des conditions qui ont présidé à la formation de ces milieux mais aussi en considérant leurs dynamiques passées et actuelles.

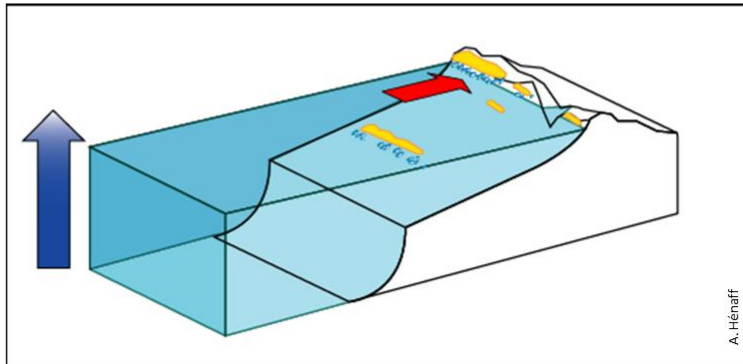
## 2. Formation des marais littoraux et arrière-littoraux

### 2.1. « Naissance » du littoral actuel

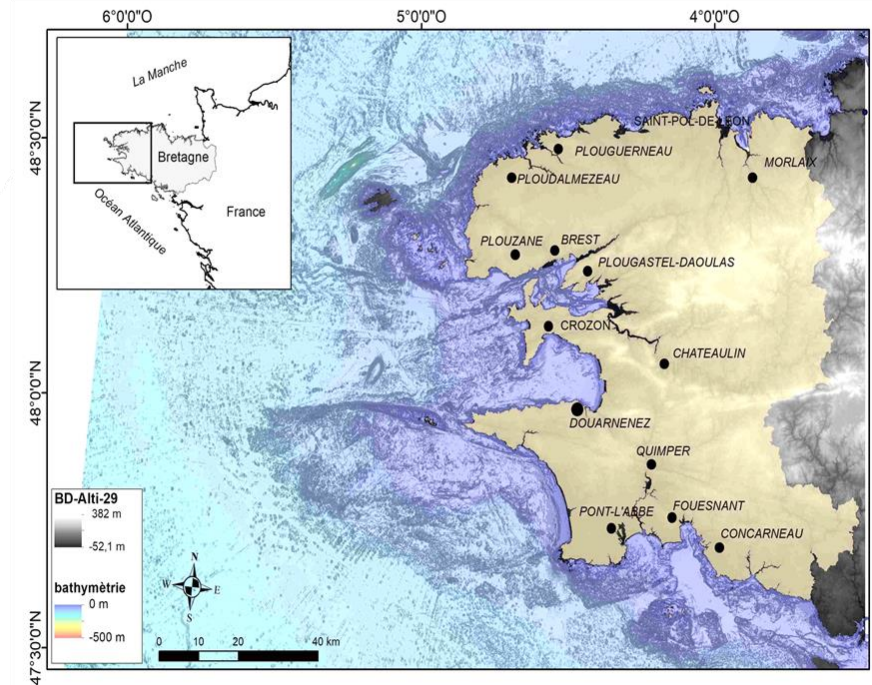
La submersion du continent par la transgression qui a suivi la dernière glaciation (le Würm) est à l'origine des littoraux actuels

**De 18 000 BP -> Actuel**

Durant la transgression holocène, la mer repousse, jusqu'à la ligne de rivage actuelle, les sédiments accumulés sur la plate-forme continentale durant la dernière période froide



*Les sédiments actuels sont pour l'essentiel un héritage de la dernière période froide*



Ennoisement actuel du continent à la pointe occidentale de la Bretagne

## 2. Formation des marais littoraux et arrière-littoraux

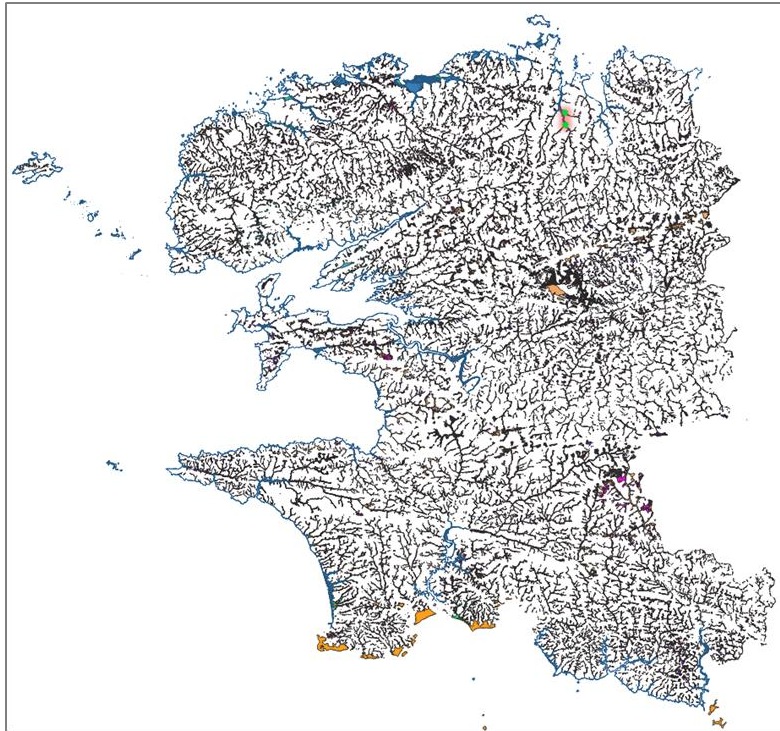
### 2.1. « Naissance » du littoral actuel

La submersion du continent par la transgression holocène qui a suivi la dernière glaciation (le Würm) est à l'origine des littoraux d'ablation et d'accumulation actuels. Depuis 18 000 BP, le passage de conditions propres aux périodes de glaciation, dont le maximum pour l'hémisphère nord est atteint vers 21 000 BP, à l'interglaciaire actuel, est accompagné de l'élévation du niveau de la mer due à la fonte des inlandsis et des glaciers de montagne. Depuis son niveau bas, localisé sur la plateforme continentale vers 100 à 120 m sous le niveau marin contemporain, la transgression marine ennoie progressivement le continent. La transgression remanie et transporte avec elle une partie des stocks de matériaux sédimentaires produits précédemment en conditions périglaciaires à partir de l'érosion des affleurements rocheux et des versants. La mer et les vents accumulent alors, le long de la ligne de rivage, ces sédiments en les triant selon leurs dimensions pour constituer, dans les milieux plus ou moins abrités, les avant-plages, les plages et les dunes. Les marais maritimes s'établissent ainsi dans les secteurs les moins exposés.



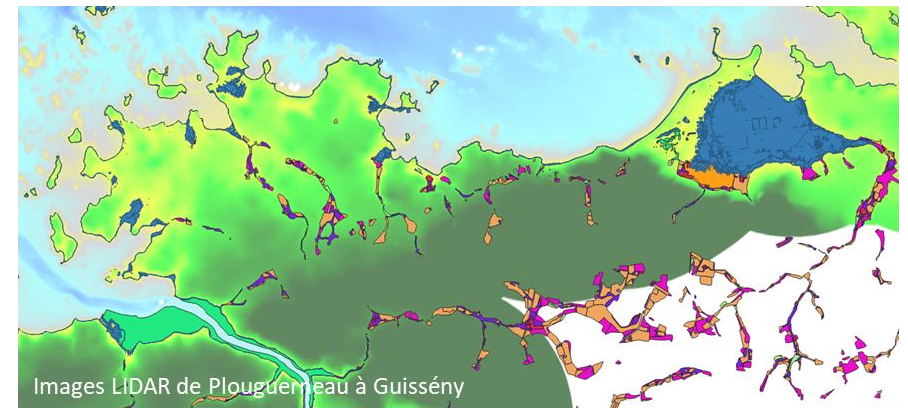
## 2.2. Origine et évolutions des marais littoraux et arrière-littoraux

- Toutes les zones humides littorales sont localisées dans les vallées
- Marais littoraux et rétro-littoraux occupent leurs exutoires



Les zones humides du Finistère (Sources : IPLI, 1977 ; Forum des Marais Atlantiques, Antenne Brest ; DDTM 29, Observatoires OSIRISC et Osirisc-Litto'Risques en Finistère)

Zoom sur le secteur de Plouguerneau à Guissény. Fond LITTO3D – CD29



Exutoire et zone humide du Ribl à Lampaul-Ploudalmézeau



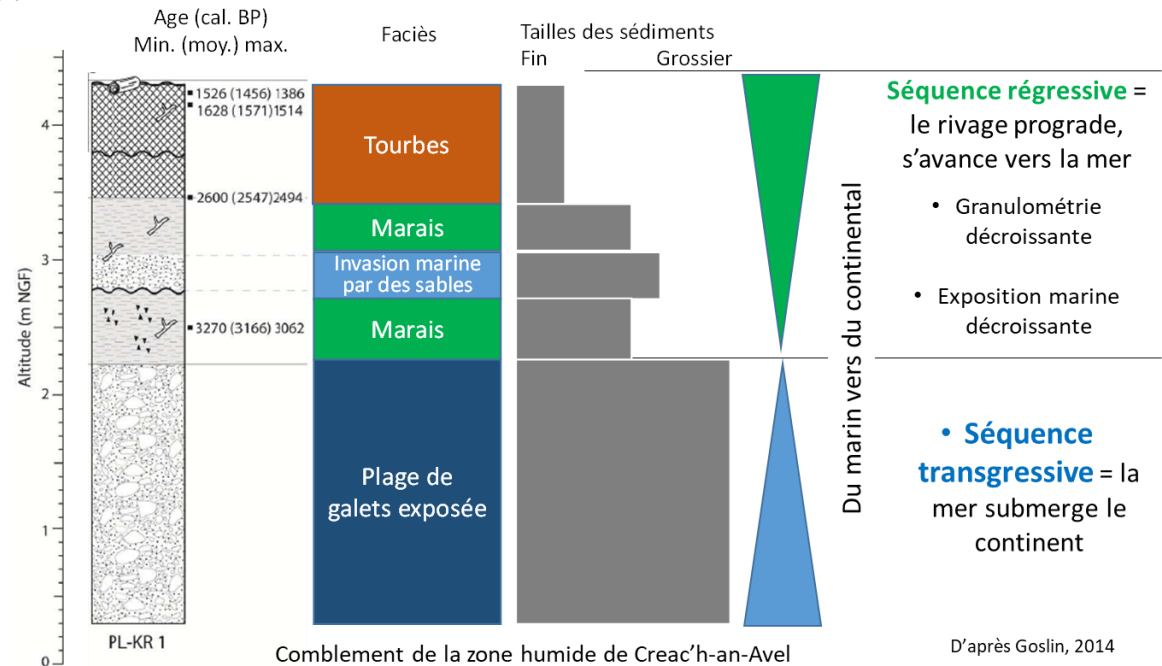
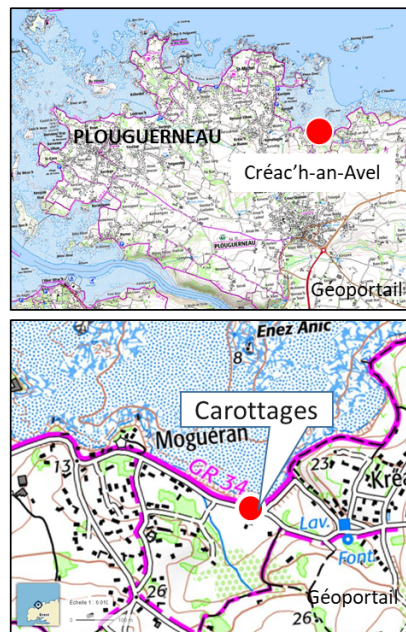
© E. Le Cornec, 2013 – Geos-AEL

## 2.2. Origine et évolutions des marais littoraux et arrière-littoraux

Les zones humides littorales sont localisées dans les exutoires actuels des vallées, c'est-à-dire dans les milieux parmi les moins exposés, là où la décantation des sédiments les plus fins est possible en raison de la faiblesse des courants et de l'agitation marine. La carte des zones humides littorales du Finistère montre ainsi cette localisation particulière.

### 2.3. Des carottages géologiques pour comprendre la formation des marais littoraux et arrière-littoraux

⇒ Que nous révèlent ces sondages ?



**Le comblement sédimentaire des exutoires des vallées < 10 000 ans (Holocène) => Mise en place récente !**

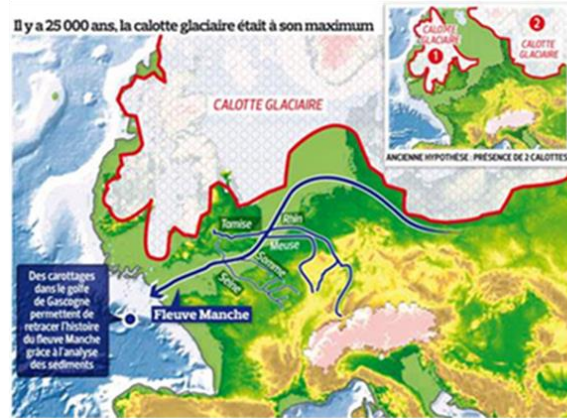
- L'énnoiement progressif du continent au cours de la **transgression marine holocène** est à l'origine des marais littoraux et arrière-littoraux actuels
- Plusieurs étapes peuvent être distinguées

### 2.3. Des carottages géologiques pour comprendre la formation des marais littoraux et arrière-littoraux

Afin de bien identifier et dater les étapes de la formation et du développement des marais littoraux et rétro-littoraux, des sondages dans les sédiments progressivement accumulés ont été pratiqués dans nombre d'entre eux. Ils se sont constitués seulement à partir de l'Holocène (11 000 BP) mais principalement au cours des derniers millénaires. Ils sont donc de mise en place très récente. Leur développement s'est fait sur des espaces au préalable atteints par la transgression holocène. L'accumulation de sédiments sableux et de galets disponibles en abondance au début de la transgression, caractérise d'abord des milieux battus par les vagues. Progressivement, et bien que l'élévation de la mer se poursuive, la côte avance alors vers le large grâce à l'abondance des apports de sédiments dont le dépôt est aidé par l'atténuation de l'énergie de la mer (houles, vagues et courants associés). La sédimentation d'origine continentale prend alors le relai en arrière du trait de côte qui est de moins en moins atteint par les processus littoraux les plus dynamiques. Cette séquence, qualifiée de régressive, montre des formations sédimentaires de marais maritimes en aggradation, parfois entrecoupées d'une invasion de la mer, lors d'un débordement de tempête par exemple, puis de tourbification dès lors que les seuls processus sédimentaires continentaux apportent des matériaux sédimentaires à ces milieux.



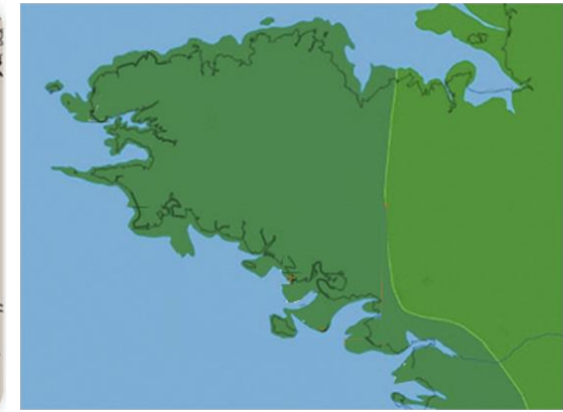
## 2.4. Les étapes de la formation des marais littoraux et arrière-littoraux



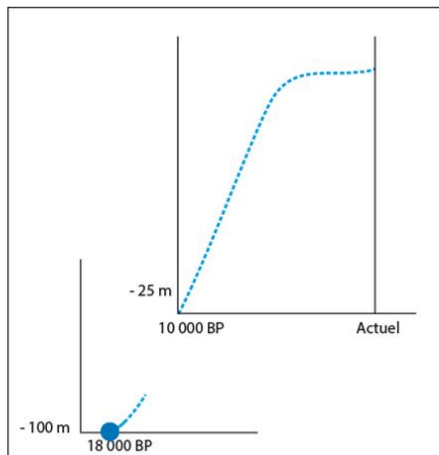
L'Europe du NW vers 25 000 BP



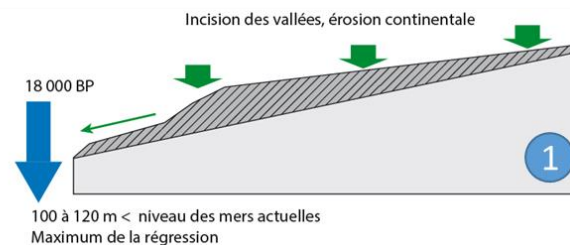
Il y a 18 000 ans. Niv. Marin vers -120 m



- Courbe de l'élévation du niveau marin



- Profil topographique du continent vers la mer



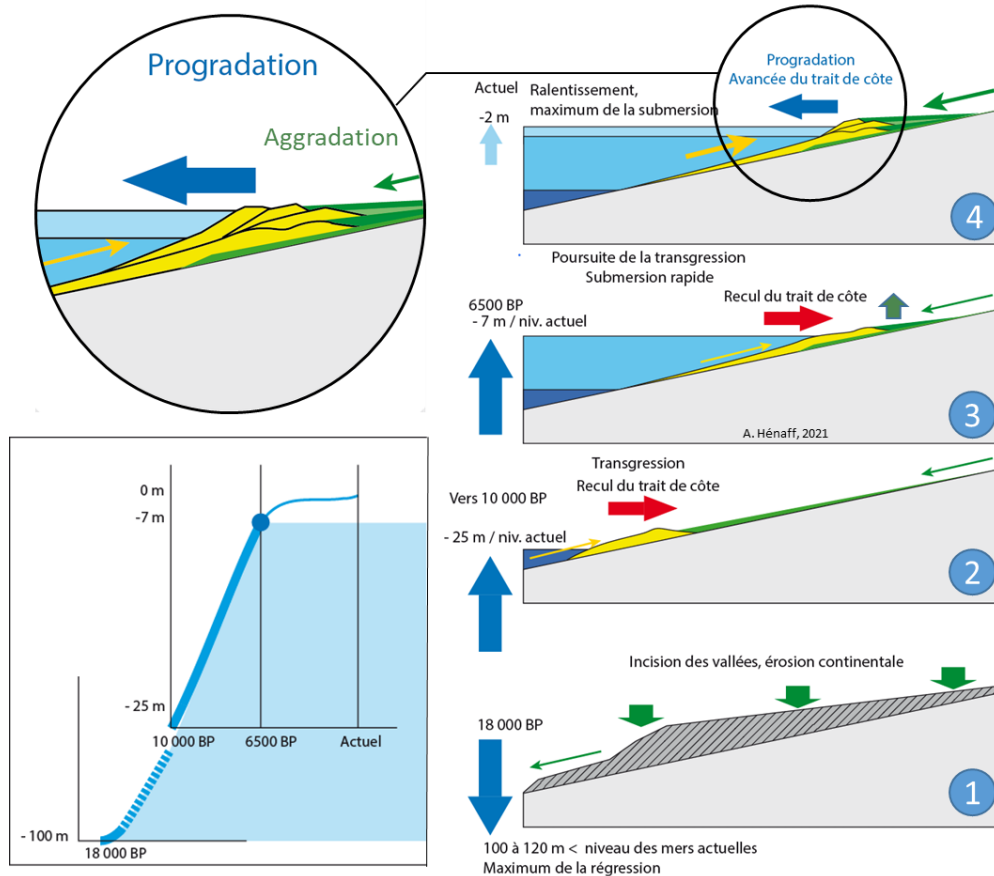
### 1. Régression marine (glaciaire) : 21 000 – 18 000 BP

Abaissement du niveau de la mer 120 m en dessous de l'actuel niveau

*Ligne de rivage sur la plateforme continentale*

## 2.4. Les étapes de la formation des marais littoraux et arrière-littoraux

Les étapes de la transgression méritent d'être détaillées, notamment du fait des variations de vitesse d'élévation du niveau marin qui ralentit à partir de 6500 BP. Débuté vers 18000 BP, le réchauffement de la planète conditionne la montée du niveau marin depuis son niveau de -100 à -120 m. La transgression est particulièrement rapide à partir de 11 000 BP (début de l'Holocène). Vers 10 000 BP, on considère qu'elle atteint -25 m par rapport à l'actuel niveau de la mer.



#### 4. 6500 BP à 3500 BP : transgression ralentie

- Sédimentation dans les marais et sur les cordons littoraux

*Progradation du rivage  
Aggradation marais littoraux et rétro-littoraux*

#### 3. 10 000 - 6500 BP Poursuite de la transgression

- Recul de la ligne de rivage sur le continent
- *L'altitude des marais s'ajuste au niveau de la mer*

#### 2. 11 000 BP - 6500 BP Début transgression holocène

Apports sédimentaires volumineux

- élévation rapide (7 à 8 mm/an en moyenne)
- Sédiments accumulés vers la côte
- *Création de marais en zone abritée au niveau où se positionne le littoral.*

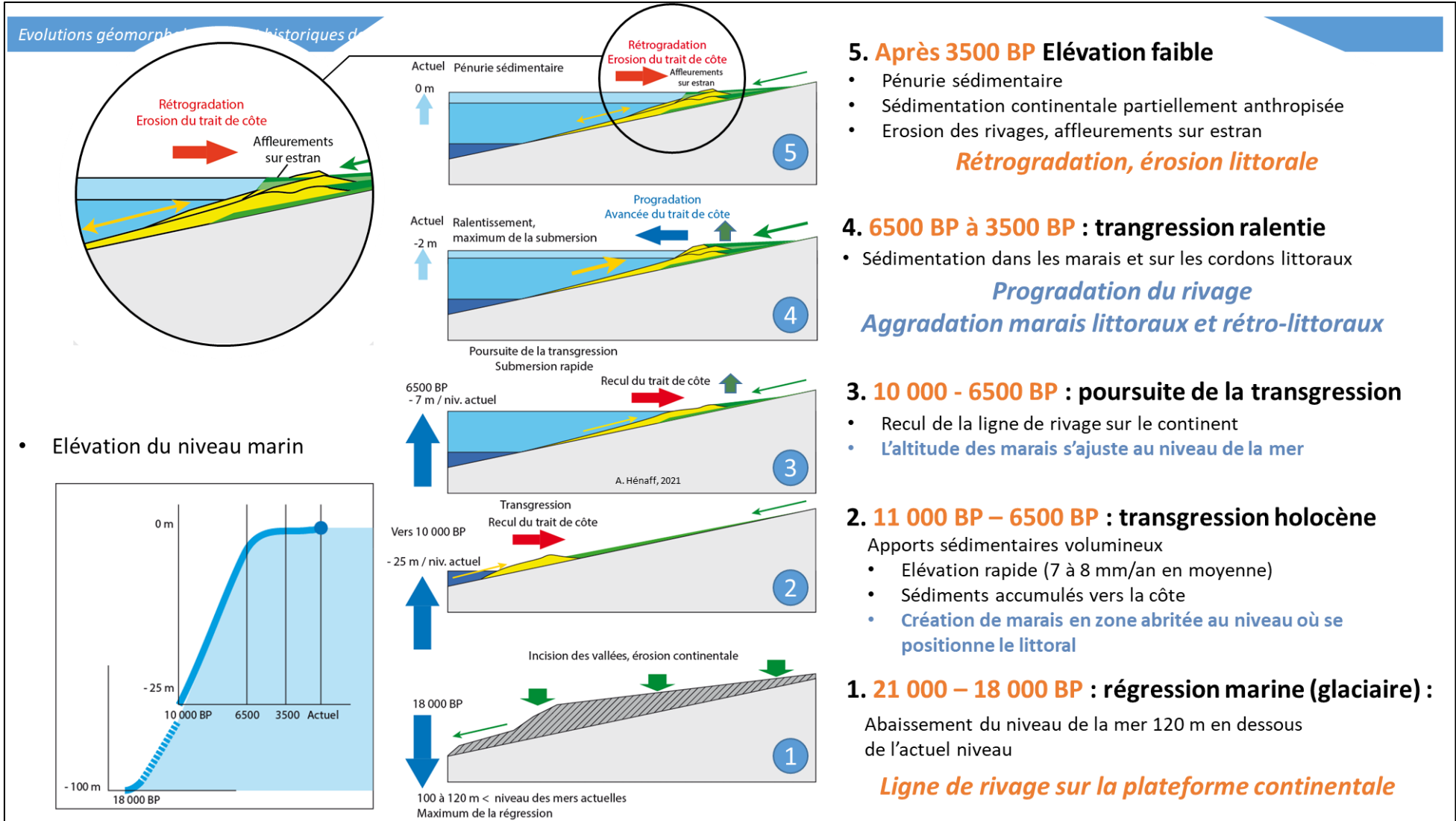
#### 1. 21 000 – 18 000 BP : régression marine (glaciaire) :

Abaissement du niveau de la mer 120 m en dessous de l'actuel niveau

*Ligne de rivage sur la plateforme continentale*

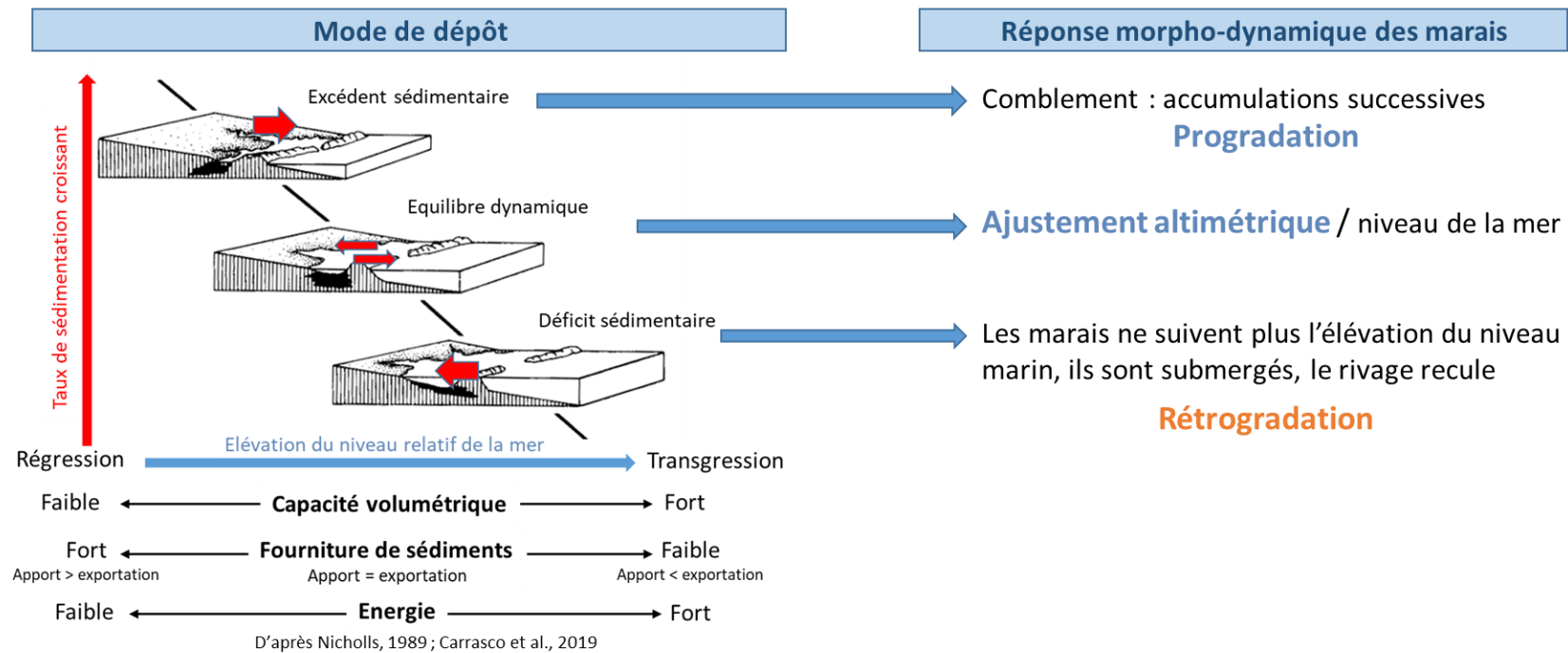
La transgression holocène décale la ligne de rivage en submergeant le continent. A la manière des autres accumulations littorales, les marais maritimes s'édifient en s'ajustant au niveau de la mer tout en reculant dans les vallées de plus en plus ennoyées. Les périodes-clefs se produisent à partir de 6500 BP puis 3500 BP dès lors que la transgression, rapide jusqu'à cette période, ralentie. Les sédiments d'origine marine et continentale étant abondants, une séquence régressive se met alors en place qui provoque la progradation des rivages dans les milieux les plus abrités et l'aggradation des marais maritimes, c'est-à-dire leur exhaussement topographique.





Après 3500 BP, la vitesse d'élévation du niveau de la mer est plus faible mais elle s'accompagne d'une diminution voire d'un épuisement des stocks sédimentaires hérités de la période froide. L'érosion des rivages d'accumulation en est une conséquence qui conduit au recul des cordons littoraux et aux affleurements des formations des marais sur les estrans. Cependant, par ailleurs, la sédimentation continentale est de plus en plus anthropisée avec l'exploitation croissante des sols à des fins agricoles.

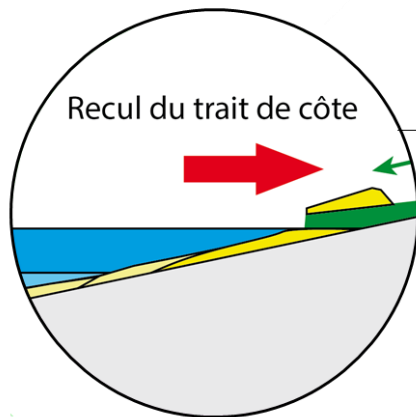
## 2.5. Que déduit-on de cette (relativement) longue mise en place des marais littoraux et arrière-littoraux à l'Holocène ?



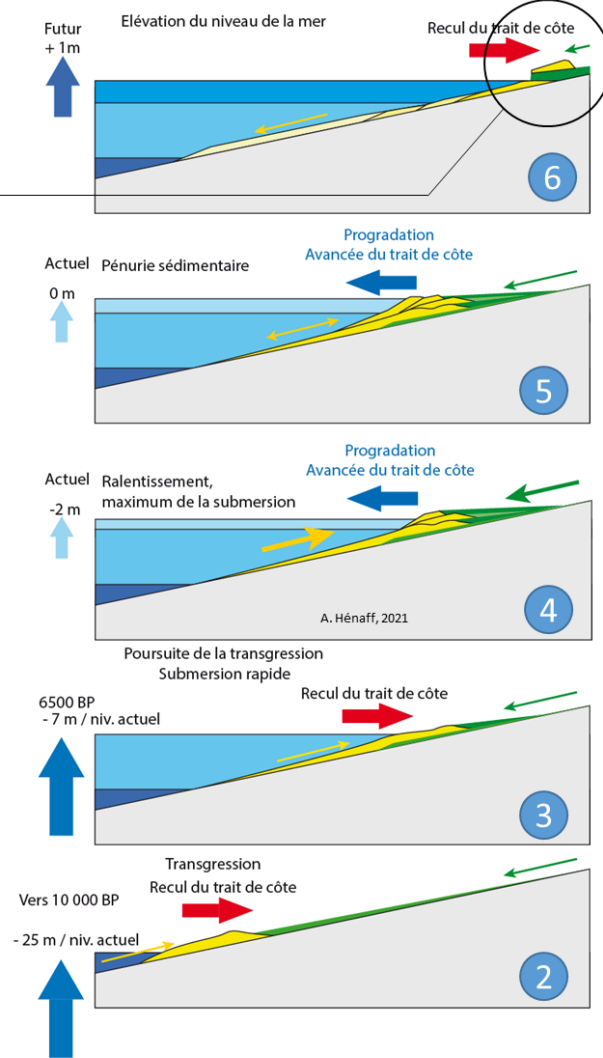
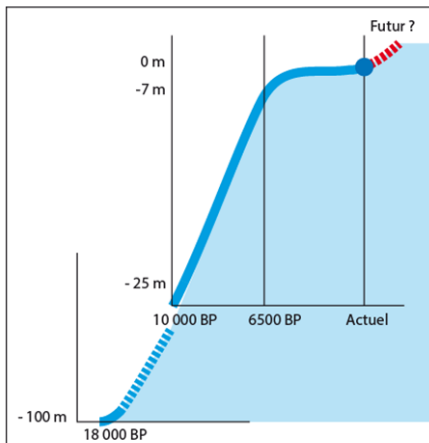
- **L'équilibre dynamique** des marais littoraux implique que la submersion contrôle l'accumulation de sédiments dans les marais
  - ⇒ La position altitudinale des marais s'ajuste probablement à la submersion
  - ⇒ En période de transgression, les taux de sédimentation dans les marais doivent compenser l'élévation du niveau de la mer pour éviter leur submersion

## 2.5. Que déduit-on de cette (relativement) longue mise en place des marais littoraux et arrière-littoraux à l'Holocène ?

Le bilan de la transgression holocène et de la formation des marais littoraux met en évidence trois réponses morpho-dynamiques possibles des marais littoraux. Elles relèvent tout à la fois de l'abondance des sédiments, de l'énergie du milieu et des variations du niveau de la mer ainsi que de la vitesse à laquelle ces variations se produisent. Ainsi, selon Nicholls (1989) et Carrasco et al. (2019), l'équilibre dynamique des marais littoraux implique que la submersion contrôle l'accumulation de sédiments dans les marais. La position altitudinale des marais s'ajuste probablement à la submersion et, par conséquent, en période de transgression, les taux de sédimentation dans les marais doivent compenser l'élévation du niveau de la mer pour éviter leur submersion.



- Stabilité jusqu'en 1807
- + 1,3 mm entre 1890 et 1980
- + 3 mm/an depuis 1980



## 6. Actuel : Accélération de la transgression

- Réduction ou pénurie de sédiments marins
- Sédiments continentaux ?

⇒ **Erosion littorale, réduction/disparition des marais littoraux et rétro-littoraux ?**

## 5. Après 3500 BP Elévation faible

- Pénurie sédimentaire
- Sédimentation continentale partiellement anthropisée
- Erosion des rivages, affleurements sur estran

**Rétrogradation**  
**Erosion littorale**

## 4. Ralentissement de l'élévation du niveau marin

- Sédimentation dans le marais et marine sur le cordon littoral

**Progradation du rivage**  
**Aggradation marais littoraux et rétro-littoraux**

## 3. Poursuite de la transgression

- Recul de la ligne de rivage sur le continent
- **L'altitude des marais s'ajuste au niveau de la mer**

## 2. Transgression marine post-glaciaire et holocène

Apports sédimentaires volumineux

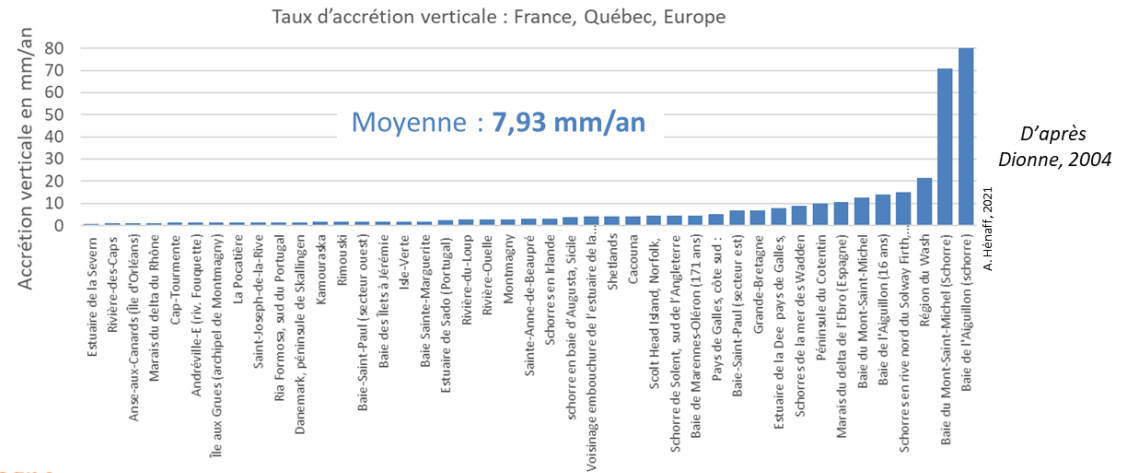
- Elévation rapide
- Sédiments accumulés vers la côte
- **Création de marais en zone abritée au niveau où se positionne le littoral**

Dans ces conditions, l'accélération de la transgression actuelle qui se produit dans un contexte sédimentaire défavorable pour les accumulations littorales (épuiement ou raréfaction des stocks sédimentaires hérités) conduit à s'interroger sur les évolutions actuelles et le devenir des marais littoraux et rétro-littoraux et leur potentielle rétrogradation. Les interrogations portent, en particulier, d'une part, sur les taux de sédimentation dans les marais littoraux au regard de l'élévation actuelle du niveau de la mer ; d'autre part, sur les conséquences des évolutions littorales, et du trait de côte. Les réponses diffèrent cependant selon qu'il s'agit de littoraux peu anthropisés ou de marais littoraux anthropisés, notamment les polders et marais drainés.



### 2.6. Des taux de sédimentation insuffisants expliquent-ils la rétrogradation actuelle des marais ?

- Vitesse d'élévation du niveau marin :
  - + 3 mm/an depuis 1980
- Taux de sédimentation contemporains :
- Moyenne : **7,93 mm/an** (moyenne globale)
- Mais **extrêmement variables régionalement** :
  - érosion des bassins versants
  - apports marins
  - localisation des mesures (schorre/slikke)
  - développement de la végétation
  - espèces invasives (*Spartine anglaise*)
  - ...



D'après Dionne, 2004

#### ⇒ Taux de sédimentation contemporains en Bretagne

- Moyenne : **23,13 mm/an (?)**
- Peu de données régionales disponibles (?)
- Difficultés :
  - Mesures
  - Variabilités spatiale et temporelle
  - Apports marins ? et/ou continentaux ?

	Taux de sédimentation	Source
Ouest de la baie du Mont-Saint-Michel	0,5 mm/an	Tessier et al., 2014
Baie du Mont-St-Michel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Front des herbues (abrité) : 10 à 20 mm/an</li> <li>• Haute slikke exposée : 80 à 120 mm/an</li> </ul>	Bonnot-Courtois, 2007
Baie du Mt-St-Michel : lagunes derrière cordons coquilliers	25 à 50 mm/an	Berger et Caline, 2002
Estuaire barré de la Rance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En profondeur : 16 mm/an</li> <li>• En surface : 3 mm/an</li> </ul>	Sonnich, 2017
Rivière maritime de Morlaix	6,48 mm/an	Bassoulet, 1987
Estuaire de la rivière du Conquet	14,8 mm/an (de 9 à 29 mm/an)	Guilcher, 1953
Estuaire de la rivière du Faou	15,2 mm/an (de 0 à 60 mm/an)	Guilcher, 1953
Estuaire du Keroullé	22,8 mm/an (de 7 à 23 mm)	Guilcher, 1953

A. Hénaff, 2021

### 2.6. Des taux de sédimentation insuffisants dans les marais expliquent-ils la rétrogradation actuelle des marais ?

La vitesse d'élévation du niveau global des océans est estimée à 3 mm/an. C'est à peu près ce qui est également mesuré sur les rivages bretons, avec des variations de cette vitesse au cours des derniers siècles et des dernières décennies, ainsi qu'en fonction du lieu d'observation par les marégraphes régionaux. A Brest, l'élévation est estimée à 25 cm au cours des 200 dernières années (SHOM). Les taux de sédimentation dans les marais maritimes que la littérature fournit (Dionne, 2004) apparaissent, en moyenne, nettement plus soutenus que l'élévation du niveau de la mer. Cette moyenne « globale » que l'on se risque à proposer ici, n'est cependant donnée qu'à titre indicatif, car des variations extrêmement importantes existent selon les lieux des mesures, selon les secteurs de marais suivis ou encore la position dans un même marais (schorre et/ou slikke). Localement, ce taux dépend, en effet, de l'érosion des bassins versants, des apports de sédiments marins, de l'extension de la végétation dans les marais et de la présence d'espèces végétales invasives, etc. A l'échelle de la région et du Finistère, seules quelques valeurs semblent avoir été publiées : les taux de sédimentation contemporains en Bretagne (Guilcher, 1953 ; Bassoulet, 1987 ; Berger et Caline, 2002, Bonnot-Courtois, 2007 ; Tessier et al., 2014) sont en moyenne de 23,13 mm. Mais le peu de données disponibles régionalement conduisent à montrer surtout la très grande variabilité de ces taux.

- Flux sédimentaires mesurés sur les B.V. : de 15 à 63 t/km<sup>2</sup>/an (Dausse, 2020)
- Des mesures indirectes dans les retenues de barrages permettent d'estimer la sédimentation issues des seuls bassins versants
  - ⇒ Sédimentation marine prépondérante selon les cas
  - ⇒ Sédimentation continentale = rôle de l'érosion des sols : variations selon cultures (maïs, pommes de terre,...), des berges,...

### Retenues (Bretagne)

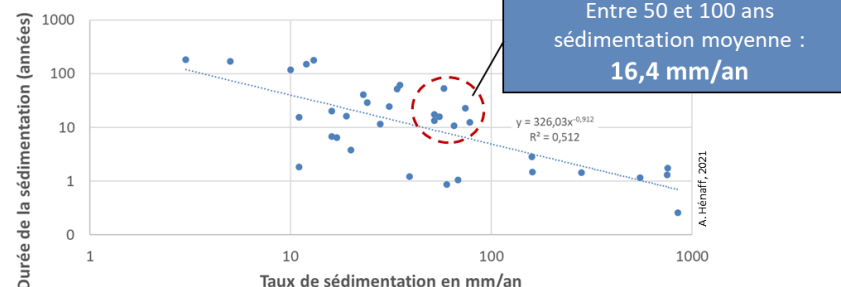
Retenues	Durée de sédimentation (ans)
Port de Morlaix	3
Plan d'eau du Moulin de Kerguiduff	5
Prise d'eau de Pen Al Len	10
Barrage de la Cantache	11
Plan d'eau d'Aquarev	11
Port de Morlaix	12
Barrage de Pontécouland	13
Gouet	16
Barrage de Borfoch	16
Blavet-Kerne Huel	17
Ville Gaudu	19
Etang de Cellac	20
Moulin Neuf à Pont-Abbé	23
La Roche qui boit	24
Arguenon	28
Barrage de Kerfaguer	31
Barrage d'Arzal	34
Barrage de Pontécouland	35
Barrage d'Antoureau	39
Saint-Sébastien Frehel	52
Barrage de la Vallée	52
Montafilan	55
Barrage de la Visance	58
Barrage de Keveneur	60
Vezins	65
Barrage de Bordilla	68
Kernansquillec	74
La Roche qui boit	78
Etang du Coronc	159
Bosméleac	160
Etang de Clegruc à Vay	281
Etang au Duc à Ploërmel	552
Marcellé Robert	750
Jugon les lacs	758
Chatillon en Vendelais	850

Sources diverses

### Taux de sédimentation

Valeur maximale : 183,9 mm/an  
 Moyenne : 35,7 mm/an  
 Médiane : 13,2 mm/an  
 Valeur minimale : 0,26 mm/an  
 (Âge moyen des retenues : 126,8 ans)

Taux de sédimentation dans les retenues en fonction de la durée du comblement

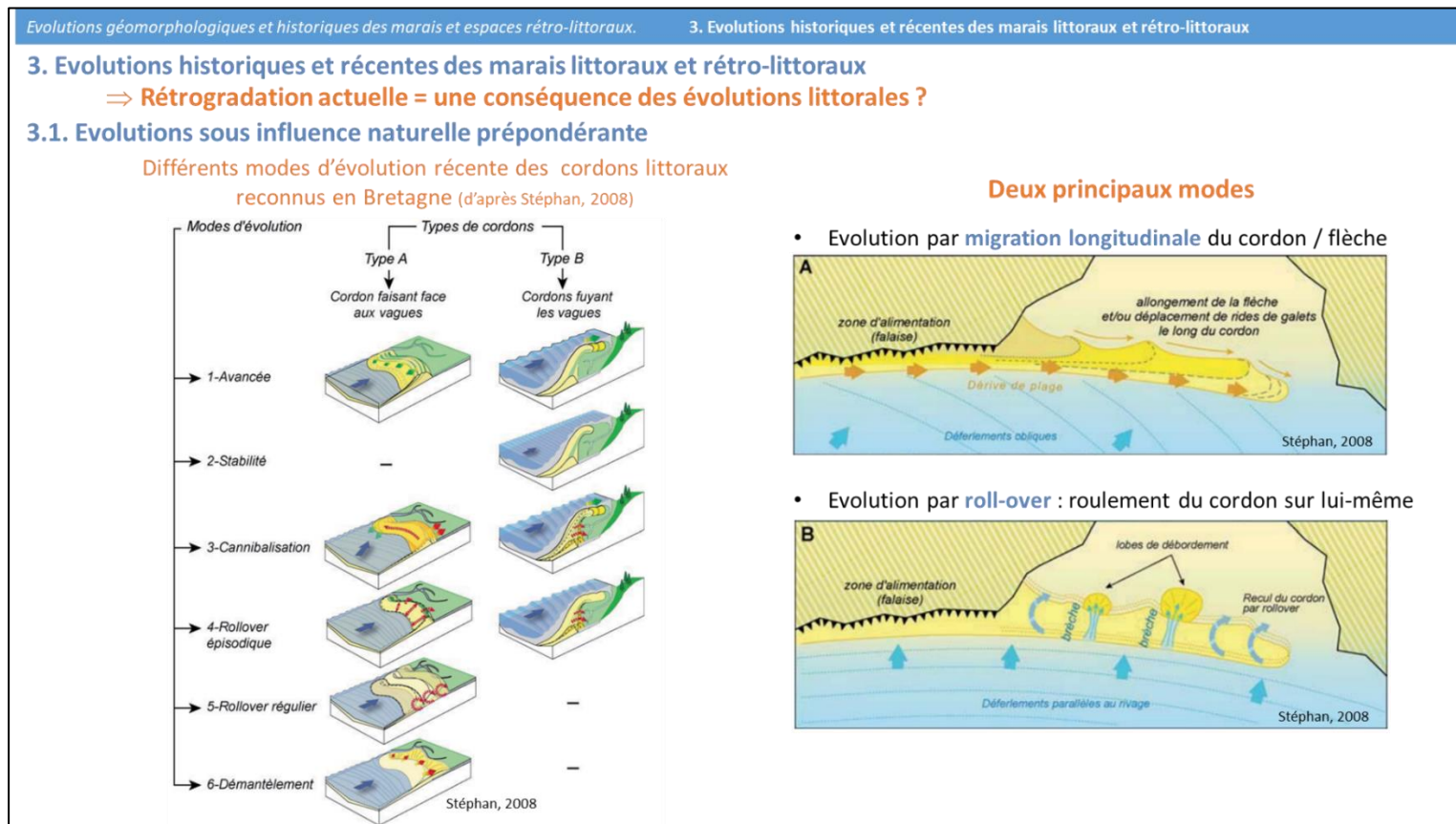


- **Sédimentation > élévation du niveau de la mer (?) ⇔ Généralisation difficile, moyenne délicate à extrapoler**
- *Qu'en est-il de l'évolution des cordons littoraux ?*

Ces informations ponctuelles peuvent être précisées partiellement : d'une part, par les taux de sédimentation d'origine continentale observés. Les flux sédimentaires sur les bassins versants sont ainsi estimés régionalement entre 15 et 63 t/km<sup>2</sup>/an (Dausse, 2020). D'autre part, par les mesures indirectes de la sédimentation dans les retenues de barrages (Hénaff, 2012). Aucune de ces estimations ne tient évidemment compte de la sédimentation marine qui est prépondérante dans de nombreux marais littoraux et rétro-littoraux. Ces mesures montreraient que les apports sont relativement élevés. Ils sont nécessairement variables en fonction de l'âge des retenues mais aussi de l'utilisation des sols sur les bassins versants : entre autres, l'urbanisation et l'artificialisation qui accélèrent les écoulements, les cultures qui y sont pratiquées et notamment l'ampleur de celles qui laissent des terres découvertes durant l'hiver (telles que la maïsiculture, la culture de pommes de terre) et favorisent l'érosion hydrique. Selon les données collectées dans la littérature (plusieurs sources), les taux sont compris entre 0,26 mm/an et 183 mm/an pour une médiane de 13,2 mm/an pour l'ensemble des retenues considérées dont l'âge moyen est ici de 126,8 années. Si l'on considère les seules retenues dont l'âge est compris entre 50 et 100 ans, la sédimentation moyenne serait de l'ordre de 16,4 mm/an. Ces taux sont nettement plus élevés que la vitesse d'élévation du niveau de la mer, mais leur généralisation pose problème et les valeurs centrales restent délicates à extrapoler. On peut admettre cependant que, dans nombre de cas, cette sédimentation est à même de compenser l'élévation du niveau de la



mer. Il faut donc considérer le second facteur favorisant l'évolution régressive des marais littoraux et rétro-littoraux, à savoir les évolutions des littoraux notamment des cordons protecteurs de ces marais.



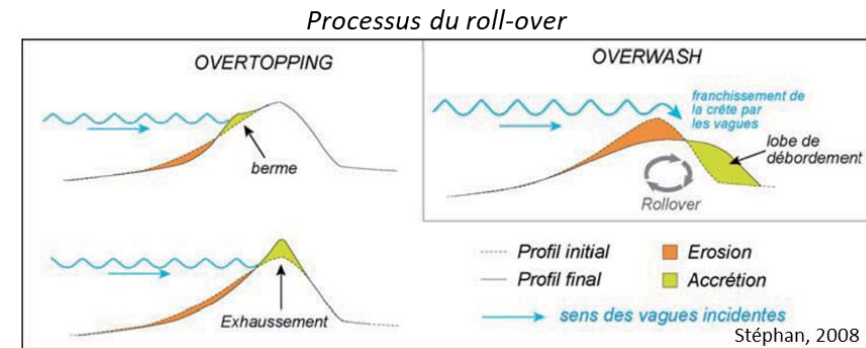
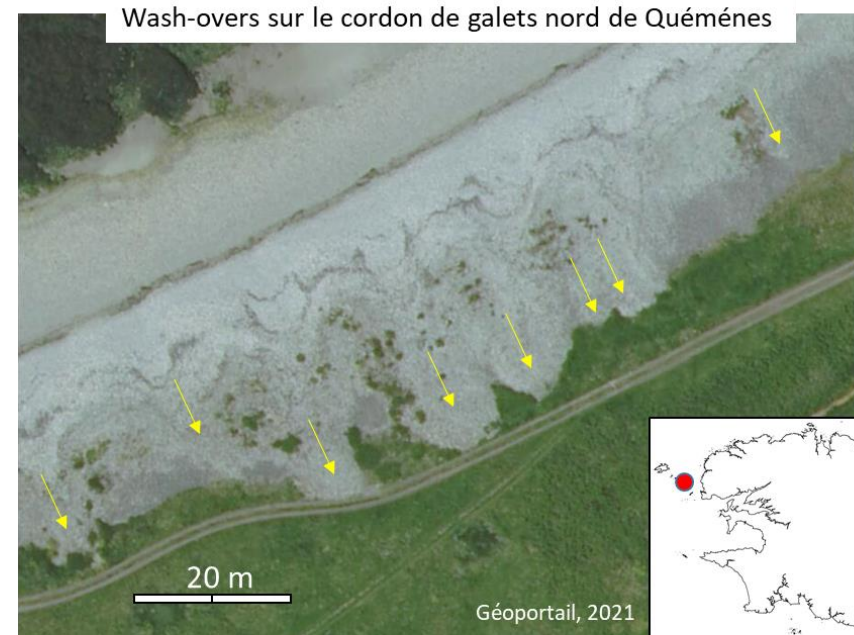
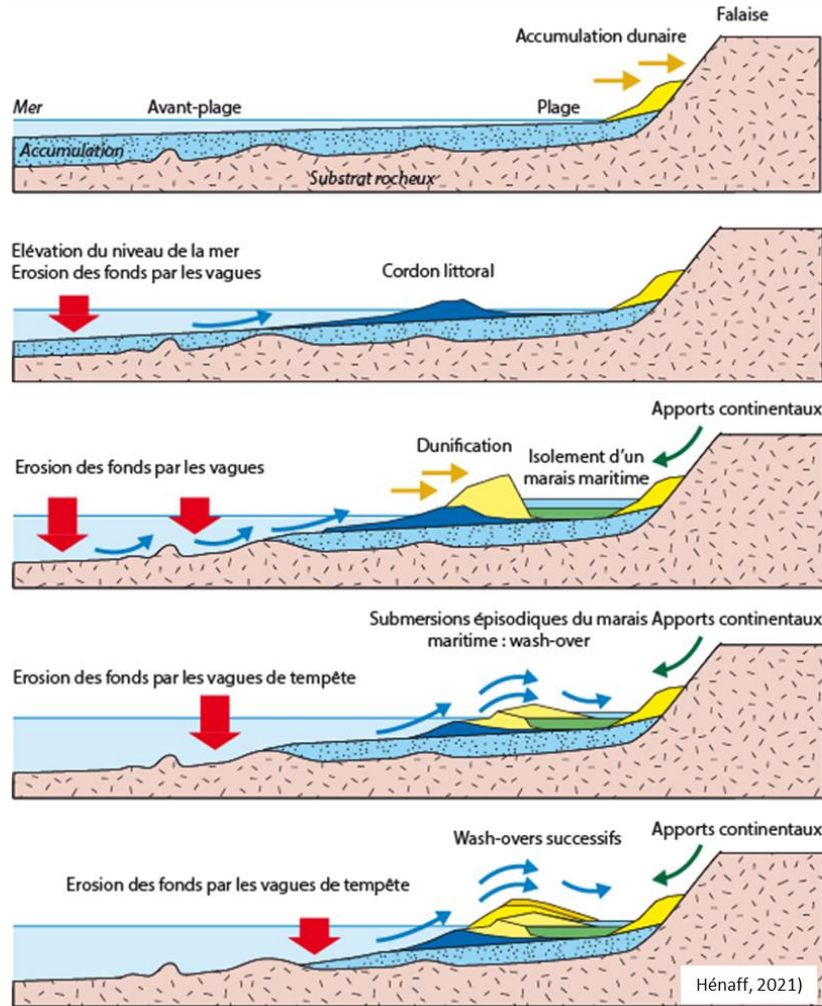
### 3. Evolutions historiques et récentes des marais littoraux et rétro-littoraux

#### 3.1. Evolutions sous influence naturelle prépondérante

Différents modes d'évolution des cordons littoraux abritant les marais littoraux et rétro-littoraux ont été décrits (Stéphan, 2008). Dans des conditions où les aménagements ou les interventions anthropiques sont inexistantes ou peu présents, deux principaux types de processus d'évolution peuvent être observés qui, généralement, s'additionnent pour faire évoluer les accumulations littorales. Le premier résulte de la migration longitudinale (c'est-à-dire, le long de la ligne de rivage) des sédiments des cordons exposés aux vagues. Sous l'effet de la dérive littorale, les cordons évoluent sous forme de flèches littorales qui, alimentées en sédiments depuis l'amont-dérive, se maintiennent en équilibre dynamique tant que la fourniture de sédiments compense les déperditions en aval-dérive. La progression des flèches tend à fermer l'exutoire du marais mais l'écoulement des eaux continentales et marines à marée descendante régule, par effet de chasse, le maintien de l'ouverture. Une abondance temporaire de sédiments ou une diminution de l'écoulement continental peut conduire parfois à l'obstruction de la passe. Inversement, l'insuffisance de sédiments ou une amplification de l'écoulement conduit au recul du cordon et à l'agrandissement de l'exutoire. Le second type d'évolution correspond à la migration transversale du cordon

sur le continent. Poussé par les vagues et s'ajustant, à moyen et long termes, à l'élévation du niveau de la mer, le cordon roule (processus du *roll-over*) sur lui-même vers l'intérieur du marais. Les débordements de tempête (*wash-over*) peuvent fréquemment étaler le cordon dans le marais ou y ouvrir des brèches, accélérant temporairement le processus de roll-over.

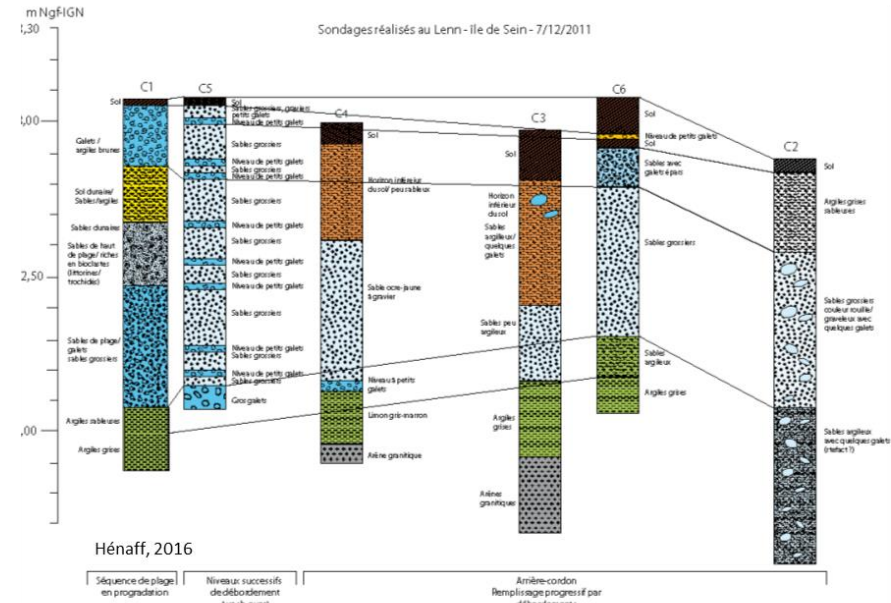
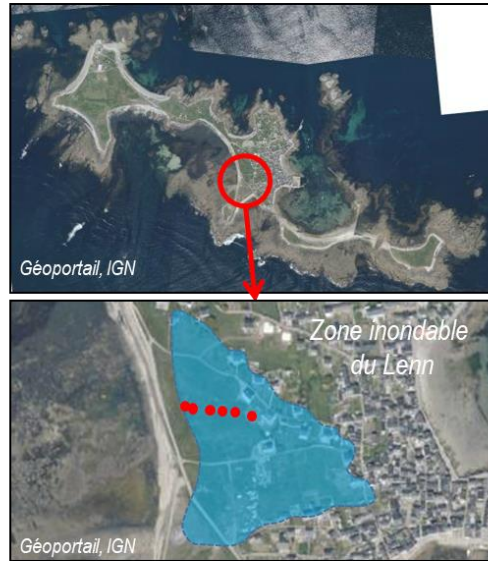
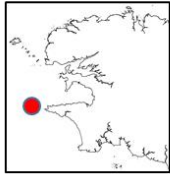
➤ Evolutions par « wash-overs » successifs et « roll-over » d'un cordon sur le continent



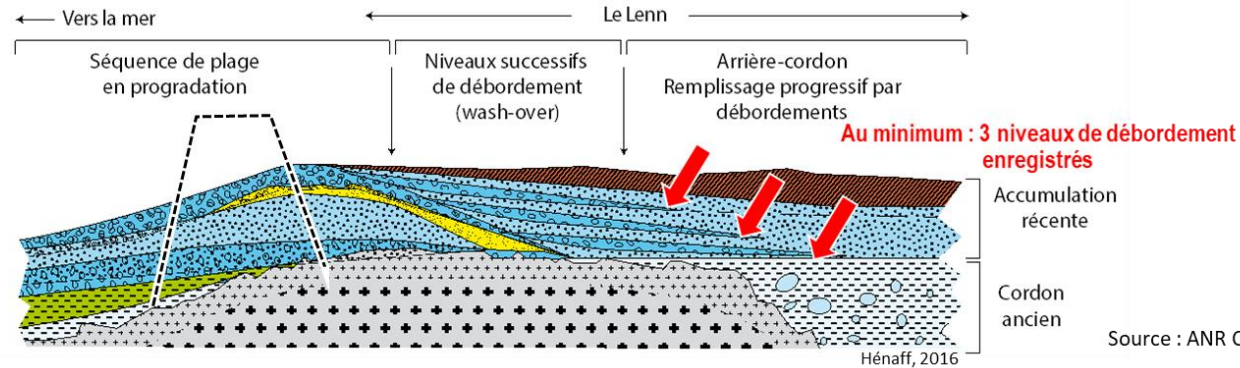
Le roll-over des cordons dans lequel les wash-overs produits par les vagues énergétiques qui dépassent la crête du cordon projettent les matériaux dans les marais littoraux sont très couramment observés. Un exemple est donné ici du cordon nord de l'île de Quémènes dans l'archipel de Molène sur lequel les fréquents wash-overs envahissent le marais rétro-littoral. La conséquence de ces processus est la réduction progressive de la surface du marais en arrière.



- Exemple du secteur submersible du Lenn à l'île de Sein  
 ⇒ **cordon de galets endigué**



**Interprétation**



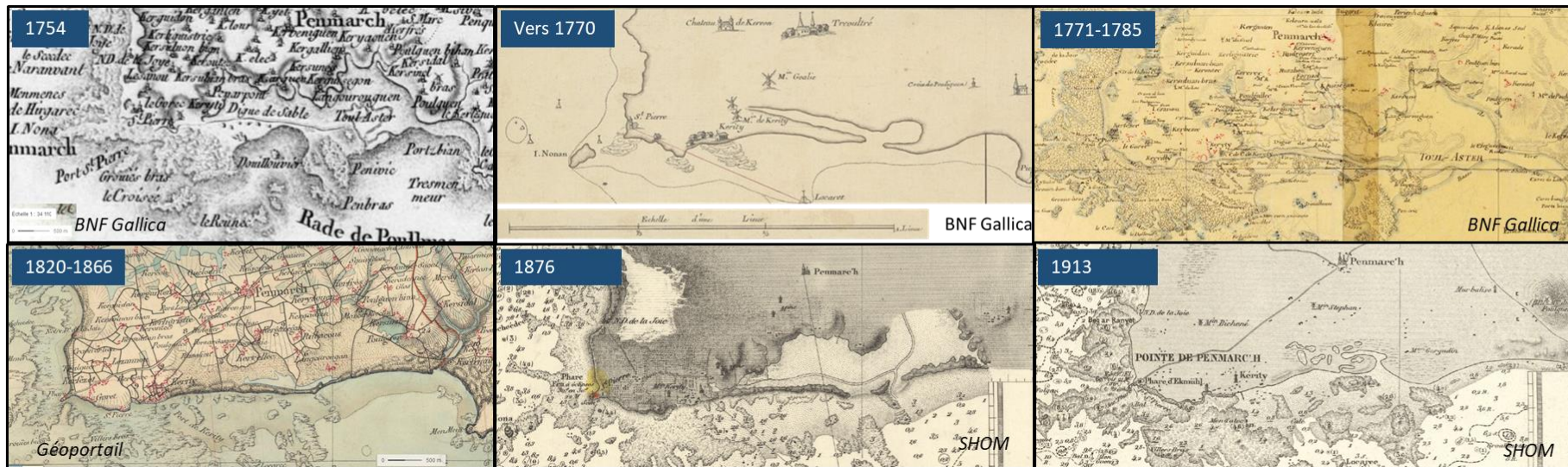
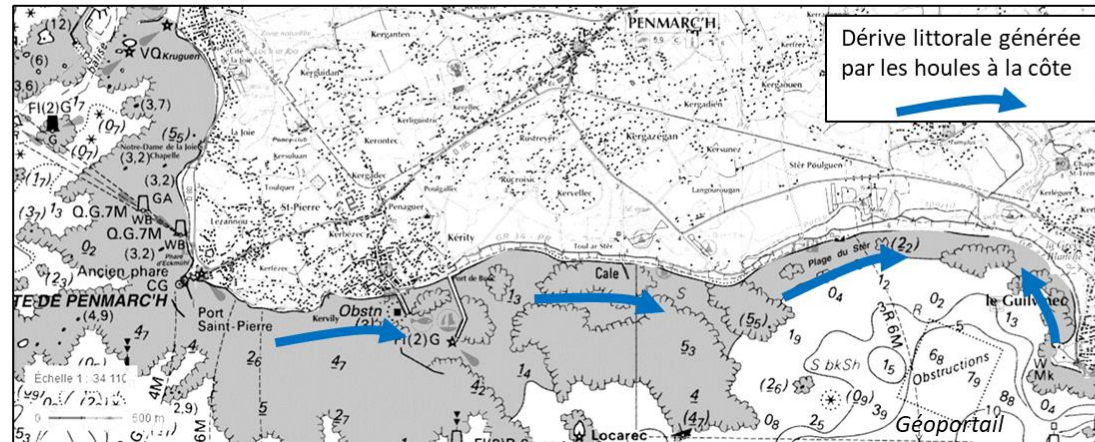
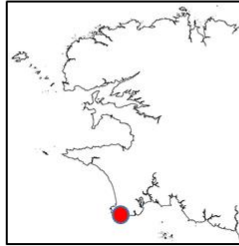
Source : ANR COCORISCO, 2016

A l'île de Sein, dans le secteur du Lenn, les formations sédimentaires sondées en arrière de la digue montrent plusieurs niveaux de galets et de sable interstratifiés qui ont été étalés par des tempêtes successives. Trois niveaux de débordement y sont nettement identifiés qui peuvent correspondre à des événements météo-marins particulièrement violents qui ont recouvert une surface importante de ce marais avant son endiguement en 1756.



➤ Evolutions de marais rétro-littoraux soumis aux dynamiques longitudinales des cordons au cours de la période historique

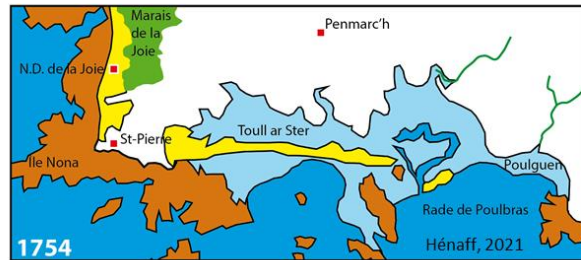
- Marais de Poull-ar-Ster et Poulguen à Penmarc'h et Le Guilvinec



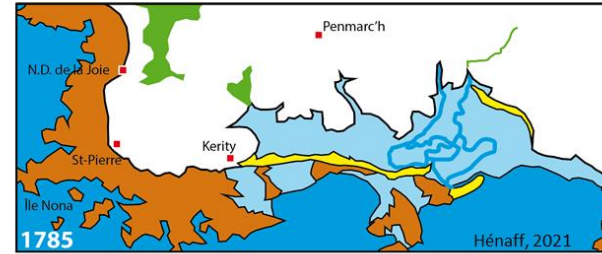
Un exemple des conséquences sur le moyen terme (1754-actuel) de la migration longitudinale de cordons littoraux est observable sur les côtes méridionales du pays-Bigouden dans le sud du Finistère. Les marais actuellement drainés de Poull-ar-Ster et de Poulguen, entre Penmarc'h et Le Guilvinec, sont actuellement abrités derrière un cordon sableux dunifié. L'examen et la comparaison des cartes anciennes et actuelles de ce secteur montrent qu'en quelques siècles seulement, la configuration de ce secteur côtier a totalement modifié la situation de ces marais. Le marais, initialement (XVIII<sup>e</sup> siècle) très ouvert sur la mer par deux passes, est désormais exclu des influences de la mer. Cette évolution s'est néanmoins déroulée en plusieurs étapes de fermeture puis de ré-ouverture.



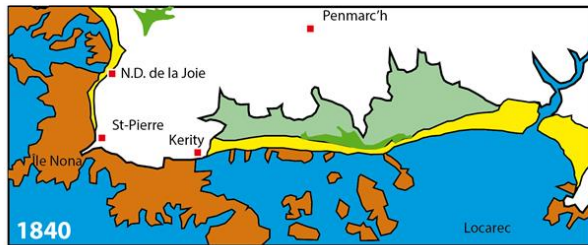
- Sous l'effet de la dérive littorale : ouvertures/fermetures des cordons et isolement des marais de Toull-ar-Ster et de Poulguen à Penmarc'h



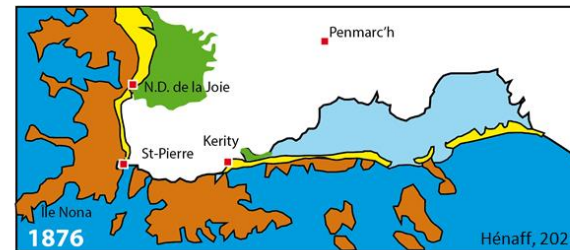
1754 - Ouvertures larges à l'extrémité d'une flèche littorale



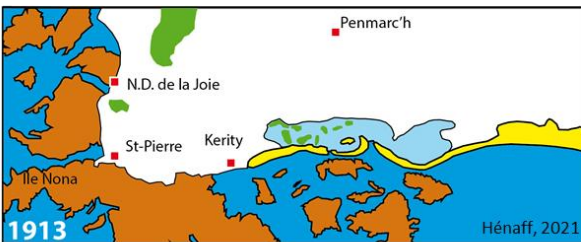
1785 – Réduction de la passe ouest par allongement de la flèche littorale



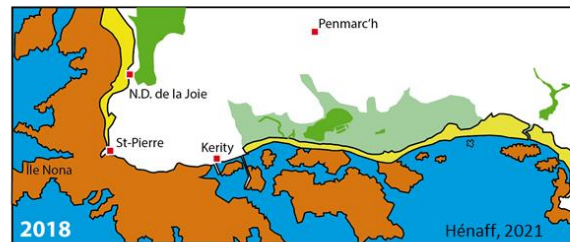
1840 – Fermeture des passes, passage à un cordon littoral



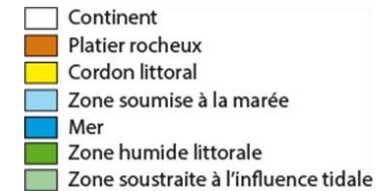
1876 – Réouverture des passes



1913 – Rétrécissement progressif de la largeur des passes

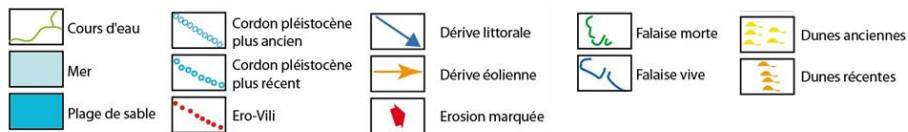
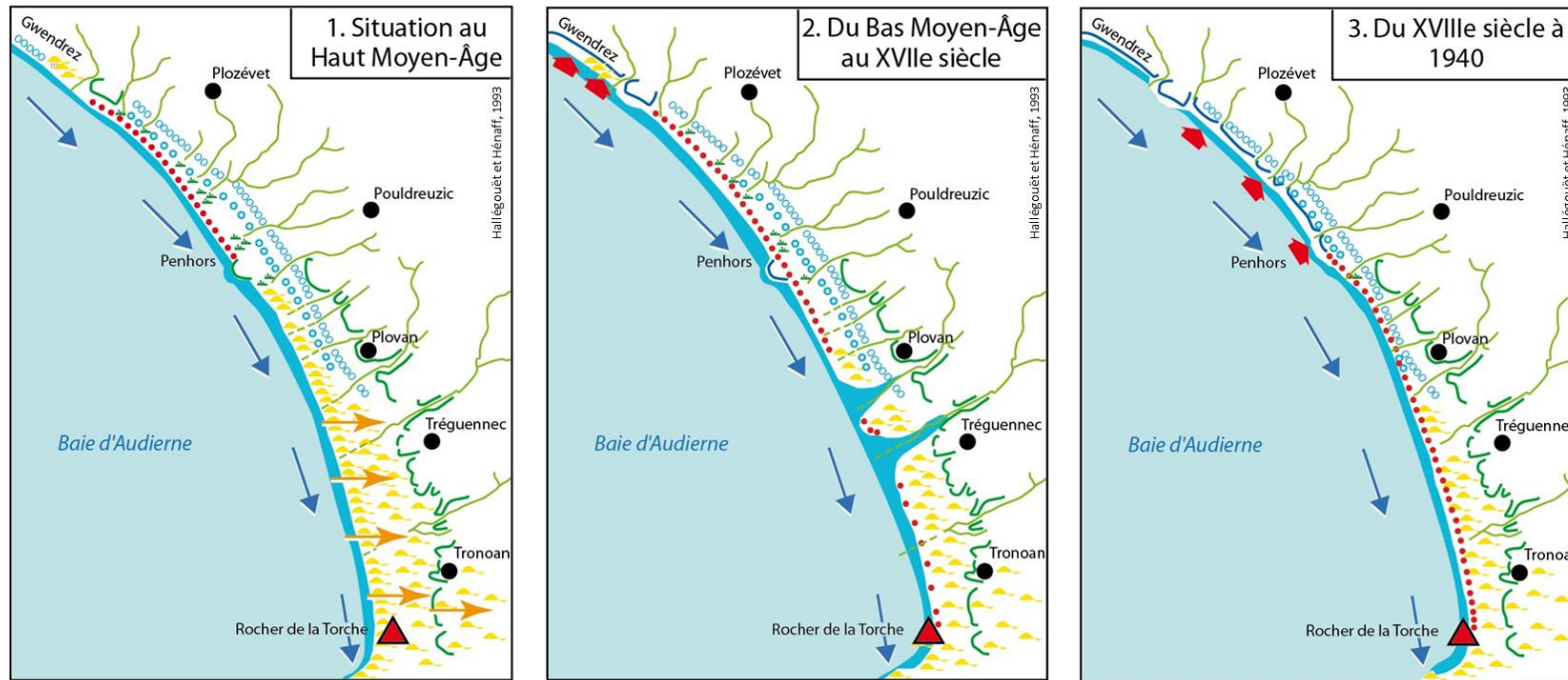


Actuel – Passes fermées, cordon littoral continu, marais drainé



L'isolement de ces marais et leur continentalisation se sont produits sur une période relativement courte, entre la moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle et le début du XX<sup>e</sup> siècle. Les passes assez larges qui figurent sur la carte de 1754 se localisent à l'est d'une flèche littorale. La flèche progresse de l'ouest vers l'est sous l'effet d'une dérive littorale qui s'inverse après l'exutoire de Poulguen. Ces passes se ferment progressivement, comme tend à le montrer la carte de 1785, sans doute du fait d'apports sableux littoraux en provenance de l'ouest et, potentiellement, d'un écoulement continental moins compétent. En 1840, il semble que le cordon littoral soit alors continu, en dehors de l'exutoire de Poulguen. Sur la carte de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (1876), le cordon est par contre à nouveau ouvert par deux passes étroites. Cette situation va perdurer jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle (carte de 1913) avant que n'intervienne la fermeture du cordon qui persiste jusqu'à l'actuel et qui a permis de drainer les marais en arrière.

• Transformation du paysage littoral en baie d'Audierne, au sud de Plozévet, du Moyen-Âge à l'actuel

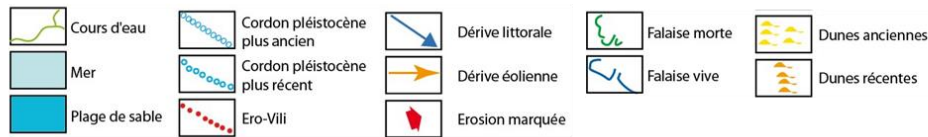
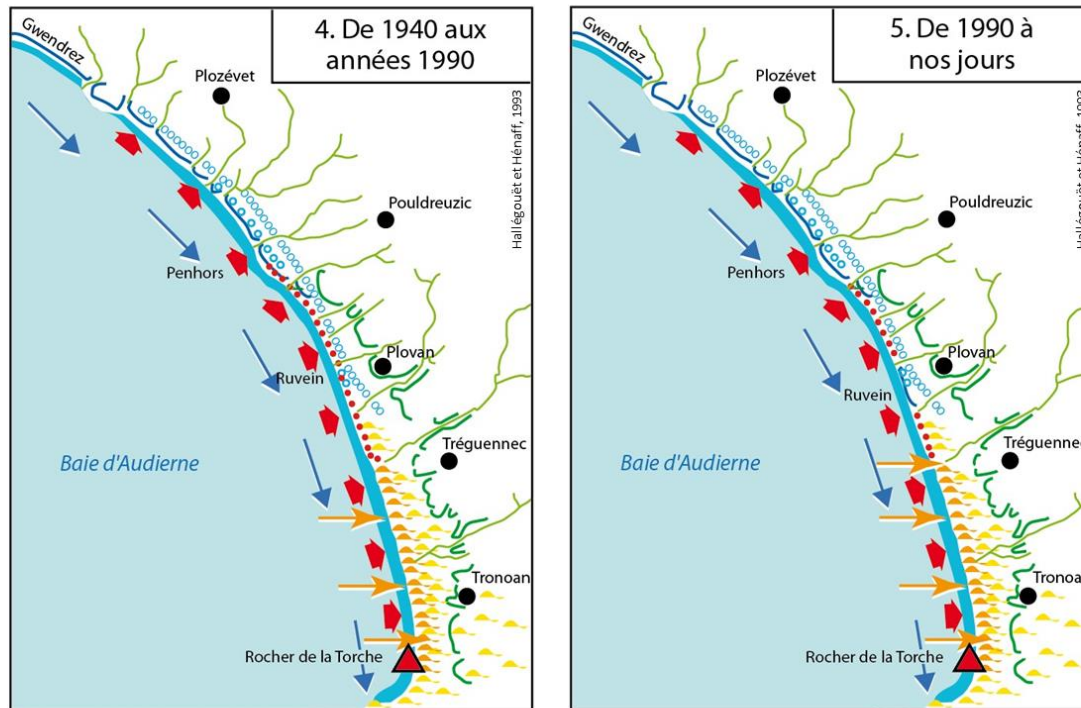


Travaux de terrain et cartes anciennes permettent de retracer les évolutions du sud de la baie d'Audierne au cours de la période historique. Hallégouët et Hénaff, 1993)

Les deux processus d'évolution sont généralement concomitants sur le littoral. Ainsi, les connaissances acquises sur le terrain et grâce aux cartes anciennes montrent que l'Ero-Vili, cordon de galets localisé entre Penhors et le sud de la baie d'Audierne, progressant en direction de la pointe de la Torche, est issu du démantèlement d'un ancien cordon localisé au nord, entre Gwendrez (Plouhinec) et la pointe de Penhors (Pouldreuzic). La dérive littorale orientée vers le sud dans cette baie a construit l'Ero-Vili en avant des dunes anciennes de Tréguennec et de Tronoën à partir du Haut Moyen-Âge, stoppant alors la formation des premières générations de dunes. La progression du cordon, entre le Bas Moyen-Âge et le XVII<sup>e</sup> siècle, a également eu pour effet de barrer les exutoires des ruisseaux parvenant dans la baie, dont les plus importants, les exutoires de Kergalan et de Trunvel étaient ouverts auparavant sur la mer comme l'attestent les cartes de l'époque. Des marais maritimes se sont alors développés dans ces vallées submergées, du XVIII<sup>e</sup> siècle jusqu'à l'actuel.



• Transformation du paysage littoral en baie d'Audierne, au sud de Plozévet, du Moyen-Âge à l'actuel



Travaux de terrain et cartes anciennes permettent de retracer les évolutions du sud de la baie d'Audierne au cours de la période historique. Hallégouët et Hénaff, 1993)

Renforcement par actions anthropiques

L'usine de galets de Tréguennec



<https://www.ero-vili.fr/le-recul-du-trait-de-cote>



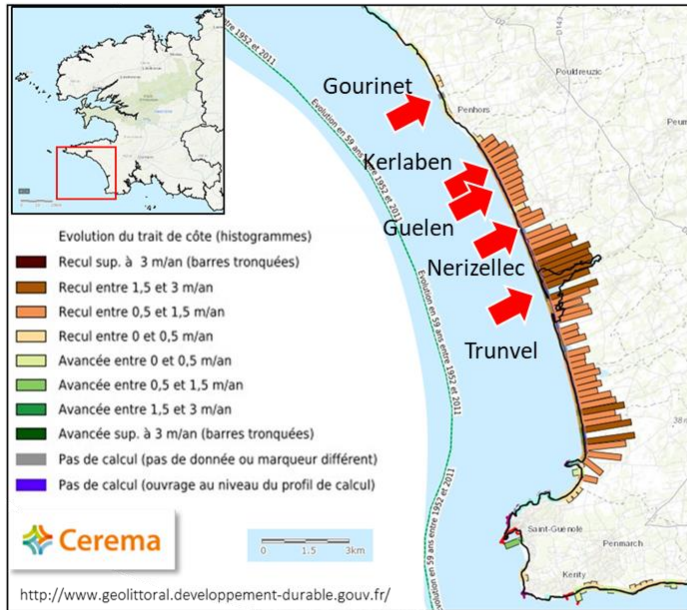
La cordón dunaire prend le relais du cordon de galets pour former le trait de côte. Les blockaus indiquent le recul du littoral depuis la dernière guerre - Photo Roland Chatain 1988

Dès lors que l'alimentation en galets de l'Ero-Vili s'est arrêtée, c'est-à-dire lorsque le stock ancien de galets a été consommé par l'érosion et la dérive littorale, l'Ero-Vili a lui-même été touché par l'érosion littorale. Son démantèlement progressif a, par ailleurs, été largement accéléré par l'exploitation de ses galets durant le 2<sup>e</sup> Guerre mondiale et dans les décennies suivantes. Désormais, le cordon recule sur les dépressions topographiques d'arrière-côte et envahit au fur et à mesure les marais littoraux. Là où des brèches sont ouvertes par les eaux continentales au travers du cordon, ce sont désormais les sables intertidaux poussés par la mer qui encombrant les exutoires. Repris par la déflation éolienne, ils initient alors le développement d'une nouvelle génération de dunes au détriment des surfaces de marais arrière-littoraux.



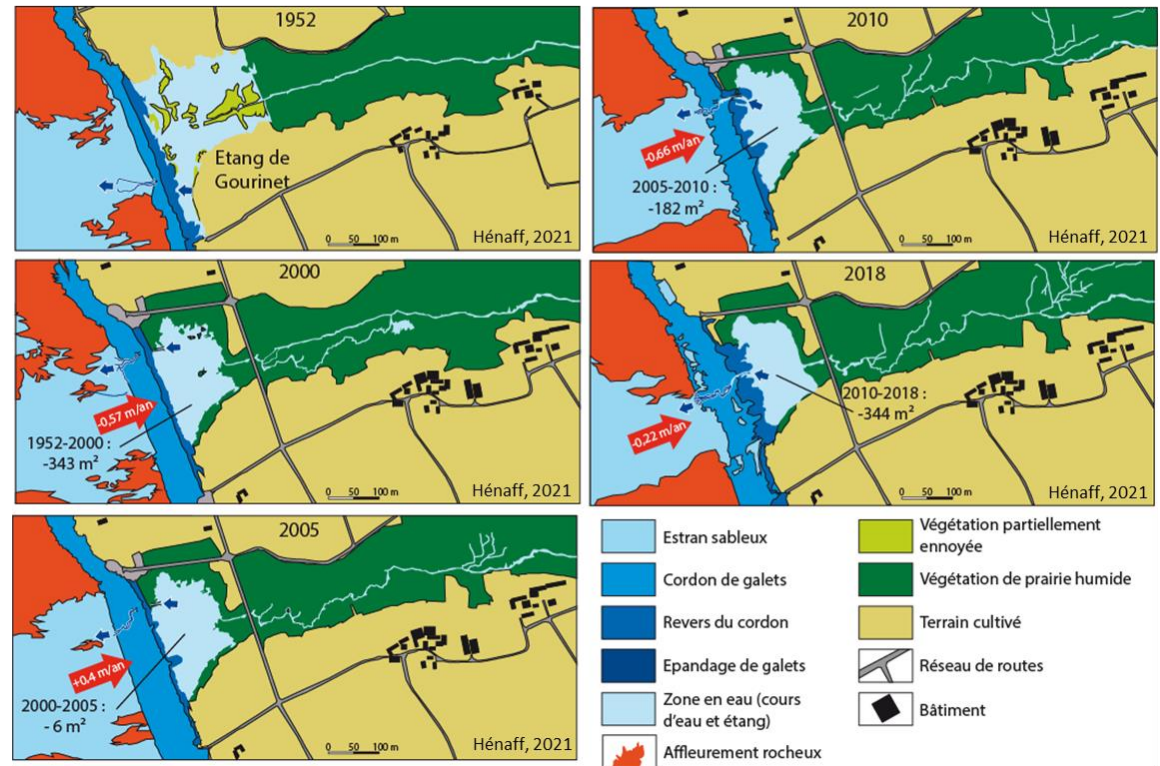
• **Conséquences récentes (fin du XXe-début XXIe S.) : réduction des superficies de marais rétro-littoraux par recul de l'Ero-Vili**

**Bilan des évolutions du trait de côte de 1952 à 2011**



- Avant la 2de Guerre mondiale : 0,5 à 0,6 m/an
  - 1943 à 1992 : 2 m/an en moyenne
  - 1966 à 1975 : 4 m/an
  - 1990 à 2004 : inférieure à 1 m/an
- (D'après : Hallégouët et al, 1989, Faye et al. 2004)

• Palud Gourinet (Pouldreuzic/Plozévet)



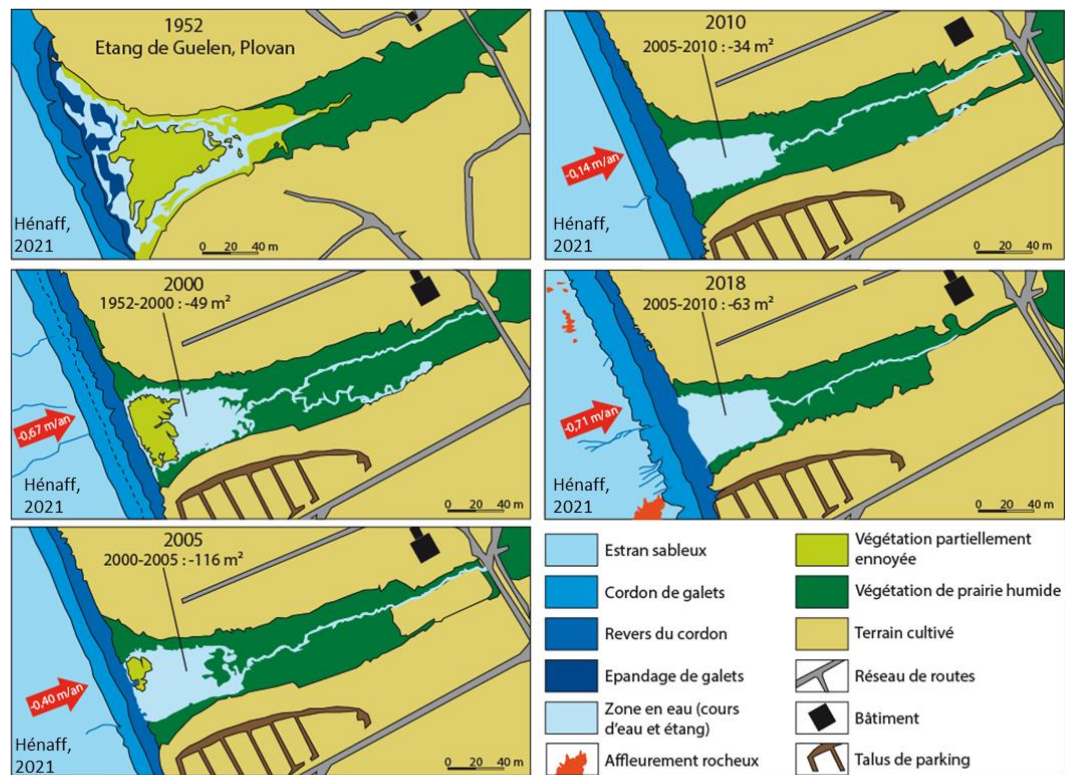
Le bilan récent des évolutions à moyen terme du trait de côte est fourni par l'indicateur national d'érosion côtière (INEC) du Cerema et les travaux de comparaison diachronique antérieurs. Cette évolution est, avant la 2de Guerre mondiale de 0,5 à 0,6 m/an ; de 1943 à 1992, elle atteint 2 m/an en moyenne. De 1966 à 1975, elle est maximale avec une moyenne de 4 m/an. Elle diminue entre 1990 à 2004, passant à moins de 1 m/an (Hallégouët et al., 1989, Faye et al. 2004). Au regard de ce recul du trait de côte, une comparaison diachronique des surfaces des marais a été réalisée pour les paluds de Gourinet, Kerlaben, Guellen et Nérizellec, qui correspondent à ces étangs littoraux générés par l'accumulation d'eau continentale dont l'écoulement est entravé par le cordon qui barre leur exutoire. Les documents comparés sont la carte de l'Etat-Major du milieu du XIXe siècle et les photographies aériennes de 1952, 2000, 2005, 2010 et 2018 ou 2021.

• **Conséquences récentes (fin du XXe-début XXIe S.) : réduction des superficies de marais rétro-littoraux par recul de l'Ero-Vili**

- Etang de Kerlaben (Plovan) : vers une disparition du marais rétro-littoral ?



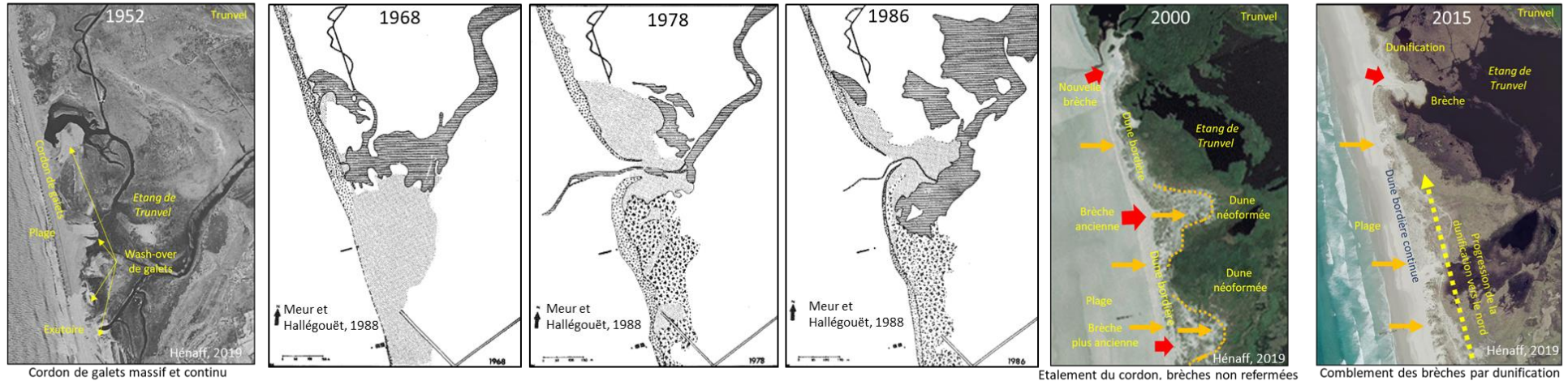
- Etang de Guelen (Plovan)



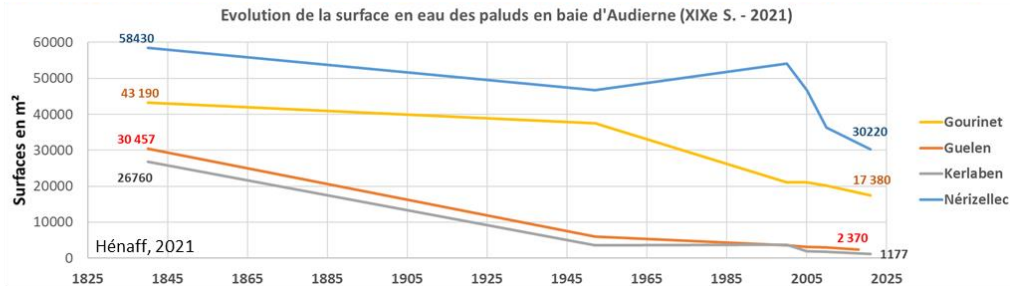
Les évolutions des paluds de Kerlaben et de Guelen, à Plovan, sont également retracées ici à partir des documents cartographiques et des photographies de l'IGN. Dans les deux cas, comme dans le précédent, on observe l'empiètement progressif du cordon de galets sur l'étendue initiale du marais rétro-littoral. La réduction de la seule surface en eau de ces paluds témoigne de la diminution de la surface entière du marais. En effet, aucune extension de ce marais dans le talweg ou la partie amont de la vallée n'accompagne au final les pertes de surfaces dues au recul du trait de côte.



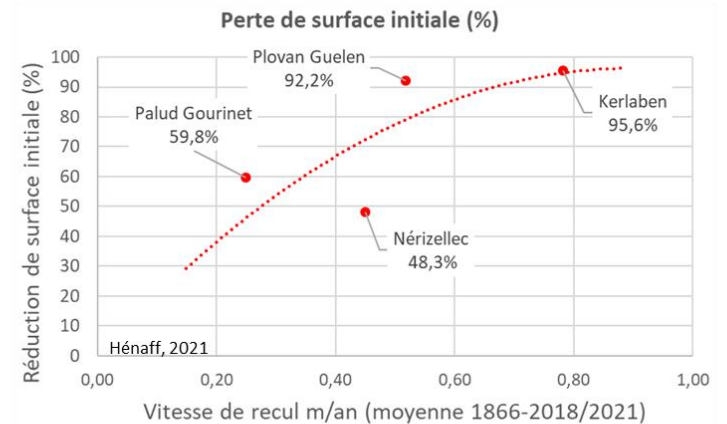
• La transformation du paysage littoral au droit de l'étang de Trunvel depuis les années 1950



• Bilan pour les paluds et étangs de Gourinet, Guelen, Kerlaben, Nérizellec



- Réduction des surfaces ennoyées = indicateur partiel de la perte de surface des marais
- Diminutions : de près de 50 % à plus de 90 %



• Dans les dernières décennies, les reculs naturels et d'origine anthropique de la ligne de rivage contribuent à la réduction des superficies des marais rétro-littoraux

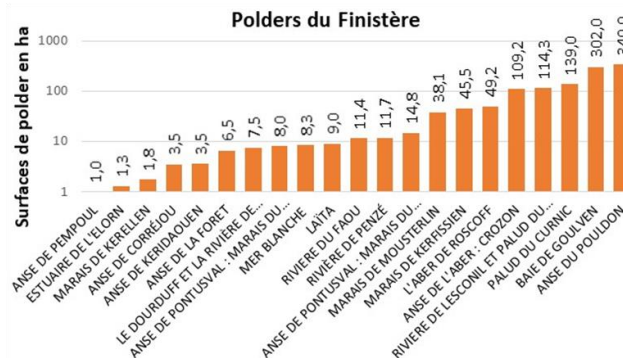
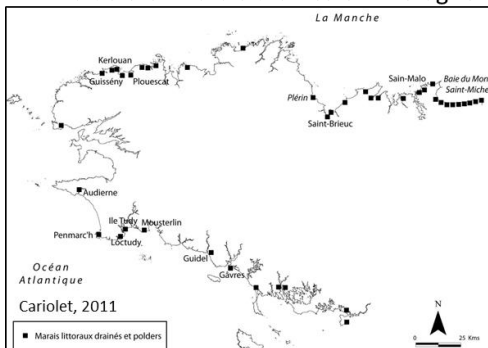
Au-delà des transformations du paysage et de la morphologie littorale telles celles observées dans l'exutoire de l'étang de Trunvel (Hallégouët, Meur et Tanguy, 1988), les marais rétro-littoraux de la baie d'Audierne régressent de manière importante. Ainsi, dans les dernières décennies, les reculs naturels et d'origine anthropique de la ligne de rivage contribuent à la réduction des superficies des marais rétro-littoraux. Les seules surfaces en eau des quatre petits marais observés sont ainsi réduites de 50 à 90%, de manière presque proportionnelle à la vitesse de retrait du rivage. Cependant, les surfaces de marais sont, dans le même temps, réduites progressivement sans reconstitution compensatrice en amont.



### 3.2. Evolutions sous influence anthropique prédominante : les polders littoraux et marais rétro-littoraux drainés

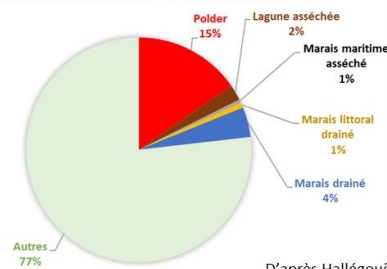
« ... dans bien des cas, les terres soumises aux aléas futurs de submersion marine correspondent aux conquêtes effectuées par l'Homme sur la mer depuis le Moyen-Âge. » (Bazin et Olivry, 2017)

- Polders et marais drainés en Bretagne

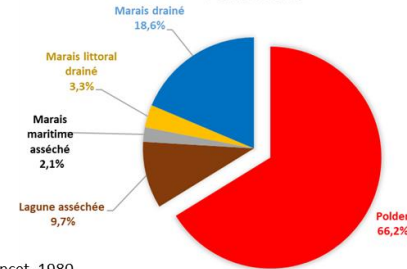


FINISTERE	Surfaces (ha)
Polder	1225,60
Lagune asséchée	180,30
Marais maritime asséché	39,20
Marais littoral drainé	60,95
Marais drainé	344,93
<b>Total (ha)</b>	<b>1850,98</b>

PART DES POLDERS DANS LES SUPERFICIES DE MARAIS LITTORAUX ET RETROLITTORAUX



MARAIS LITTORAUX DRAINÉS, ASSÉCHÉS, POLDÉRISÉS



D'après Hallégouët et Poncet, 1980

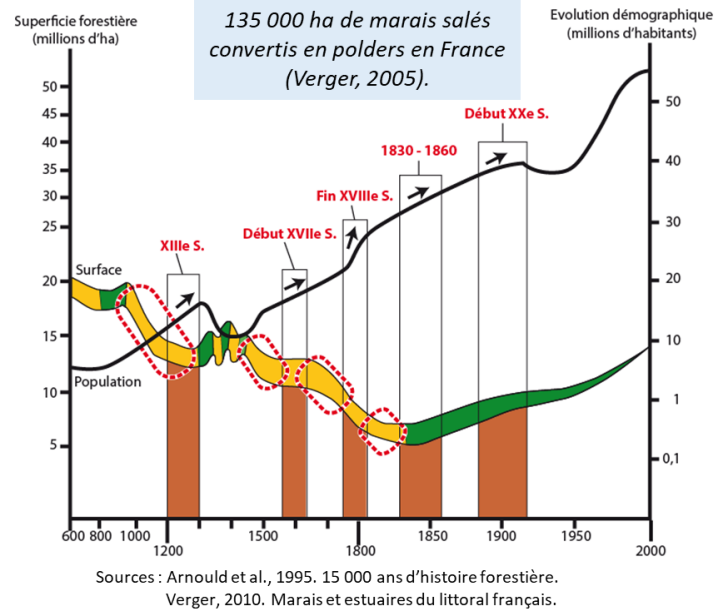
### 3.2. Evolutions sous influence anthropique prédominante : les polders et marais rétro-littoraux drainés

Les conditions actuelles et les évolutions à venir du niveau marin et des dynamiques littorales exposent également les polders et marais drainés à l'érosion et la submersion. Des enjeux anthropiques sont alors concernés à des degrés divers. Comme l'indiquent Bazin et Olivry (2017) dans leur étude du devenir des terrains du Conservatoire du Littoral, « ... dans bien des cas, les terres soumises aux aléas futurs de submersion marine correspondent aux conquêtes effectuées par l'Homme sur la mer depuis le Moyen-Âge. ». En Bretagne, en dehors des grandes superficies de marais polderisés en baie du Mont-Saint-Michel, il existe surtout de nombreux polders d'étendues réduites à moyennes. Ainsi, dans le Finistère, une vingtaine de polders s'étendent sur quelque 1225 ha de terrain conquis sur la mer. Cette étendue s'additionne à celles des lagunes et marais maritimes asséchés et des marais drainés pour une superficie totale de l'ordre de 1851 ha. Le polder de l'anse du Pouldon entre Combrit et l'Île-Tudy, le plus étendu dans le Finistère, a permis de conquérir 340 ha de terres, tandis que le polder de l'anse de Pempoul (Saint-Pol-de Léon) ne correspond qu'à 1 ha.

## • Chronologie

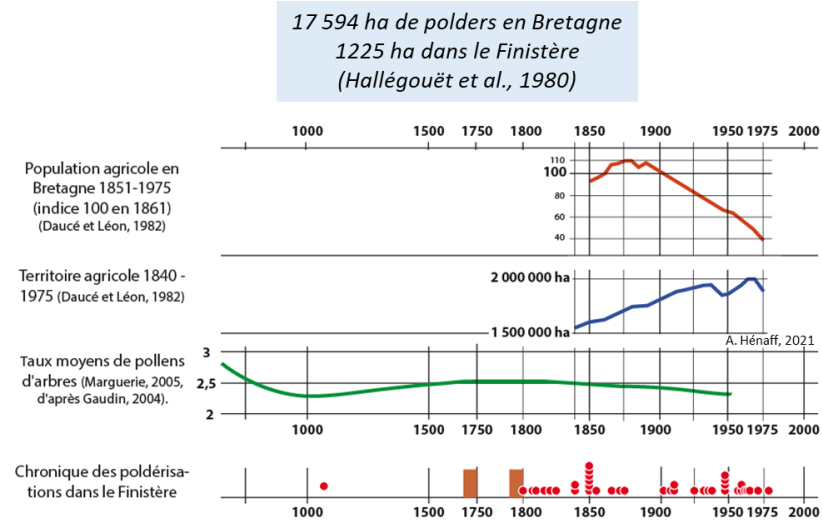
### • La poldérisation en France

- ⇒ Périodes de croissance démographique
- ⇒ Besoins en terres agricoles + industries
  - ⇒ Déforestation
  - ⇒ Erosion des sols
  - ⇒ *Accroissement de la sédimentation naturelle estuarienne et littorale*



### • La poldérisation dans le Finistère et en Bretagne

- ⇒ Chronologie comparable
- ⇒ Rareté du couvert forestier durant l'époque moderne
- ⇒ Extension du territoire agricole
- ⇒ Exploitation du bois (industrie, exportations)
  - ⇒ *Erosion des sols* ⇔ *sédimentation estuarienne et littorale*



En France, les conquêtes de terres sur la mer par poldérisation se font à diverses périodes. Débutées aux alentours du XIII<sup>e</sup> siècle, elles se poursuivent jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle, comme ce fut le cas dans la baie du Mont-Saint-Michel. D'une manière générale, et peut être de manière schématique néanmoins, ces entreprises coïncident assez bien au cours de l'histoire, d'une part, avec les périodes de croissance démographique marquées et donc, d'autre part, avec les périodes d'extension des surfaces agricoles au détriment des surfaces de forêt. A priori, ces conditions favorisent l'érosion hydrique des sols et par conséquent l'accroissement de la sédimentation dans les cours d'eau puis dans les estuaires et les anses littorales abritées. Elles sont profitables à l'aggradation des marais littoraux. En Bretagne, la chronologie est assez comparable, même si elle reste plus difficile à établir. On peut tenter d'en retracer quelques étapes en s'appuyant sur les travaux de Daucé et Léon (1982) et de Gaudin (2004) ainsi que des diverses sources datant les polders. L'une des particularités reste cependant que les surfaces forestières régionales seraient déjà réduites dès le XV<sup>e</sup> siècle. Les premières conquêtes sur la mer s'établissent dès le XII<sup>e</sup> siècle. La période la plus importante est certainement la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, période de forte demande en terres agricoles du fait de la croissance démographique qui précède l'exode rural liée à l'industrialisation du pays. Les endiguements s'appuient souvent sur les accumulations littorales existantes à partir desquelles, bien souvent, une simple digue et quelques fermetures d'anciens graus permettent d'exclure un espace intertidal des influences de la mer. Des poldérisations tardives interviennent également au début du XX<sup>e</sup> siècle, ainsi que dans les décennies qui suivent la 2<sup>de</sup> Guerre mondiale.

• **Conséquences de la poldérisation**

**1) L'abandon de la vocation agricole des polders au profit de l'urbanisation dans les dernières décennies**

Polder de Combrit - Île-Tudy

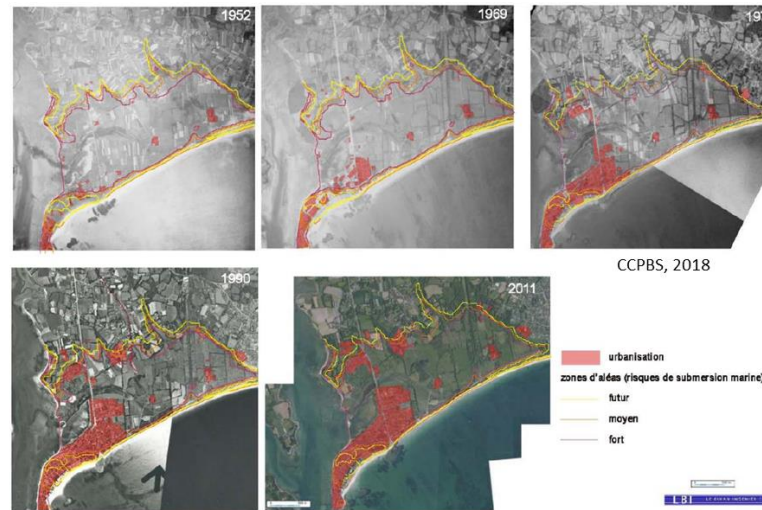


Ile Tudy :

- 742 habitants permanents
- 6 600 estivaux



Polder de Kermor à Combrit



**Enjeux dans la zone inondable pour une marée centennale**

- 228 habitants permanents
- 3,800 habitants pour la population saisonnière
- 473 bâtiments dont une trentaine sont de plain-pied
- 3 campings, commerces, conchyliculture
- Transformateurs électriques, réseaux
- Routes départementale D144 et communales, etc.

Source : CCPBS, 2018

**Plus de 9 500 personnes directement exposées à un risque de submersion en Finistère**

Les conséquences de la poldérisation sont nombreuses. On considère ici celles qui conduisent ces polders à poser actuellement des problèmes de gestion du littoral.

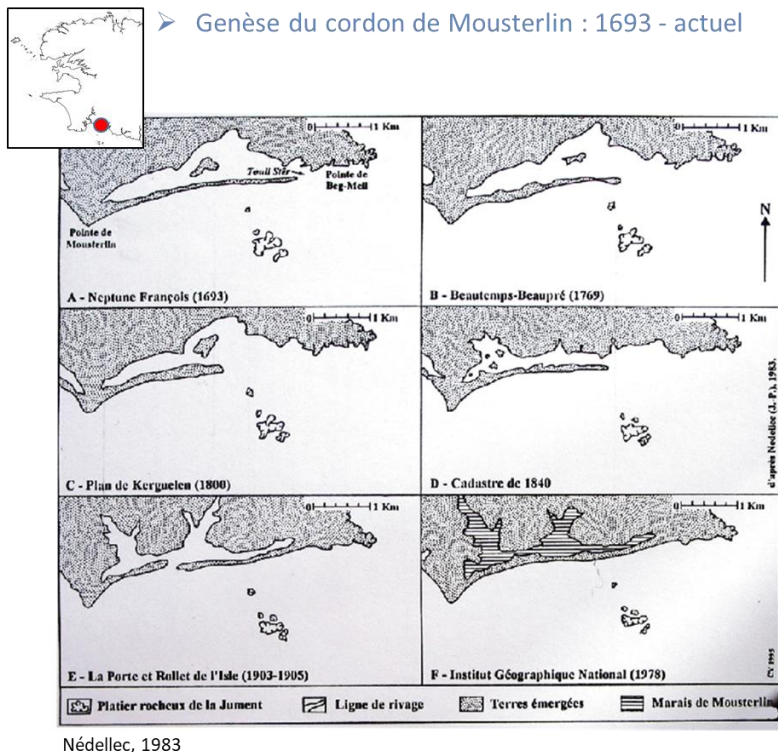
*1) L'abandon de la vocation agricole des polders au profit de l'urbanisation dans les dernières décennies*

La vocation agricole initiale des polders littoraux a souvent été détournée, après la 2de Guerre mondiale, au profit d'autres utilisations, en particulier, au profit de l'extension de l'urbanisation, en lien avec le développement de l'économie du tourisme et des loisirs, dans les années 1960. Dans un premier temps, des résidences secondaires vont y être construites qui deviendront des résidences principales ensuite. Le cas du polder de Combrit-Île-Tudy est emblématique de cette trajectoire de changement d'affectation des terres sur ces dernières décennies. Il en résulte un accroissement considérable des risques littoraux d'érosion du cordon littoral qui le protège et de submersion, non pas tant du fait d'une amplification de la magnitude et/ou de la fréquence des aléas naturels mais bien plus du fait de la multiplication des enjeux exposés à ces aléas. Ainsi, de l'ordre de 228 habitants permanents et quelque 437 bâtiments sont désormais concernés dans cette zone submersible, auxquels s'ajoutent les réseaux, les commerces, etc. (CCPBS, 2018). Dans le Finistère, ce sont de l'ordre de 9500 personnes qui sont ainsi exposées directement à un risque de submersion.

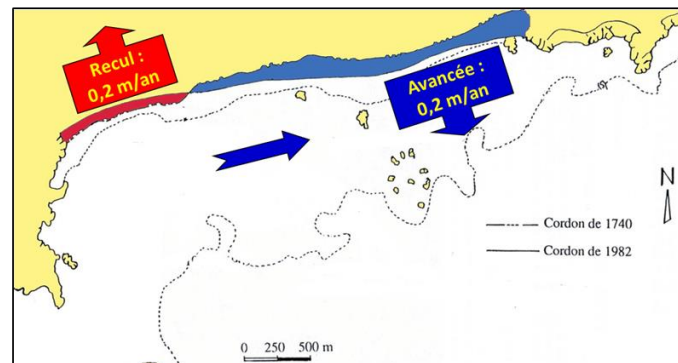


## 2) L'érosion et les submersions littorales génèrent la multiplication des structures de défense du trait de côte... qui perturbent les dynamiques et/ou amplifient les processus érosifs

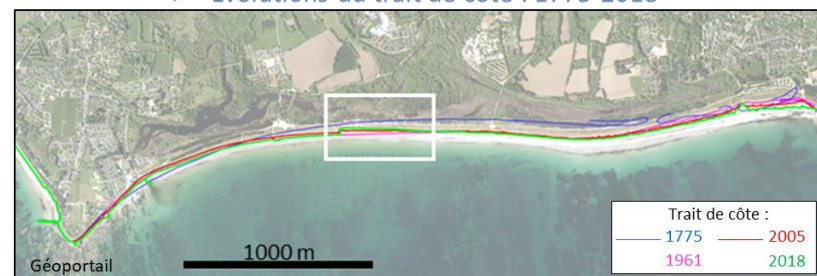
### ➤ Genèse du cordon de Mousterlin : 1693 - actuel



### ➤ Evolutions du trait de côte : 1740-1982



### ➤ Evolutions du trait de côte : 1775-2018

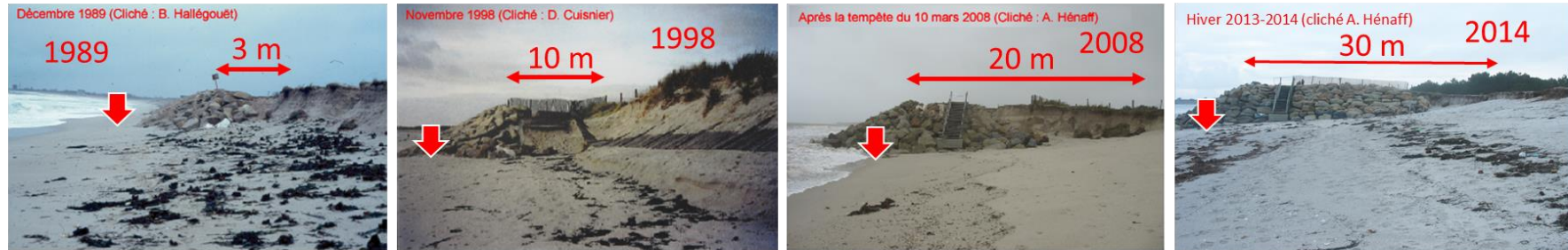


## 2) L'érosion et les submersions littorales génèrent la multiplication des structures de défense du trait de côte... qui perturbent les dynamiques et/ou amplifient les processus érosifs

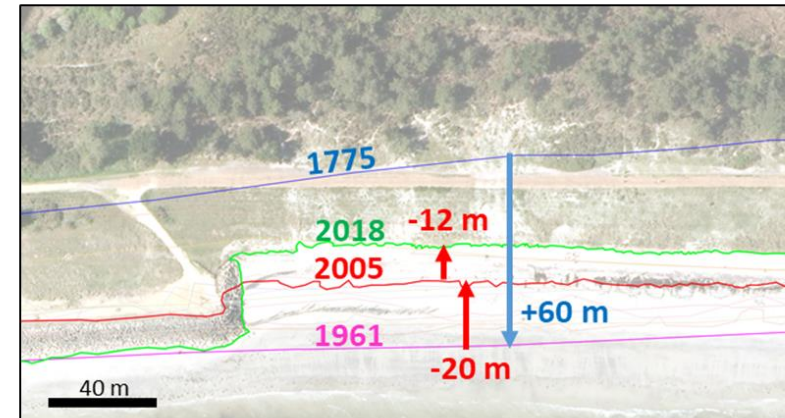
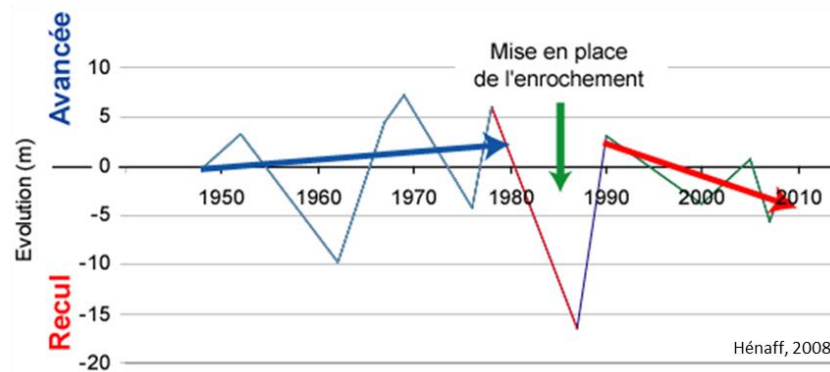
Les évolutions des accumulations littorales protectrices des terres poldérisées sont devenues une préoccupation majeure désormais, notamment dans la perspective de l'élévation actuelle et future du niveau de la mer. Elles sont contrées par l'utilisation fréquente d'ouvrages de fixation du trait de côte dont les conséquences aggravent ou déplacent généralement les problèmes d'érosion littorale existants préalablement. Le cas du cordon littoral de Mousterlin à Fouesnant, entre la pointe de Mousterlin et Beg-Meil, est un exemple parmi d'autres dans le Finistère. Poldérisé tardivement dans les années 1920, les marais littoraux de Mousterlin résultent de dynamiques de cordons littoraux dont l'extension longitudinale s'est inversée au cours des derniers siècles. Vers le début du XXe siècle, les conditions semblent propices à sa fermeture artificielle de manière à disposer de nouvelles terres agricoles. Cet objectif ne sera jamais atteint. Le rivage naturel évolue lentement à l'ouest à une vitesse de l'ordre de 0,2 m/an, compensée à l'est par la progression du trait de côte. La fixation du rivage est initiée néanmoins, à partir de la pointe de Mousterlin, dès le début de la poldérisation. Elle est poursuivie vers l'est dans les années 1980 par l'enrochement d'une partie du trait de côte, ce qui a permis de régler le roll-over naturel de la partie occidentale de l'accumulation dunifiée. En contrepartie, cet enrochement du littoral contribue depuis à accélérer son érosion au droit de Cleut-Rouz, à l'extrémité de l'ouvrage, et en aval-dérive.

- Evolution du cordon dunaire isolant les marais de Moustierlin à Cleut-Rouz : impact des ouvrages de défense

⇒ Le recul du trait de côte est contrôlé par la fixation du cordon par un enrochement en 1987



➤ Tendence évolutive après la pose de l'enrochement de Cleut-Rouz



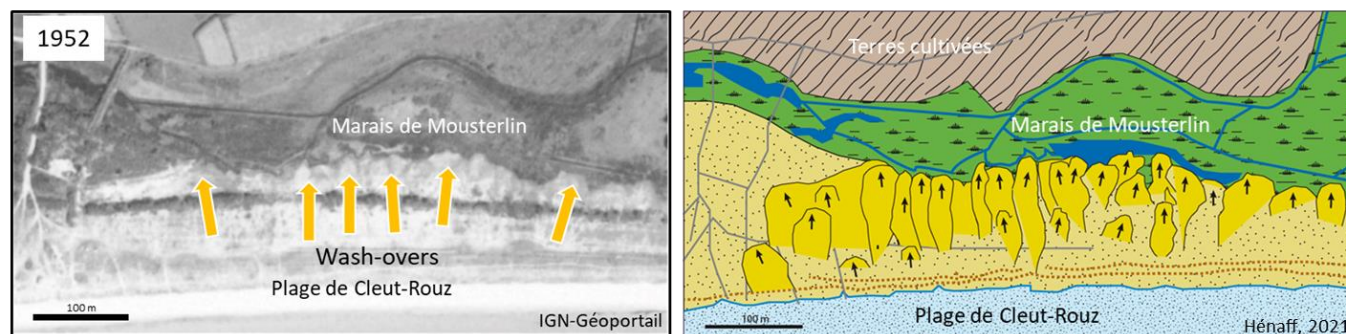
- Accélération du rythme d'érosion à l'est des enrochements ( x 1,5 depuis 1987 )
- Inversion du sens d'évolution dans certains cas (avancée → érosion)
- Démaigrissement de la plage en avant des enrochements (-1 m à -1,5 m)

Vers une rupture du cordon littoral et la ré-estuarisation « naturelle » du marais ?

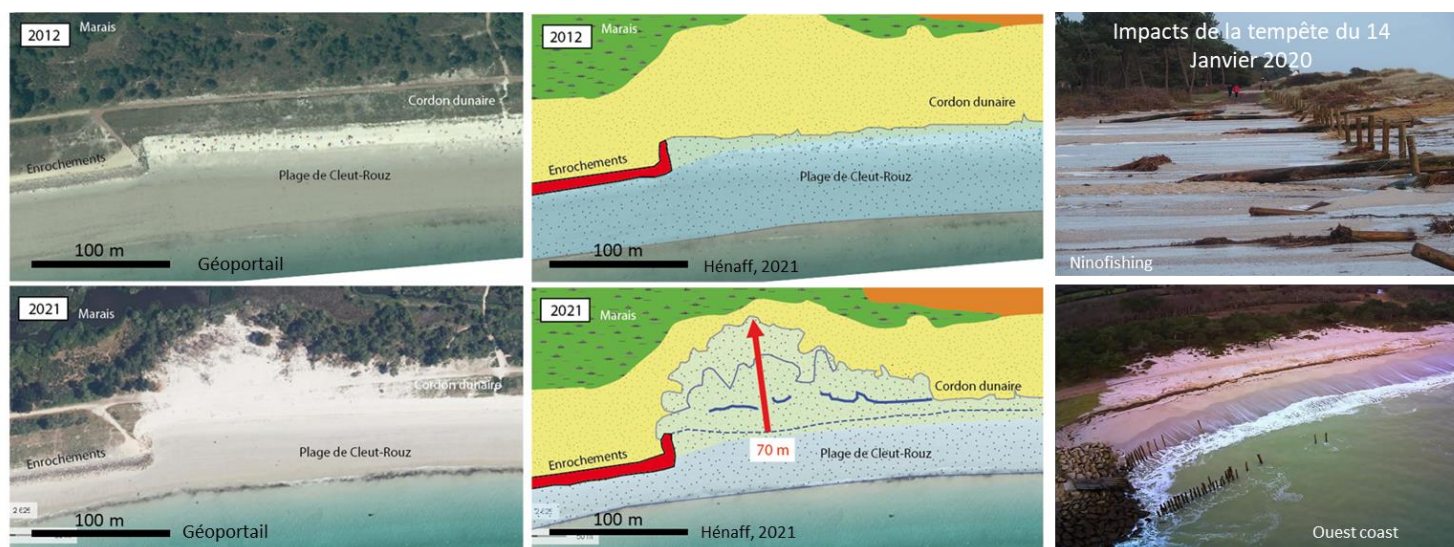
Les observations photographiques réitérées depuis les années 1980 et les suivis topographiques menés sur le littoral de Cleut-Rouz depuis la mise en place de cet ouvrage montrent ses impacts dommageables : l'abaissement de l'altitude de la plage devant l'ouvrage en enrochements de 1 m à 1,5 m, le recul du rivage accéléré (multiplié par 1,5 depuis 1987), par effet de bout, à l'extrémité des enrochements et en aval dérive sont clairement attribuables à la fixation du trait de côte. Le recul est tel désormais que les tourbes du marais affleurent coramment sur le bas de la plage, tandis que le trait de côte se positionne maintenant sur le revers du cordon, à une altitude très basse vis-à-vis des ondes de tempête voire, pour les dernières années, des seuls niveaux atteints par les hautes mers de vives eaux.



- Un processus de recul exacerbé par l'ouvrage à même d'impacter à terme le marais rétro-littoral (ré-estuarisation)



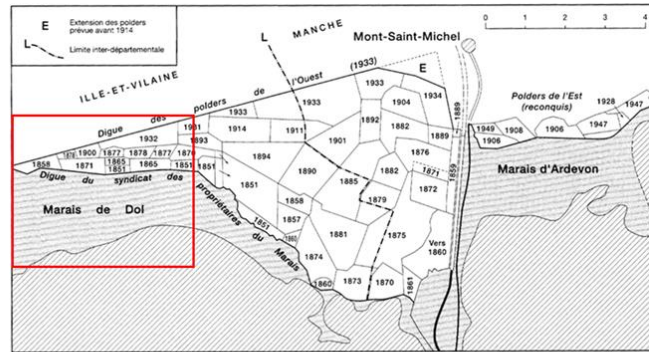
- Wash-over de sable volumineux lors de la tempête du 14 janvier 2020



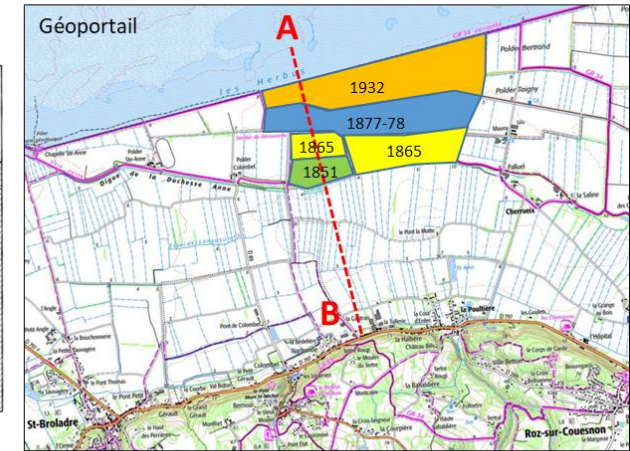
Les clichés aériens de l'IGN, ceux de 1952 en particulier, montrent bien le dispositif de wash-overs qui conditionne les évolutions du cordon sableux à Cleut-Rouz. Les débordements de sables sont nombreux qui atteignent, sur le revers du cordon, les surfaces de marais les plus proches en envahissant lentement ces terrains bas. Désormais, l'accélération d'origine anthropique de l'érosion du cordon à Cleut-Rouz ne permet plus de freiner ou d'arrêter les débordements de tempête. Ainsi lors de la submersion du cordon qui s'est produite à l'occasion de la tempête du 14 janvier 2020, on a pu observer une progression considérable de ces débordements vers le marais. Les vagues et les épandages de sables qu'elles ont générés ont envahi la dune sur plus de 70 m de largeur par rapport à la position antérieure du trait de côte. La végétation des dunes (des résineux et sous-bois associés) dépérit depuis. Ce sont autant d'obstacles qui ne ralentiront plus la vitesse des eaux projetées par les vagues sur le littoral. Une ouverture de brèche à cet emplacement n'est pas improbable. Elle pourrait conduire à la ré-estuarisation « naturelle » des marais de Mousterlin. Une réflexion s'est néanmoins engagée récemment sur le désenrochement d'une partie du cordon qui permettrait de réduire ses conséquences érosives.



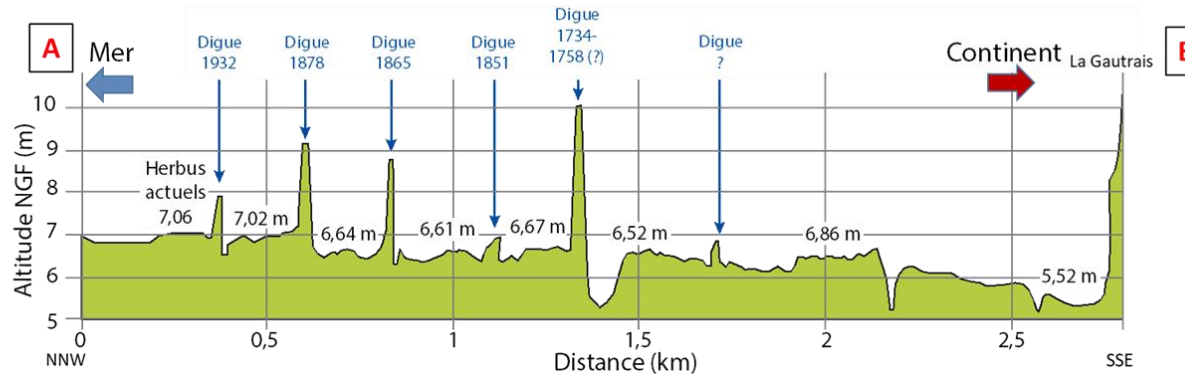
### 3) Les sédiments des polders subissent la compaction avec leur vieillissement



Polders de l'estuaire du Couesnon (Verger, 1986, Le Rhun, 1982)



Profil topographique (A-B) à travers les polders

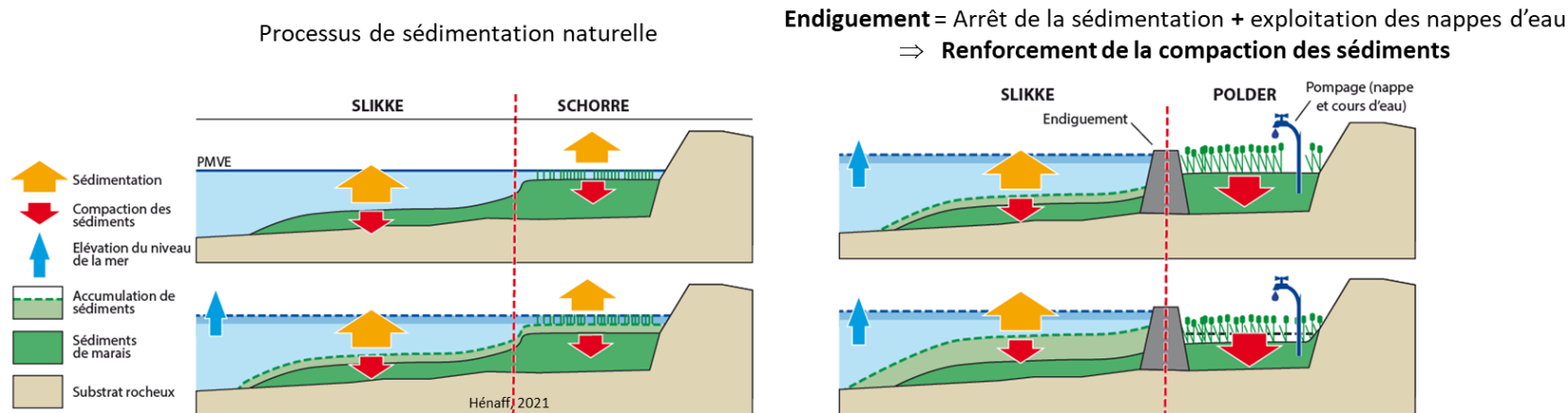


### 3) Les sédiments des polders subissent la compaction avec leur vieillissement.

Les surfaces intertidales exclues des influences de la mer dans les marais rétro-littoraux polderisés sont privés d'une partie des apports sédimentaires qui contribuent à les maintenir en équilibre dynamique, d'un point de vue altitudinal, avec le niveau marin fluctuant. Par ailleurs, les sédiments accumulés précédemment subissent une compaction naturelle qui peut être accélérée par les utilisations des sols. Un profil topographique tracé au travers des marais polderisés de Dol-de-Bretagne permet de mettre en évidence ce phénomène. Plus les polders sont anciens, plus ils se localisent ainsi à des altitudes nettement inférieures aux niveaux des hautes mers actuelles.

⇒ La compaction renforce les risques d'inondations continentales et de submersions marines

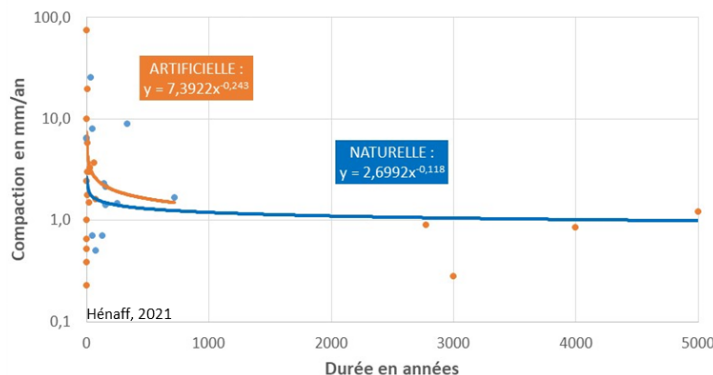
- Taux de compaction des formations naturelles et artificielles : **mal connus régionalement**



Forte variabilité des taux dépendante de plusieurs paramètres :

- nature(s) de(s) sédiments
- durée de la sédimentation
- oxydation des tourbes
- décarbonatation des sédiments
- arrêt de la sédimentation (polder)
- tassement des sols mis en culture (polders)
- drainage
- exploitation des eaux phréatiques
- (+ extraction d'hydrocarbures, urbanisation)

Compactions naturelles et artificielles relevées dans la littérature



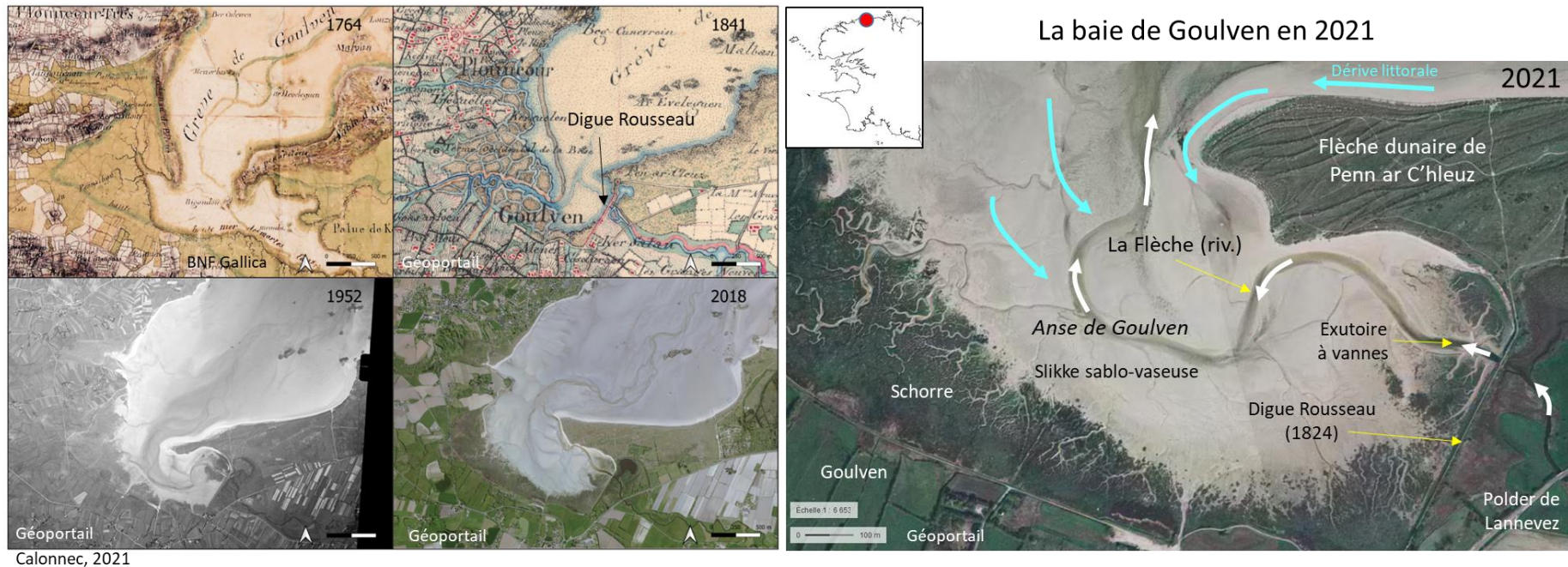
Taux issus de diverses études

	Âge	Taux mm/an
Moyenne	504,54	5,89
Médiane	<b>35,00</b>	<b>1,95</b>
maximum		75,00
minimum		0,225
Médiane "naturel"		<b>1,75</b>
Médiane "artificiel"		<b>2,14</b>

Les taux de compaction des formations naturelles et artificielles sont mal connus régionalement. Il est certainement délicat par ailleurs de vouloir généraliser une valeur moyenne à l'ensemble de ces formations car les taux de compaction connaissent une forte variabilité locale qui dépend de plusieurs paramètres : la nature(s) de(s) sédiments, la durée de la sédimentation, l'oxydation des tourbes, la décarbonatation des sédiments, l'arrêt de la sédimentation (polder), le tassement des sols mis en culture (polders), le drainage et l'exploitation des eaux phréatiques (voire, dans d'autres circonstances, l'extraction d'hydrocarbures, ou l'urbanisation). Cependant, les informations fournies par diverses études de marais naturels et artificiels permettent de montrer que les taux de compaction naturels sont généralement nettement inférieurs à ceux observés dans les polders. Dans les marais fortement anthropisés, et notamment ceux qui sont urbanisés, un accroissement des risques de submersion par la mer et d'inondation continentale peut en résulter. Ce sont là des conséquences qui, généralement, conduisent à réfléchir à la gestion possible de ces polders dans le contexte actuel et à venir des changements climatiques et de l'élévation du niveau marin.



## 4) La sédimentation littorale se poursuit en avant du polder



- **Poldérisation du fond de l'anse de Goulven** en 1824 : 500 ha de terres exclues de la submersion par la digue Rousseau
- **Extraction des sédiments** dans l'anse à des fins agricoles :
  - dès le XIXe s.
  - pendant la 2de Guerre mondiale (édification du *Mur de l'Atlantique*)
  - 17 600 m<sup>3</sup> en 1981-1982 → 1 330 m<sup>3</sup> en 1995-1996
  - arrêt définitif en 2000

## 4) La sédimentation littorale se poursuit en avant du polder

A l'inverse des zones exclues des actions marines par la poldérisation, la sédimentation se poursuit en avant des endiguements. Dans certaines situations, les sédiments marins ont été profitables à l'agriculture qui a pu exploiter ces apports naturels pour contribuer à compenser des pH naturellement bas des sols régionaux. Cependant, il est vite apparu que cette exploitation avait des conséquences sur les bilans sédimentaires des accumulations littorales protectrices des polders. Dans le cas de l'anse de Goulven, par exemple, l'extraction de tangues et de sables pour divers besoins (agricoles mais aussi production des bétons lors de la construction du Mur de l'Atlantique pendant la 2de Guerre mondiale) a pu être portée à des niveaux importants (plus de 17 000 m<sup>3</sup>, par exemple, entre 1981 et 1982) qui ont été néfastes pour la flèche sableuse de Pen-ar-Chleuz. L'arrêt des extractions au début des années 2000 a permis de ralentir le recul du trait de côte exposé directement sur la flèche tandis que les sédiments se sont accumulés dans l'anse. La rivière de la Flèche qui aboutit au niveau de la digue Rousseau édiflée en 1824 doit donc maintenant inciser son lit au travers ces dépôts.



• L'écoulement des crues de la Flèche serait devenu plus difficile depuis l'arrêt des extractions de sable dans l'anse...

▶ Ensablement de l'anse



Calonnec, 2021

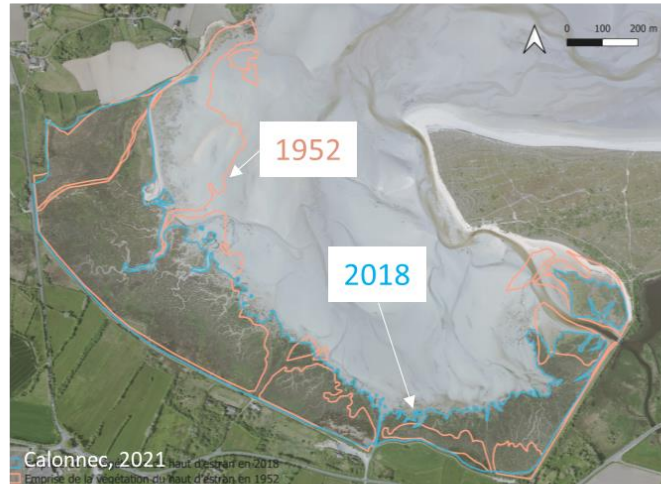
Digue Rousseau vue de l'anse de Goulven



Calonnec, 2021

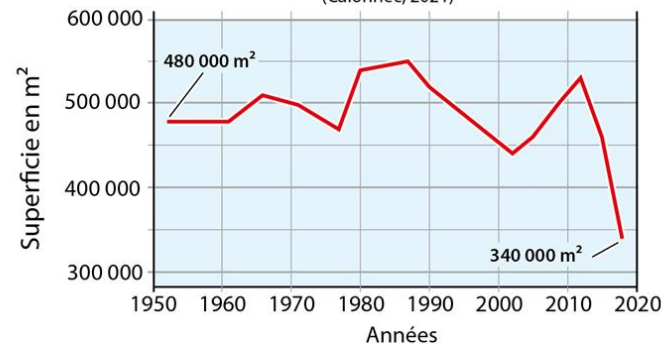
La Flèche au niveau de l'exutoire dans l'anse de Goulven

▶ Evolutions du schorre



Calonnec, 2021

Evolution de la surface du schorre dans l'anse de Goulven de 1952 à 2018 (Calonnec, 2021)



▶ Inondations

Départementale D10 et parcelles agricoles

Le Télégramme 2 janvier 2014

Goulven. La RD-10 coupée à Keremma

Lecture : 1 minute



De fortes précipitations alliées à un fort coefficient de marée (100) ont fait sortir de son lit la rivière La Flèche qui se jette dans la mer en baie de Goulven en limite des communes de Tréflézet et Goulven (29).

Inondations. Retour sur la journée du 2 janvier en images



10 février 2016

Inondations: la D10 coupée entre Tréflézet et Goulven

#Finistère



9:12 AM - 10 fév. 2016 - Twitter for Android

Le Télégramme 8 janvier 2021

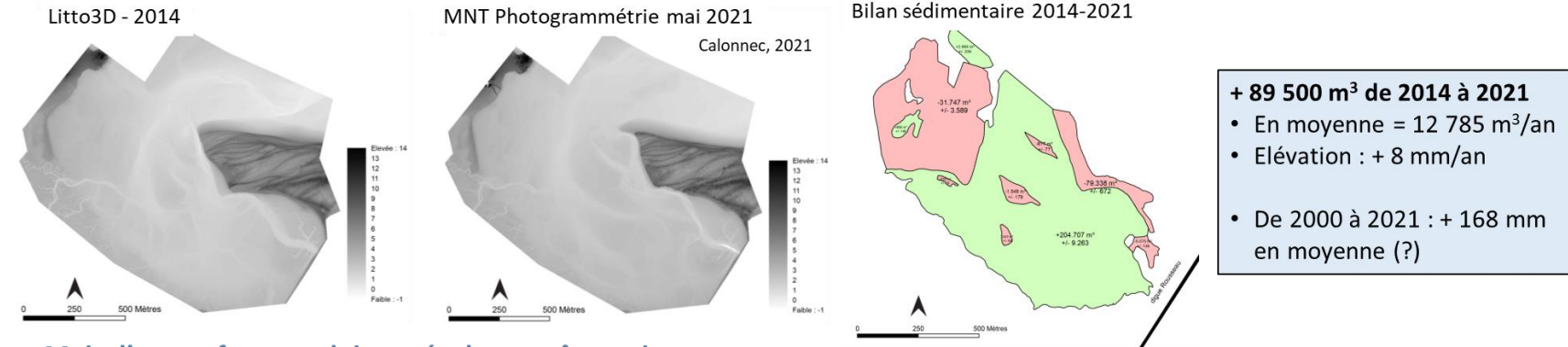
Les agriculteurs démunis face aux inondations de la Flèche à Goulven



Etude réalisée dans le cadre des observatoires Osirisc et Osirisc-Litto'Risques

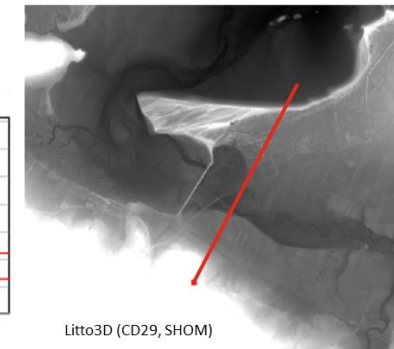
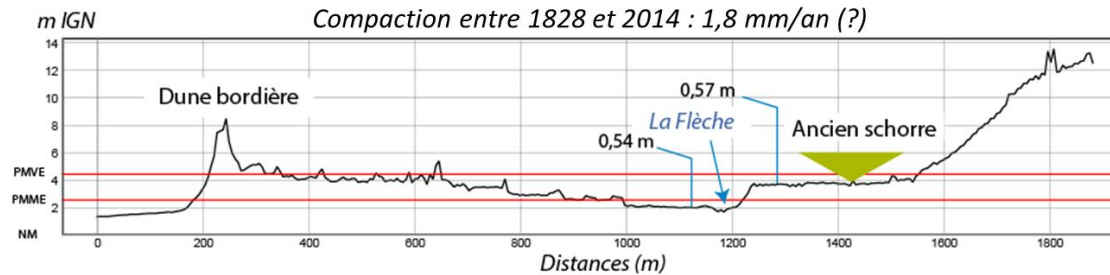
Les usagers du polder observent cependant que l'écoulement des crues de la Flèche serait devenu plus difficile depuis l'arrêt des extractions opérées dans l'anse de Goulven, tandis que les inondations des terres agricoles et de la D10 qui traverse le polder seraient maintenant plus fréquentes. Les photographies aériennes montrent que les surfaces de schorre et de slikke sableuse ont rapidement évolué depuis les années 1950 dans l'anse de Goulven. Selon l'étude de Calonnec (2021) menée dans le cadre du partenariat Litto'Risques, la surface du schorre se serait également réduite sur la période, de manière irrégulière, notamment au cours des deux dernières décennies, passant ainsi de près de 500 000 m² en 1952 à 340 000 m² en 2018.

### Le bilan sédimentaire est réellement positif...



### Mais d'autres facteurs doivent également être pris en compte...

- Réduction de la capacité des secteurs endigués à tamponner l'eau venant des bassins versants du fait des canaux de drainage
- Artificialisation des sols sur le bassin versant
- Elévation du lit de la Flèche
- Compaction des sédiments du polder...

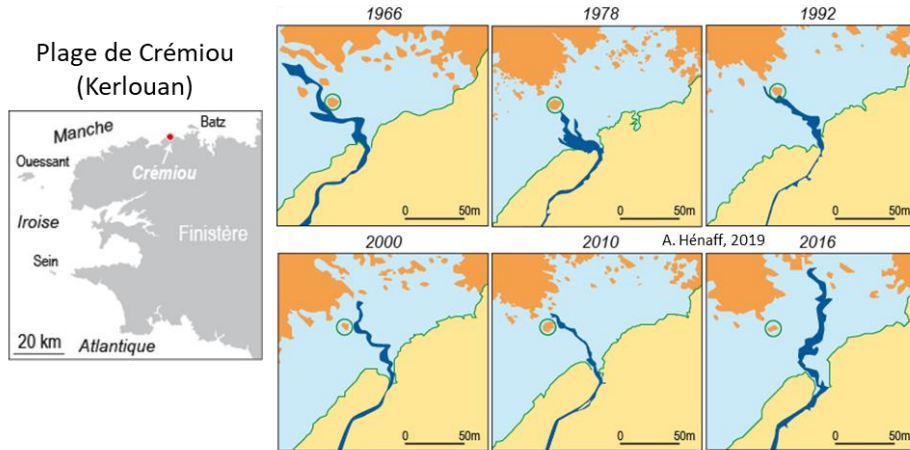


Une comparaison diachronique entre les levés Litto-3D et le MNT obtenu par photogrammètrie en mai 2021 (Calonnec, 2021) permet d'identifier les volumes sédimentaires qui s'accumulent dans l'anse de Goulven. Ce bilan sédimentaire est bien positif. Ainsi de l'ordre de 89 500 m<sup>3</sup> s'y sont déposés, soit environ 13000 m<sup>3</sup> annuellement sédimentés, ce qui peut correspondre à une élévation moyenne de la surface de l'anse que l'on peut estimer à 8 mm/an. Si l'on extrapole cette valeur moyenne à la période qui suit l'arrêt des extractions, elle correspondrait à quelque 168 mm d'élévation moyenne de la surface (on ne tient pas compte ici de la compaction subie par ces sédiments sur la même période) dont la majeure partie a profité au fond de l'anse à l'est. Attribuer les difficultés d'écoulement des crues de la Flèche à cette seule sédimentation récente n'est pourtant pas aussi simple. D'une part, les crues et inondations qu'elles ont pu générer antérieurement à l'arrêt des extractions se produisaient au rythme moyen d'une fois tous les 3 ans ; d'autre part, d'autres facteurs, déjà évoqués, doivent être également considérés. Entre autres, doivent être considérés la réduction de la capacité des secteurs endigués à tamponner l'eau venant des bassins versants du fait des canaux de drainage, l'artificialisation des sols sur le bassin versant au cours des dernières décennies, l'élévation du lit de la Flèche dont le dernier curage a été réalisé en 1977, ainsi que la poursuite de la compaction des sédiments du polder...



**5) Le prélèvement des eaux continentales des marais littoraux et rétro-littoraux : modification des écoulements et impacts sur le trait de côte**

Divagations erratiques des cours d'eau à leur exutoire sur les plage : points d'exacerbation locale et latérale de l'érosion côtière



Exutoire du Ribl lors de la tempête du 03 mars 2014  
Erosion latérale des dunes, érosion des berges, submersion des cheminements et inondation dans le massif dunaire



⇒ Posent localement des problèmes de gestion des évolutions du littoral et du trait de côte

**Réponse :**



Ex. Exutoire artificialisé du marais de Ty-an-Quer (baie de Douarnenez)

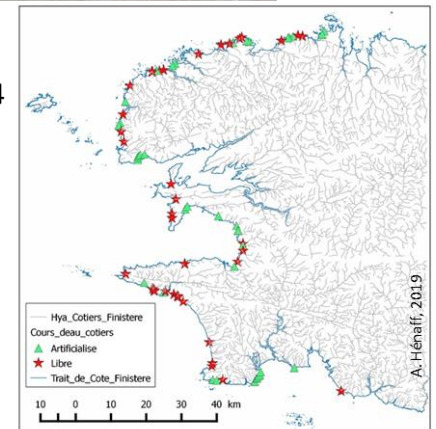
**77 entités (non exhaustif) :** cours d'eau permanents ou intermittents d'ordre 1 à 4

**Artificialisés**

38 cas d'artificialisation partielle ou totale dans la dune et/ou sur la plage (busés, chenalisés, emmurés, déviés, etc.)

**Divagations libres**

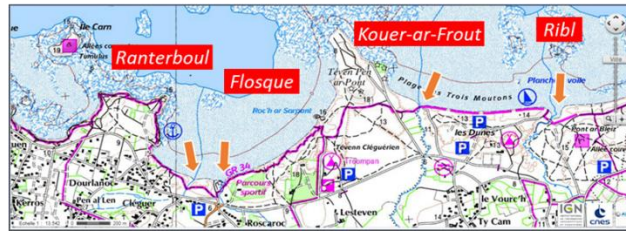
39 cours d'eau aux divagations +/- libres



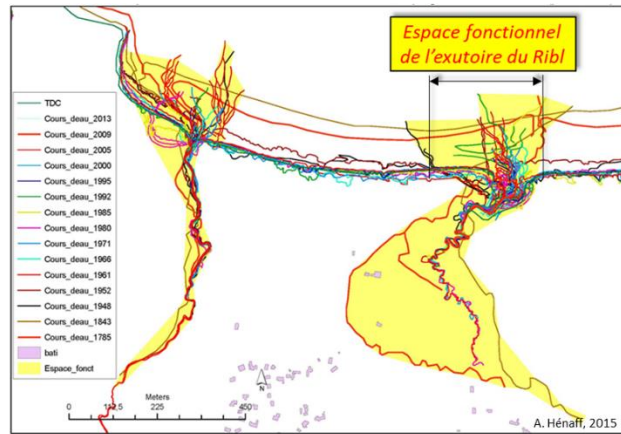
**5) Le prélèvement des eaux continentales des marais littoraux et rétro-littoraux : modification des écoulements et impacts sur le trait de côte**

C'est une des conséquences de la volonté persistante dans l'histoire des littoraux anthropisés de vouloir s'affranchir de la mobilité naturelle des formations littorales et du trait de côte que de tenter de figer définitivement les écoulements continentaux, et notamment leurs exutoires. Les exutoires des petits cours d'eau côtiers du Finistère sont ainsi très largement artificialisés par busage, chenalisation et déviation forcées par des murs et des épis, qui ont pour objectif premier de limiter leur divagation dans les espaces rétro-littoraux et sur les estrans. Les méandres au parcours erratique et fréquemment changeant sur les estrans et en haut de plage sont, en effet, contraignants dès lors que ces espaces sont utilisés par des activités anthropiques (accès à la mer, usage balnéaire, etc.). Sur 77 cours d'eau finistériens (non exhaustif, étude en cours) d'ordre 1 à 4 qui traversent ce type d'espaces, la moitié apparaît déjà contrainte de la sorte tandis que l'autre moitié divague encore librement.

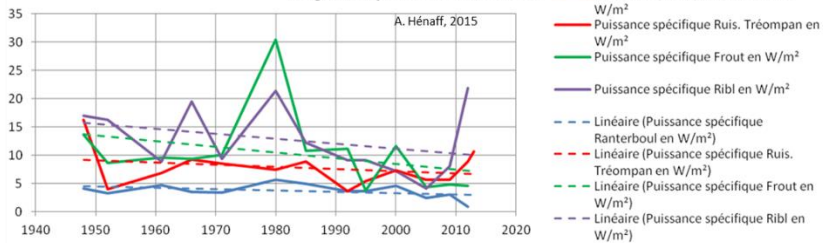
- Examen de quatre cours d'eau : Ranterboul, Flosque, Kouer-ar-Frouit, Ribl (Ploudalmézeau, Lampaul-Pl., Saint-Pabu)



⇒ Causes naturelles potentielles : variations de l'espace fonctionnel, écoulement, pluviométries ?



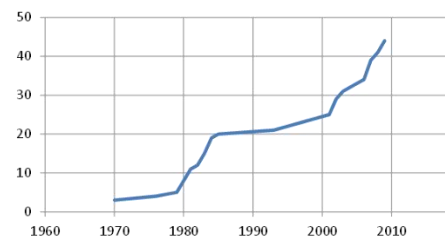
Evolution de la puissance spécifique des quatre cours d'eau de 1948 à 2013 - Largeurs à plein bord mesurées



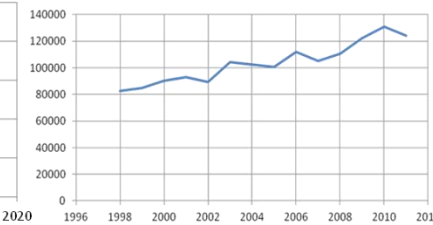
⇒ Interventions anthropiques potentielles :

- Urbanisation du territoire ?
- Utilisation des eaux de surface et des nappes ?

Nombre de forages cumulés (Ploudalmézeau)



Prélèvements d'eau SIAEP St Pabu m3



Question également posée pour de nombreux petits cours d'eau côtiers

Quatre cours d'eau, le Ranterboul, la Flosque, le Kouer-ar-Frouit et le Ribl qui parviennent sur les plages de Ploudalmézeau, Lampaul-Ploudalmézeau et Saint-Pabu, dans le nord du Finistère, ont été examinés récemment (2015) car ils posent problème pour les accès aux plages et vis-à-vis de l'évolution du trait de côte à proximité de leur exutoire par ensablement excessif à certaines périodes ou, au contraire, par insuffisance d'accumulation. La gestion de leurs divagations serait donc nécessaire et la gestion envisagée passerait par des aménagements, parfois lourds, pour tenter de positionner « définitivement » l'exutoire de ces cours d'eau. L'espace fonctionnel de leur partie aval a été cependant déjà largement réduit et surtout modifié au cours du temps, ce qui ne permet plus aux cours d'eau de s'adapter à la mobilité des rivages. Par ailleurs, leur puissance spécifique analysée indirectement sur la base de la largeur à plein bord des cours d'eau montre une baisse sensible au cours du temps. Il s'agit là d'un paramètre important qui conditionne leur écoulement sur les espaces intertidaux et le haut des plages où ils se déversent. Sans tenir compte ici de la variabilité à moyen terme des précipitations sur leur bassin versant, il est intéressant de comparer alors les évolutions des prélèvements d'eau opérés dans les nappes d'eau superficielles et profondes qui les alimentent. Il apparaît que le nombre de forages et les prélèvements autorisés n'ont cessé de croître au cours des dernières décennies. Ce sont là autant de volumes d'eau qui ne participent donc plus des écoulements de ces petits cours d'eau et qui permettent de comprendre, au moins partiellement, la réduction probable de leur puissance spécifique et donc les divagations erratiques qu'ils produisent sur les estrans et qui peuvent gêner les activités anthropiques.

- Conclusion**
- « Jeunesse » relative des marais littoraux et arrière-littoraux : formations holocènes généralement
  - Dynamiques à diverses échelles de temps (géologique, historique, contemporaine) ⇔ forte sensibilité aux évolutions naturelles (élévation du niveau de la mer, évolutions des rivages) et anthropiques
  - Dynamiques actuelles (et futures) : variables (type, exposition du rivage à l'érosion et la submersion, anthropisation)
    - Marais littoraux :
      - ⇒ bilans sédimentaires positifs en première approche, soutenus localement par érosion des sols
    - Marais rétro-littoraux préservés d'une (trop forte) artificialisation :
      - ⇒ Adaptation naturelle si bilan sédimentaire positif, mais contraints par érosion du trait de côte
- Choix de gestion
- **Préserver** : rôle d'atténuateur de l'énergie des processus littoraux (protection littorale la plus efficace = mobilité des rivages !)
  - **Favoriser l'extension** lorsqu'elle est possible
- Marais rétro-littoraux anthropisés :
    - ⇒ **Accroissement prévisible de la vulnérabilité** : polders, d'autant plus lorsqu'ils sont fortement anthropisés
- Choix de gestion : plusieurs stratégies
- **Protéger**, tant que possible, lorsque les enjeux le justifie (renforcement des protections ou méthodes flexibles)
  - **Accompagner** les évolutions des accumulations littorales protectrices : méthodes flexibles, déplacement des enjeux humains
  - **Laisser reculer le rivage** et rendre les polders à la mer

**Mais... nécessité d'accroître les connaissances géomorphologiques et d'en suivre les dynamiques :**

- Observatoire régional des risques côtiers **Osirisc**
- Partenariat **Litto'Risques** (CD29-Cerema-UBO) et observatoire **Osiric – Litto'Risques en Finistère**



OBSERVATION - ACCOMPAGNEMENT - SENSIBILISATION

## Conclusion

La « jeunesse » relative des marais littoraux et arrière-littoraux est un trait fondamental de ces milieux côtiers. Leur formation dans des conditions sédimentaires différentes de l'actuel est holocène généralement et ils ont, pour la plupart d'entre eux, tout au plus quelques milliers d'années d'existence, parfois quelques siècles seulement. Ces marais sont aussi des milieux dynamiques à diverses échelles de temps (géologique, historique, contemporaine), ce qui démontre conjointement leur forte sensibilité aux contraintes exercées par les évolutions naturelles (élévation du niveau de la mer, évolutions des rivages, sédimentation, entre autres) et anthropiques. Les dynamiques actuelles (et futures) sont variables selon le type de marais littoral et rétro-littoral, l'exposition de l'accumulation qui les protège de l'érosion et de la submersion, ou encore leur anthropisation plus ou moins forte. Les marais littoraux peu ou pas anthropisés ont des bilans sédimentaires généralement positifs en première approche, d'autant plus que ceux-ci peuvent être soutenus localement par l'érosion des sols. L'adaptation aux évolutions environnementales est donc possible, y compris avec une transgression accélérée. Les marais rétro-littoraux préservés d'une (trop forte) artificialisation connaissent également des adaptations naturelles si leur bilan sédimentaire reste positif. Par contre leur régression peut être accélérée par le recul des cordons, l'érosion du trait de côte et la fréquence des submersions. Les choix de gestion se



porteront préférentiellement vers leur préservation ou, lorsque c'est possible, leur extension au regard notamment de leur rôle d'atténuateur de l'énergie des processus littoraux. Le cas des marais rétro-littoraux anthropisés pose plus de problèmes certainement : un accroissement de la vulnérabilité des polders, déjà constatée, est aussi prévisible dans l'avenir, d'autant plus qu'ils sont souvent fortement anthropisés. Plusieurs choix de gestion sont néanmoins toujours envisageables. La protection, tant qu'elle est possible, peut être préconisée lorsque les enjeux humains le justifient. Elle peut être renforcée néanmoins par des méthodes flexibles. Le déplacement des enjeux peut aussi être planifié dans la perspective de leur exposition future à la submersion et pour accompagner leur régression et le recul des accumulations protectrices selon les risques de submersion. Enfin, lorsque les enjeux sont faibles, le « laisser-faire », voire l'ouverture à la mer de ces polders et marais drainés peuvent être proposés. Quoiqu'il en soit, il reste nécessaire certainement de mieux connaître ces dynamiques géomorphologiques et leurs conséquences en termes de risques littoraux. C'est l'une des missions qu'entend poursuivre l'observatoire régional des risques côtiers Osirisc et sa déclinaison départementale, l'observatoire Osirisc-Litto'Risques en Finistère issu des travaux menés dans le partenariat Litto'Risques établi entre le CD19, le Cerema et l'UBO depuis 2019.

### Eléments de bibliographie :

<https://www.risques-cotiers.fr/>

<https://www-iuem.univ-brest.fr/wapps/osi/>

- Allen J.R.L. (2000). Morphodynamics of Holocene salt marshes: a review sketch from the Atlantic and Southern North Sea coasts of Europe. *Quaternary Science Reviews* 19, 1155-1231.
- Arnould P., Derioz P., Hotyat M. (1995). Chapitre 3. La forêt. Milieux et ressources, in Brunet R. Auriac F. (dir) : *Atlas de France*. GIP Reclus, *La Documentation Française*, 53-72.
- Bazin P., Olivry (2017). Le Conservatoire du littoral : un acteur face au changement climatique. *Sciences Eaux & Territoires*, n°24, 50-52.
- Binet T., Diazabakana A., Durou N., Mercier I. (2015). *Estimation des bénéfices de la protection des sites du Conservatoire du Littoral : état des lieux et perspectives à l'horizon 2050 - Etude de cas Finistère Sud - 2015* - Vertigo Lab et Conservatoire du Littoral, 92 p.
- Blankespoor B., Dasgupta S., Laplante B. (2012). Sea-Level Rise and Coastal Wetlands Impacts and Cost. *Policy Research Working Papers*, 6277. 25 p.
- Bonnot-Courtois (2000). Apport des études hydro-sédimentaires au projet d'aménagement d'un polder. (Ploubalay, Côtes d'Armor). *VIèmes Journées Nationales Génie Civil- Génie Côtier*, Caen, France, 17-19 Mai 2000, 563-572.
- Cahoon D.R., Reed D.J., Day J. W. (1995). Estimating shallow subsidence in microtidal salt marshes of the southeastern United States: Kaye and Barghoorn revisited. *Marine Geology* 128 (1995) 1-9.
- Calonnec B. (2021). *Suivi hydrosédimentaire de la baie de Goulven*. Rapport de stage de M2 EGEL, IUEM - UBO. CLCL. 83 p.
- Carrasco A.R., Ferreira Ó., Roelvink D. (2016). Coastal lagoons and rising sea level: A review. *Earth-Science Reviews*, 154, 356-368.
- Casset M. (2011). Des paysans contre la mer. Poldérisation et drainages des terres humides sur le littoral de la baie du Mont Saint-Michel au Moyen Âge (XIe-XVe siècles). *Annales de Normandie*, 1, 75 – 106.
- Chaumillon E. (2018). Introduction. *Colloque international – Adaptation des marais littoraux au changement climatique, 27/28/29 novembre 2018*.
- Chaumillon E., Bertin X., Fortunato A. B., Bajo M., Schneider J.-L., Dezileau L., Walsh J. P., Michelot A., Chauveau E., Créach A., Hénaff A., Sauzeau T., Waeles B., Gervais B., Jan G., Baumann J., Breilh J.-F., Pedreros R. (2017). Storm-induced marine flooding: Lessons from a multidisciplinary approach. *Earth-Science Reviews*, 165, 151-184.
- Charpentier E. (2009). *Le littoral et les hommes : espaces et sociétés des côtes nord de la Bretagne au XVIIIe siècle*. Thèse Géographie. Université Rennes 2; Université Européenne de Bretagne, 1092 p.
- Clus-Aubry C. Paskoff R., Verger F. (2004). *Impact du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du littoral Scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100. Synthèse*. 43 p.
- Conseil général du Finistère (2012). *Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère*. 249 p.
- Conseil départemental du Finistère (2020). *Atlas de l'environnement du Finistère*. Edition 2020, 186 p.

- Dausse A. (2019). Restaurer les zones humides pour une meilleure résilience face aux changements climatiques. Réseau sur la restauration des zones humides de Bretagne, Forum des Marais Atlantiques.
- Dionne, J.-C. (2004). Âge et taux moyen d'accrétion verticale des schorres du Saint-Laurent estuarien, en particulier ceux de Montmagny et de Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 58(1), 73–108.
- Faye I.B.N., Hénaff A., Hallégouët B. (2007) – Evolution récente de la ligne de rivage en baie d'Audierne : de Penhors à la pointe de la Torche. *Penn ar Bed*, 199-200, 50-61.
- FitzGerald D. M., Fenster M. S., Argow B. A., Buynovich I. V. (2008). Coastal impacts due to sea-level rise. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 36:601–647.
- Goeldner L. (1999). Réouverture de polders et restauration du schorre en Angleterre : une technique paradoxale de défense contre la mer. *Revue de géographie de Lyon*, 74, 1. Géographie des littoraux : la nature et les hommes. pp. 75-84.
- Goslin J. (2014). *Reconstitution de l'évolution du niveau marin relatif holocène dans le Finistère (Bretagne, France) : dynamiques régionales, réponses locales*. Thèse de Géographie. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2014.
- Guilcher A., 1953. Mesures de la vitesse de sédimentation et d'érosion dans les estuaires bretons. *C.R. de l'Académie des Sciences*, 237, 1345-1347.
- Hallégouët B., Poncet F. (1980). *Evolution des zones humides littorales en Bretagne*. Tome 2. Inventaire Analytique. Volume 3 Finistère. SEPNB, 382 p.
- Hallégouët B., Poncet F. (1980). *Evolution des zones humides littorales en Bretagne*. Tome 1. Présentation générale. SEPNB, 110 p.
- Hallégouët B., Meur C., Tanguy M. (1989) – Evolution du littoral de la baie d'Audierne (Finistère) : la brèche de Trunvel. Bulletin du centre de géomorphologie de Caen, 36, 13-16.
- Hallégouët B., Hénaff A. (1993). L'évolution du littoral septentrional du Pays Bigouden entre Penhors et Pors Poulhan. Actes du colloque "Le Pays Bigouden à la croisée des chemins", 19-21 novembre 1992, *Revue Cap Caval*, supplément spécial, p 273 à 280.
- Hallégouët B., Hénaff A. (2006). Evolution récente et gestion des espaces littoraux de l'ouest Cornouaille. In : *Les actes des rencontres de l'ouest Cornouaille «Quelles pistes de développement pour le territoire ?»*, mai-juin 2005, Association Ouest Cornouaille Promotion, Pont-L'Abbé, 20-34.\*
- Hénaff A. (2012). *L'approvisionnement sédimentaire dans les systèmes littoraux tempérés : sources, évolutions et gestion*. Rapport pour l'HDR, UBO, 2 vol., 204 et 444 p.
- Hénaff A., Meur-Ferec C., Lageat Y. (2013) - Changement climatique et dynamique géomorphologique des côtes bretonnes. Leçons pour une gestion responsable de l'imbrication des échelles spatio-temporelles. Cybergeog, document 654.
- Hénaff A. (éd.), M. Philippe (cood.) (2014). *Gestion des risques d'érosion et de submersion marines. Guide méthodologique*. Projet ANR Cocorisco, 156 p.
- Lageat Y. (2019). *Les variations du niveau des mers*. Presses Universitaires de Bordeaux, 254 p.
- Mesnard A.-H., Le Pennec N. (2002). Un exemple : la gestion des conflits d'usages sur la façade atlantique. In Dauvin J.-C. (Coord.) : *Gestion intégrée des zones côtières : outils et perspectives pour la préservation du patrimoine naturel*. *Patrimoine naturels*, 57.
- Nicholls R.J., Hoozeman F.M.J. (2002). Global Vulnerability Analysis. *Encyclopedia of Coastal Science*, Kluwer Academic Publisher.
- Pinot J.-P. (1998). *La gestion du littoral*. Tome II : Littoraux tempérés : littoraux vaseux et embouchures. Institut océanographique, Paris, 400 p.
- Stéphan P. (2008). *Les flèches de galets de Bretagne : morphodynamiques passée, présente et prévisible*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 558 p.
- Stephan P., Suanez S., Fichaut B. (2012). Les sillons de la rade de Brest et leurs marais maritimes. Etude FRAC GPN, 137 p.
- Verger F. (2009). Zones humides du littoral français. Éd. Belin, 447 p.



Merci de votre attention

Anse du Kernic, octobre 2021

A. Hénaff, 2019

