



# Campagnes FISSEL

*Finistère Suivi des SEdiments Littoraux*

*A bord de l'Haliotis*

**A.Hénaff, M. Jabbar, J. Goslin**

*LETG-Brest-Géomer UMR 6554 Cnrs, IUEM-UBO*

**B. van Vliet-Lanoé, N. Le Dantec , (A. Deschamps )**

*DO UMR 6538 Cnrs, IUEM-UBO*

**L. Janeau**

*ENSTA-Brest*



*3èmes journées de la Flotte océanographique  
française -Colloque Flotte côtière  
Bordeaux – 11 et 12 juin 2015*



## • Objectifs des campagnes **Fissel**

- Contexte des accumulations littorales
  - Déficit / pénurie sédimentaire en Z. tempérées/Massif armoricain (3500 BP ≈)
  - Haut niveau marin
- => propices à l'érosion et recul du trait de côte  
=> + conséquences des actions anthropiques actuelles et antérieures

→ **Stocks sédimentaires côtiers finis** (sables/sédiments grossiers) **car peu ou non renouvelés** (hors biodétritisme littoral actuel)

**Du maximum du froid à l'interglaciaire actuel...**

Abondance des sédiments



Pénurie de sédiments favorisant l'érosion littorale



## • Objectifs des campagnes **Fissel**

- Contexte des accumulations littorales
  - Déficit / pénurie sédimentaire en Z. tempérées/Massif armoricain (3500 BP ≈)
  - Haut niveau marin
- => propices à l'érosion et recul du trait de côte  
=> + conséquences des actions anthropiques actuelles et antérieures

→ **Stocks sédimentaires côtiers fins** (sables/sédiments grossiers) **car peu ou non renouvelés** (hors biodétritisme littoral actuel)

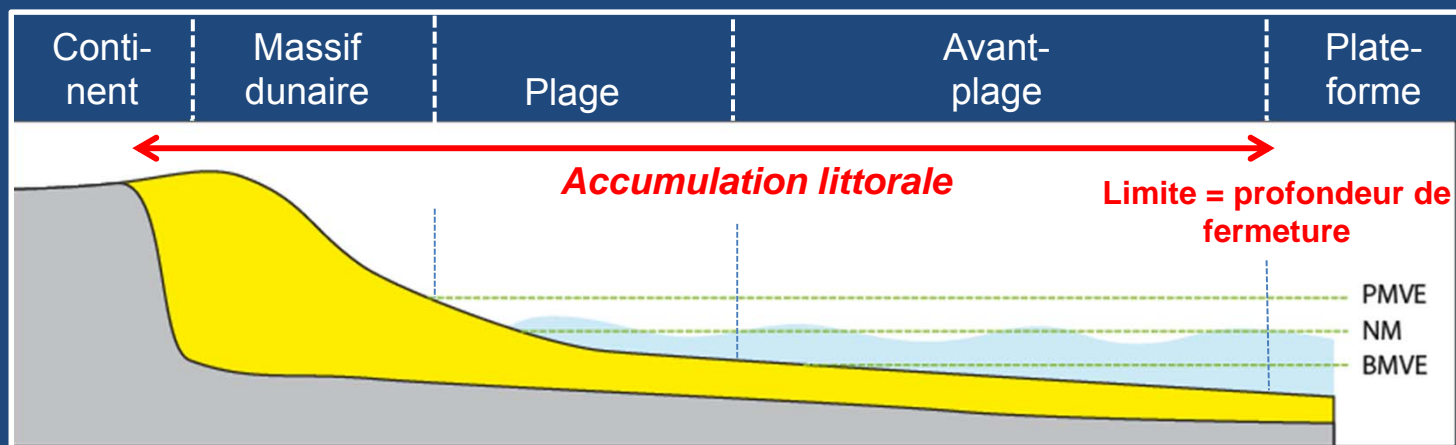
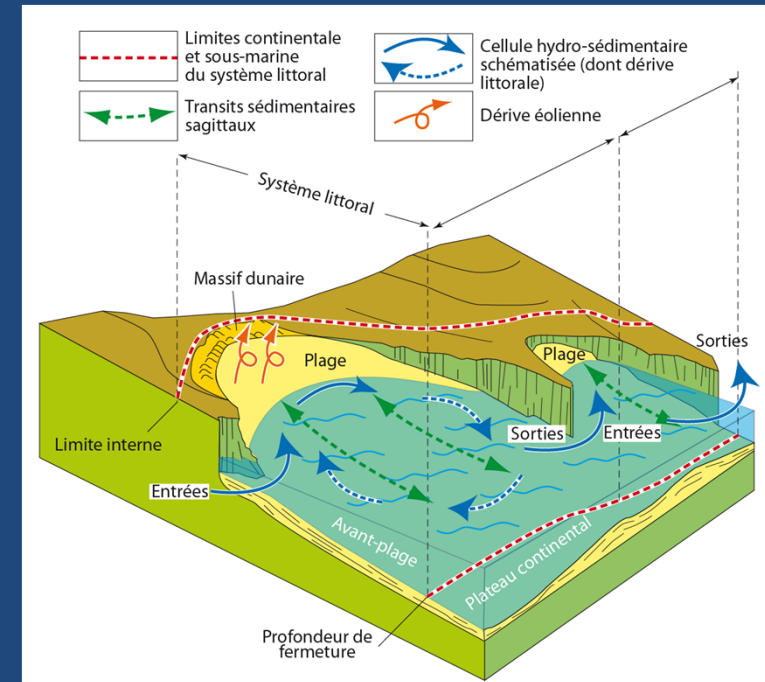
→ **Gérer l'érosion littorale** ⇔ **gestion de ces stocks ?**

Améliorations nécessaires des connaissances des avant-plages

*Travaux entrepris dans le cadre des campagnes Fissel, grâce aux outils d'observation / mesures mis à disposition (V/O Haliotis et instrumentations)*

## • Objectifs des campagnes Fissel

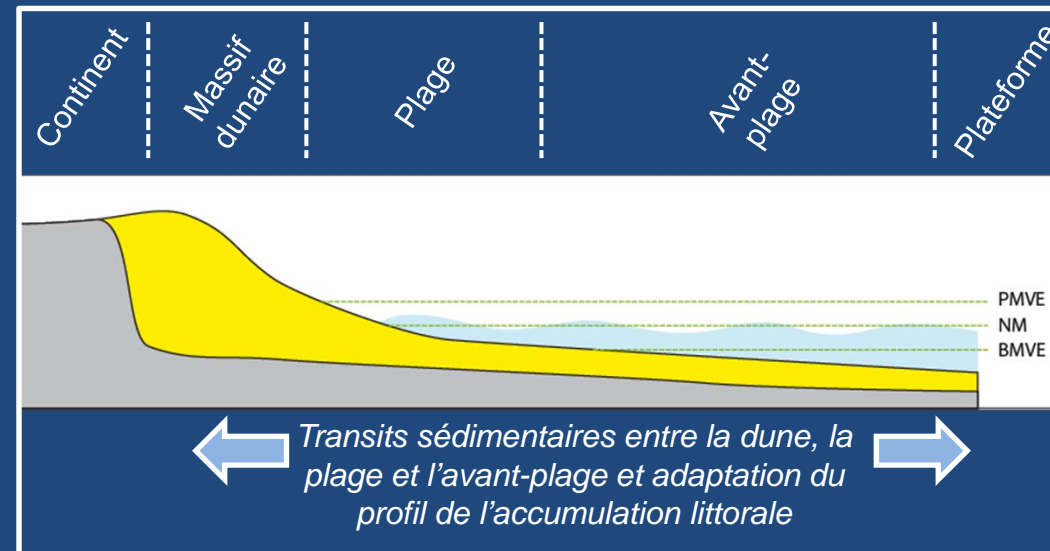
- Fissel s'intéresse aux **avant-plages** (dans le Finistère)
- **Composante sous-marine des accumulations littorales** dans le prolongement des plages intertidales et des massifs dunaires
- Limites : niveau des BM VE et profondeur de fermeture
- Evolutions morpho-sédimentaires liées aux évolutions de la plage et du trait de côte
- Mais connaissances encore insuffisantes





## • Objectifs des campagnes Fissel

- Modalités d'évolution des accumulations littorales à différentes échelles de temps
  - **Evolutions qui se traduisent par des alternances de recul/avancée du trait de côte ...**



### ▪ ... à diverses échelles de temps :

- Événementielle (tempête)
- Saisonnières (hiver/été)
- Interannuelles (années tempêteuses/calmes)
- Pluridécennales (périodes plus ou moins tempêteuses)
- Séculaires ...

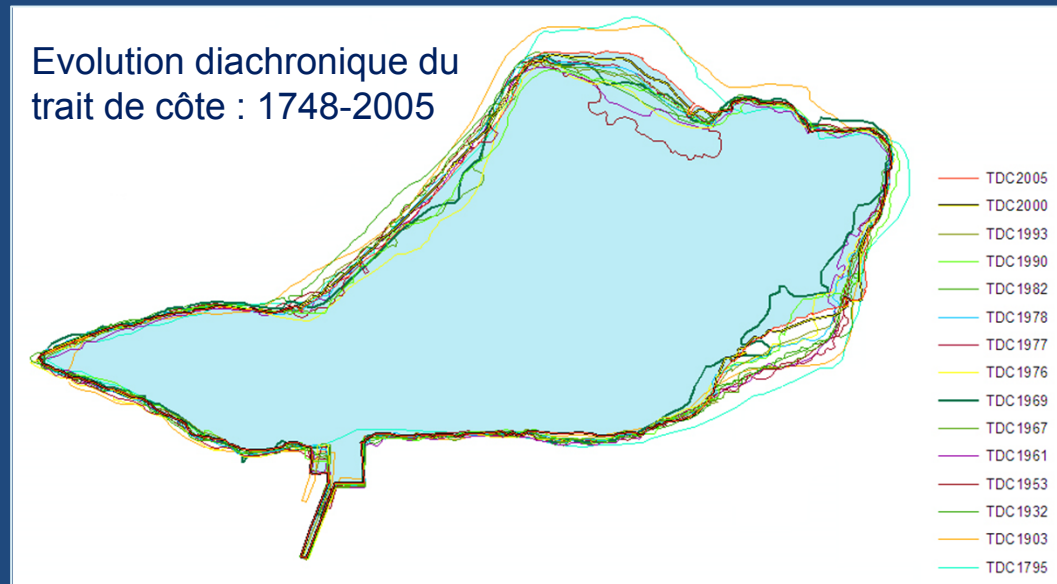
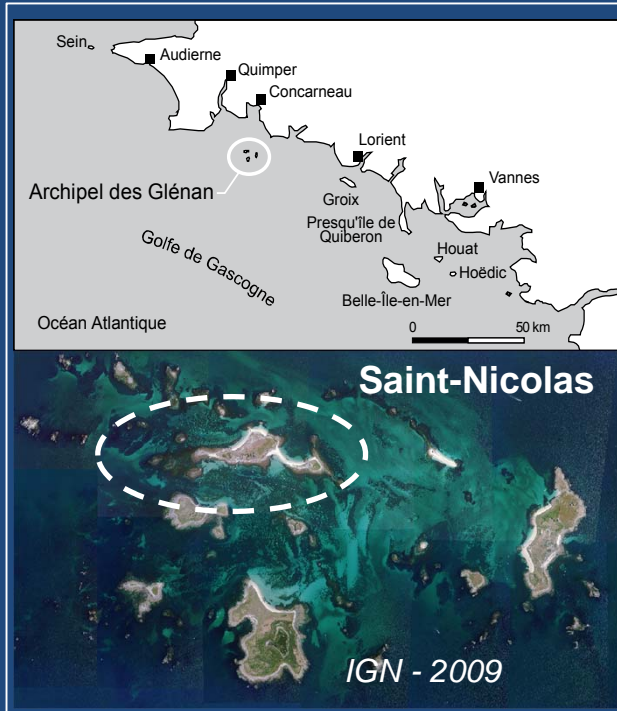
### ▪ ... et dans un contexte général de déficit ou de pénurie sédimentaire

## • Objectifs des campagnes **Fissel**

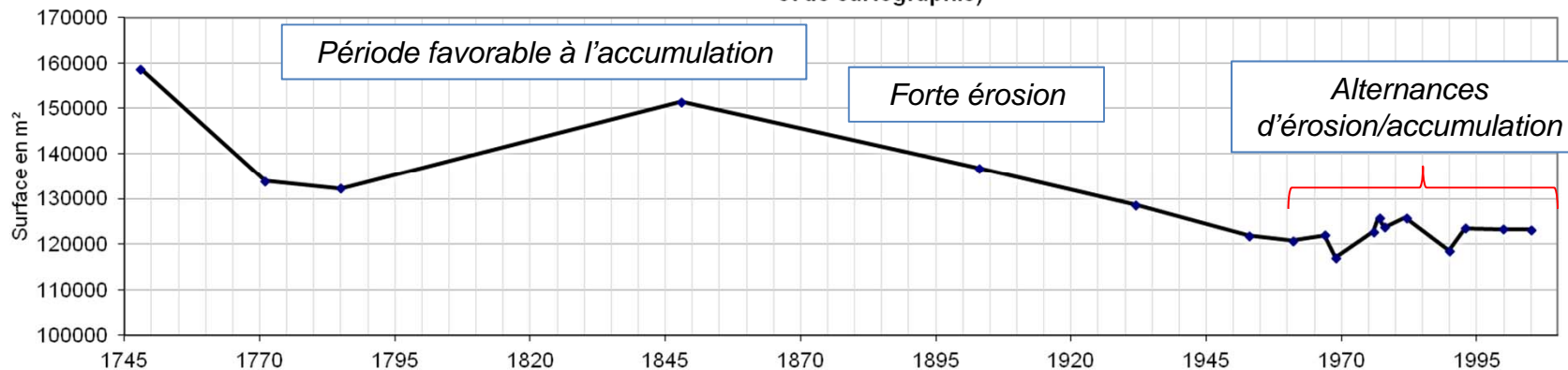
- **Compréhension des évolutions du trait de côte en lien avec les dynamiques morpho-sédimentaires des avant-plages à différentes échelles de temps**
- **Processus et modalités d'action**
- **Profondeur de fermeture**
- **Bilans sédimentaires côtiers**
- **Perspective d'application à la gestion des stocks sableux côtiers / risques ?**

Compréhension des évolutions du trait de côte en lien avec les dynamiques morpho-sédimentaires des avant-plages à différentes échelles de temps

- Exemple : plages de Saint-Nicolas-des-Glenan : dynamiques sédimentaires sous-marines et littorales de 1748 à 2005



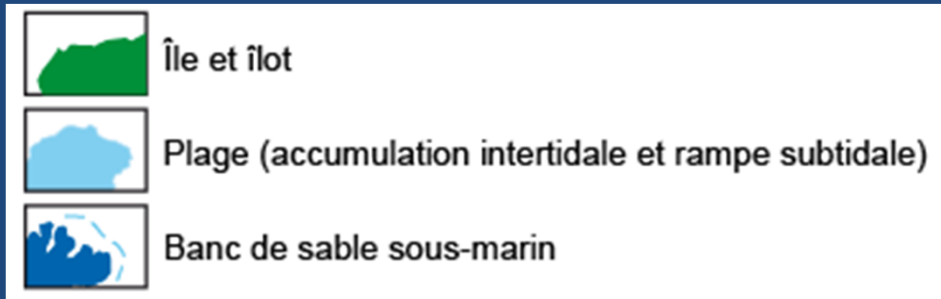
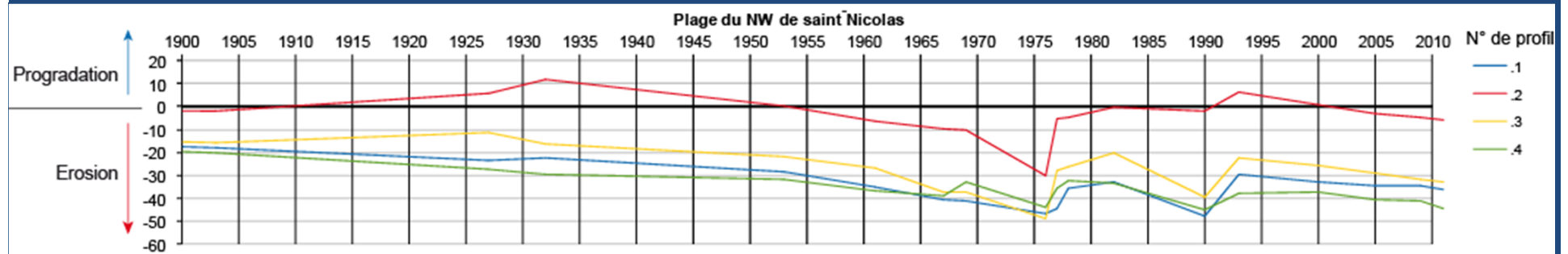
Evolution de la surface de l'île St Nicolas de 1748 à 2005 (estimations incluant les erreurs potentielles d'interprétation et de cartographie)



## Dynamiques morpho-sédimentaires sous-marines et littorales de 1932 à 2009

-Évolution des bancs sableux sous-marins

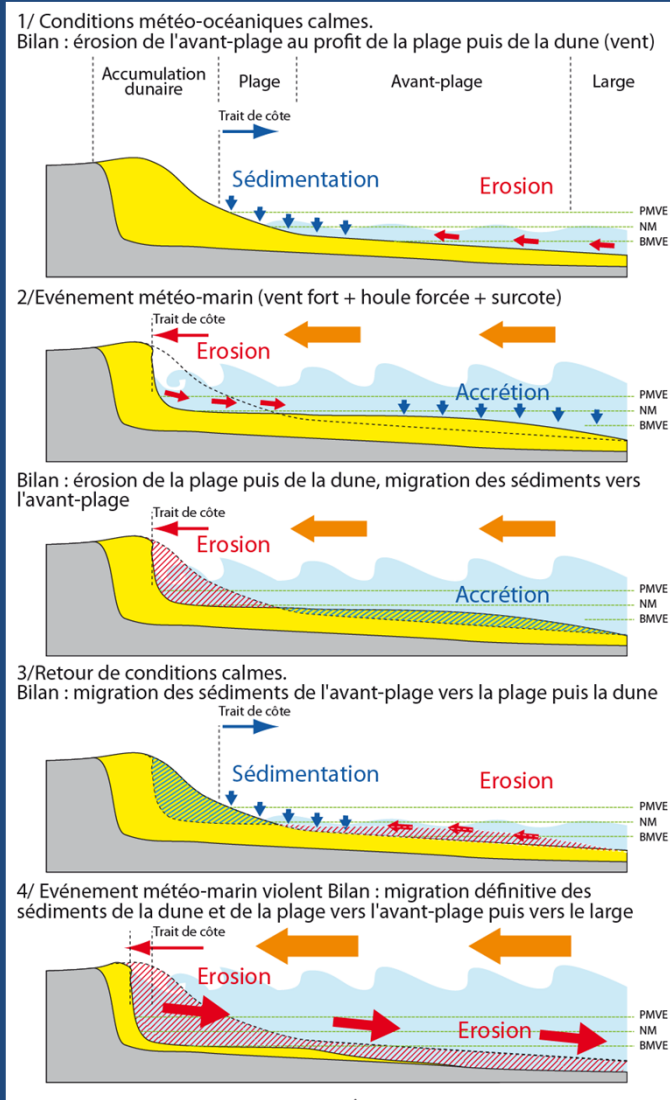
-Evolutions concomitantes des plages du NW et du NE de l'île



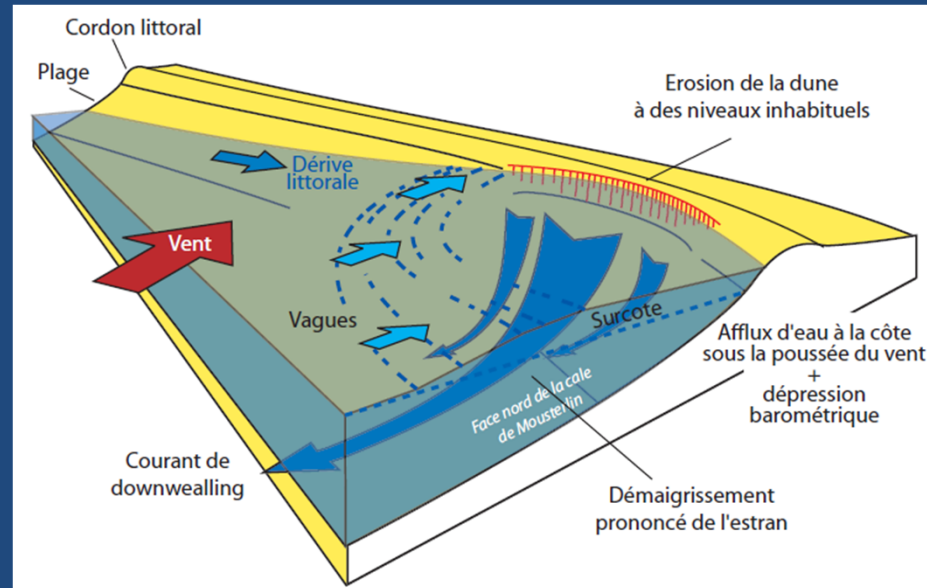


# Processus et modalités d'action

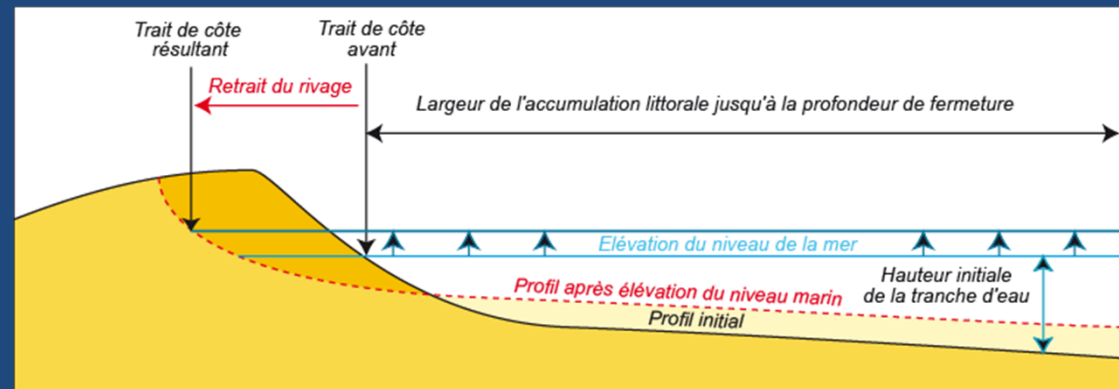
*Evolutions saisonnières vs Impacts des événements paroxysmaux*



*Courants d'arrachement, de downwelling*



*Effets de l'élévation du niveau de mer (principe de Brunn)*



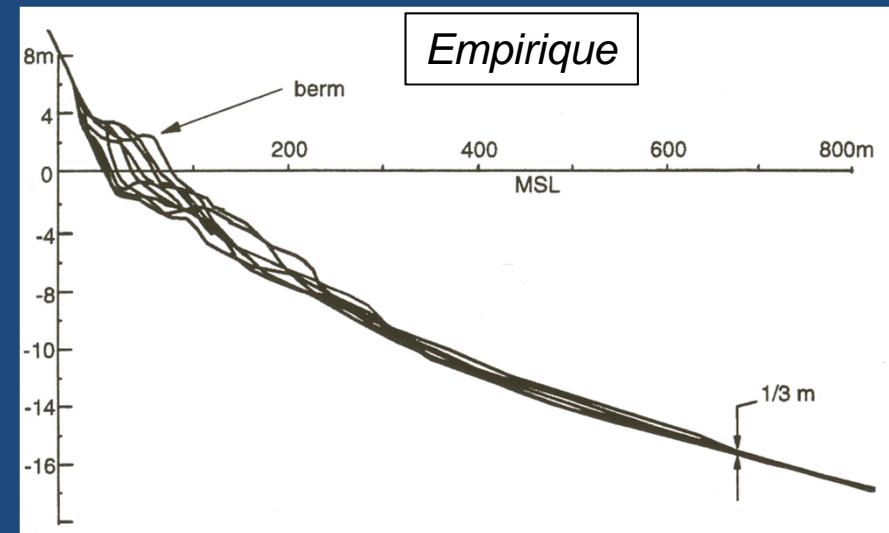
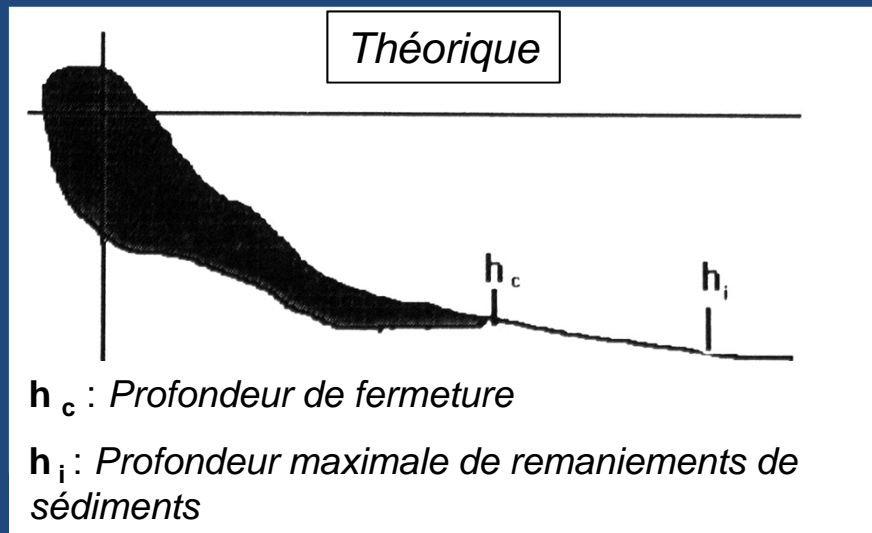
▪ Processus et modalités d'action



Transports des sables en suspension vers le large

## • Profondeur de fermeture

- *Formules théoriques : conditions de houle sur une période donnée*
- *Méthodes empiriques : analyse de variation de profils topo-bathy sur une période donnée*



### ▪ Formulations diverses :

HALLERMEIER (1981) ; BRAY et HOOKE (1997) ; SHORT et al. (1999) ; HANSON et al. (2003) ; LEONT'IEV (2008)

- Dépendante des **caractéristiques des vagues** :
  - hauteur : *significative, moyenne ou de tempête*
  - ou longueur d'onde
  - ou période
  - mesurées au large et/ou au déferlement
- De la sédimentologie

- Profondeur de fermeture

- Variabilité spatiale

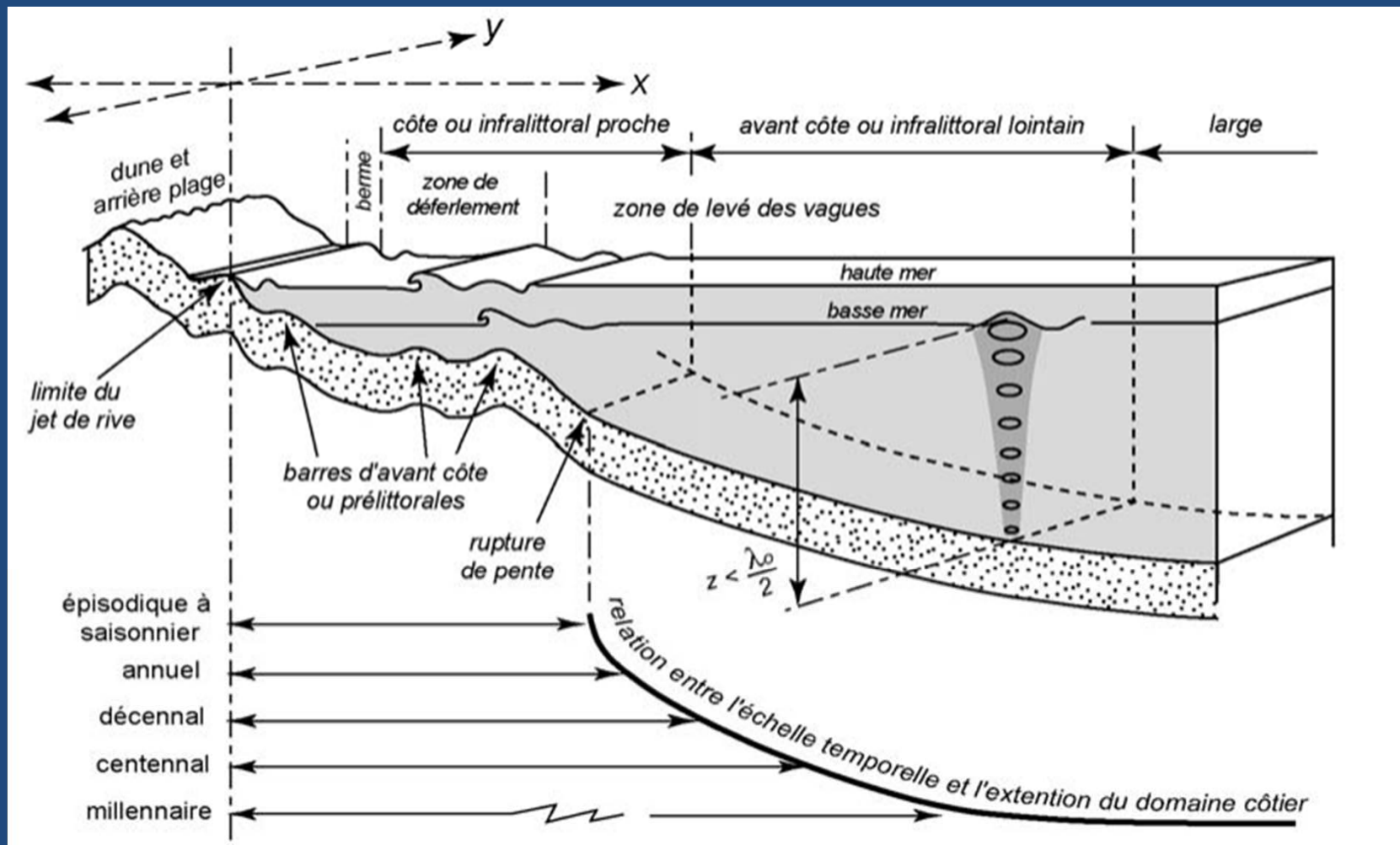
**Exemples de profondeurs limites d'action des vagues pour différents secteurs littoraux (revue partielle de la littérature existante)**

Localisation	Hs (m) <i>Hauteur significative de la houle</i>	d (m) <i>déviati on standard</i>	T (s) <i>Période de la houle significative</i>	D50 (mm) <i>Médiane granulométrique</i>	hc1 <i>Profondeur de fermeture</i>	hci <i>Profondeur maximale de perturbation des sédiments</i>
Us Golf of Mexico : Naples (Fl.)	0,3	0,2	4,6	0,12	2,8	4,4
US Atlantic : Nags Head (NC)	1	0,5	8,8	0,11	7,5	31
US Atlantic : Duck (NC)					7	
US Pacific : La Jolla (CA)	1,2	0,5	12	0,11	7,9	52,4
Netherlands	1,2	0,8	5	0,19	11,2	13,4
Southeast Australia	1,5	1,2	9,5	0,16	16,2	36,7
Seven Mile (Southeast Australia)	1,6				25 m	
Côte des anes de New York					25 m	
Abu Qir (Egypte)	2 à 5 m				45 m en hiver 23 m en été	
Sydney (Australia)					Entre 20 et 30 m	
Plages de l'île Nord de Nouvelle Zélande					Entre 20 et 30 m	
Baie d'Audierne					Vers 40 m	
Golfe de Gascogne					60 à 70 m	
Grande Vasière, partie septentrionale (golfe de Gascogne)	15		15			Lors des tempêtes vers 100 m (102 et 106 m)



- Profondeur de fermeture

- Variabilité temporelle



# • Méthodologie et techniques mises en œuvre

## Analyses morpho-sédimentaires à différentes échelles de temps

### 1) Sélection des sites d'étude

- Critères d'exposition et/ou d'abri (houles)
- Conditions d'accessibilité des petits-fonds avec la V/O Haliotis
- Nombre de levés antérieurs et qualité des données historiques (SHOM)

### 2) Éléments relevant de la transgression Holocène finale

#### 1<sup>ère</sup> campagne Fissel (2012)

- Carottages / tariérages à terre (marais maritimes)
- sismique Chirp sur l'avant-plage
- Détermination du toit rocheux d'avant-plage
- Epaisseurs sédimentaires

Thèse  
J. Goslin  
(2014)

### 3) Evolutions séculaires jusqu'à la période contemporaine

- Comparaison de bathymétries multi-dates (SHOM) depuis XIXe siècle

### 4) Evolutions interannuelles :

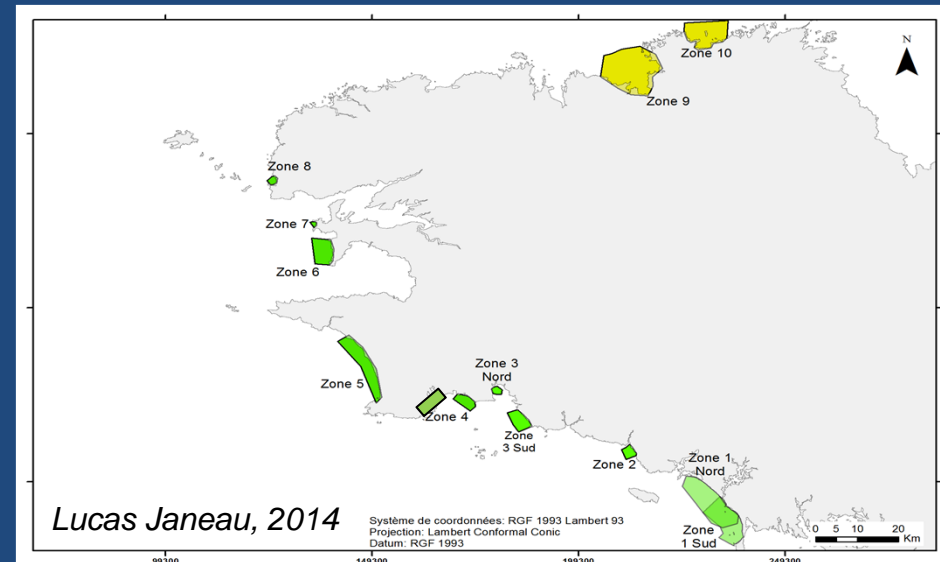
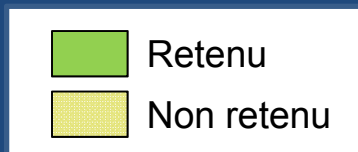
#### Campagnes Fissel 2012 à 2015

- Levés bathymétriques réitérés annuellement (depuis 2012 sur 1 site)
- Comparaison avec les levés du Lidar (2010) (IGN/SHOM –CG 29)

Thèse  
M. Jabbar  
(en cours)

## ■ Sélection des sites d'étude

- **Données anciennes (SHOM) :** localisation des sites d'études possibles

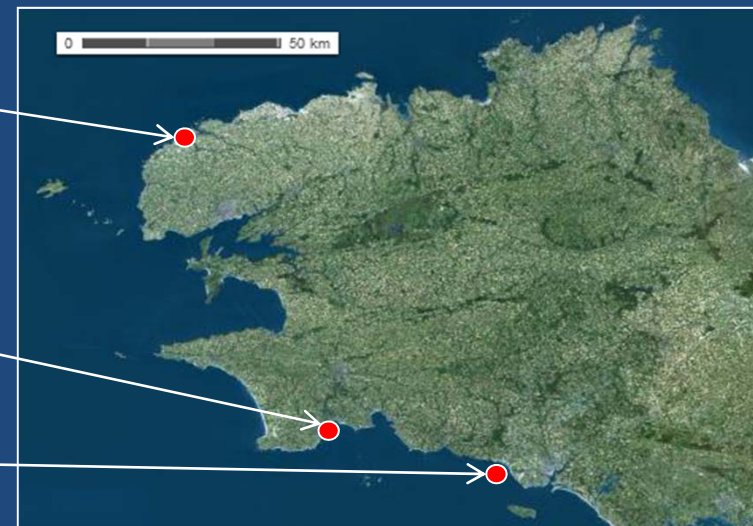


- **Données actuelles :** sélection de trois sites pour des suivis annuels (Haliotis)

**Plouguerneau**  
Semi-abrité / plateforme à écueils  
Exposition NW

**Combrit-Île-Tudy**  
Semi-abrité  
Exposition SSW à SE

**Guidel-Fort Bloqué**  
Exposé  
Exposition SW à W



## ■ Travaux associés et chronologie

Missions	2012	2013	2014	2015
Dates	Mai-juin 2012	Mai-juin 2013	Juin 2014	Juin-juillet 2015
Site(s)	Île-Tudy - Combrit Plouguerneau	Île-Tudy - Combrit	Île-Tudy - Combrit Guidel-Fort Bloqué	Île-Tudy - Combrit Guidel-Fort Bloqué
Objectifs et actions associées	<b>Thèse J. Goslin</b> Bathymétrie ; Caractérisation des formations sédimentaires (prolongement continentaux en mer) ; bedrock et épaisseurs sédimentaires			
		<b>Stage (M2) M. Jabbar</b> Etat des lieux bathymétrie Méthodologies	<b>Thèse M. Jabbar</b> Suivi des évolutions 2012-2013 et 2014 (selon conditions hiver). Caractérisation des formes et formations ; Evolutions volumétriques ; Comparaisons diachroniques avec levés anciens (XIX et XXe siècles)	
			<b>Stage (ing. hydro ENSTA) L. Janeau</b> Incertitudes (levés anciens/lidar bathy/ bathymétrie Hallotis)	

Sondages (tarière BRGM)



Suivis topographiques



Acquisitions en mer

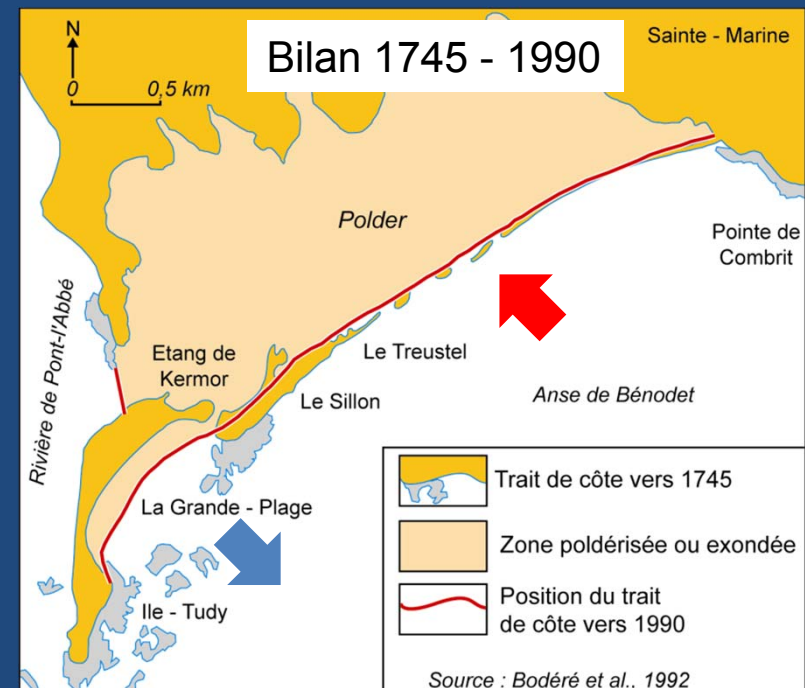




# • Résultats : exemple du secteur de l'Île-Tudy - Combrit

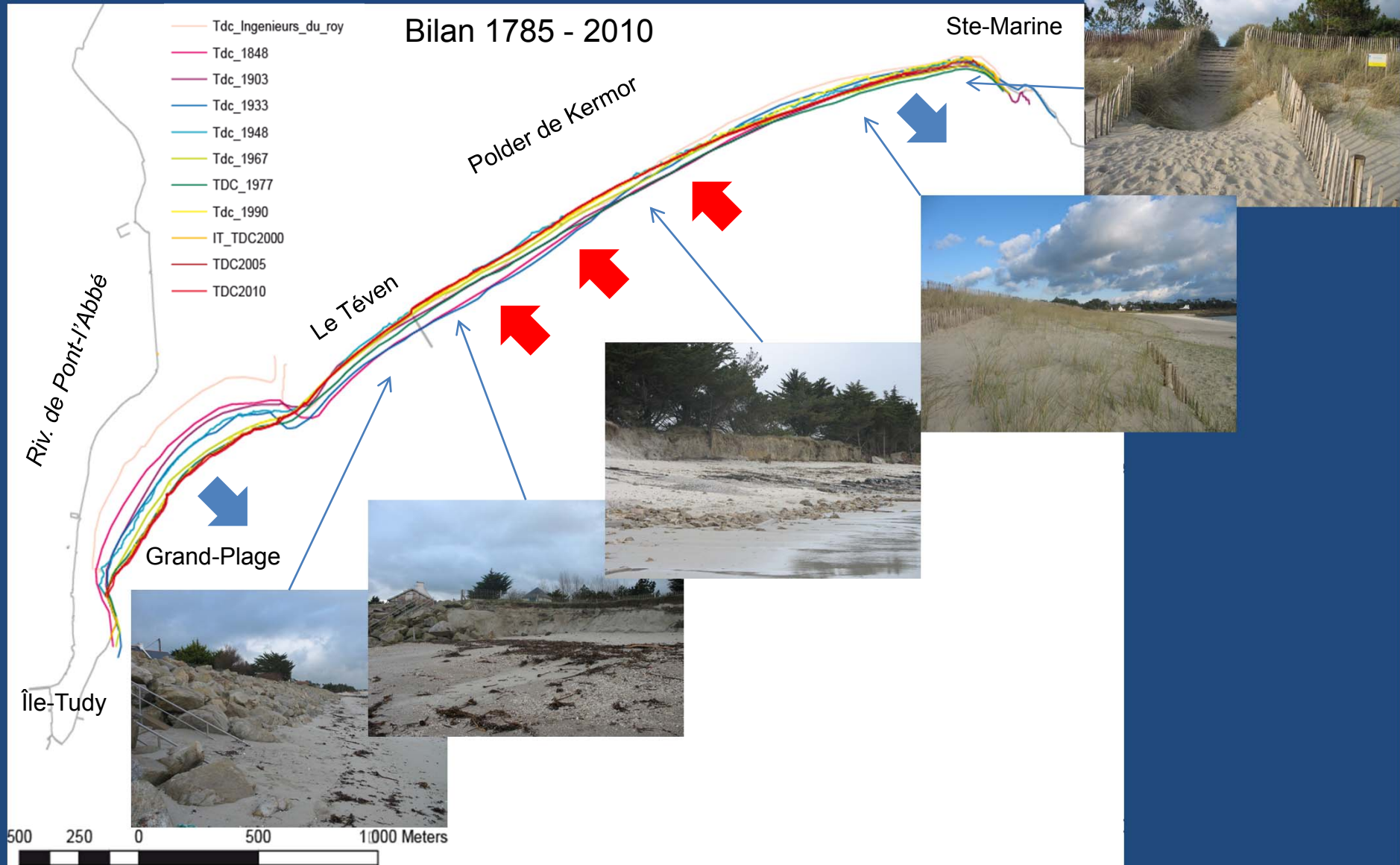
## • Site d'étude

- Situation semi-exposée dans le sud-Finistère
- Entre Odet et rivière de Pont-l'Abbé
- Cordon littoral sableux de formation récente (historique)
- Evolutions importantes du trait de côte
- Particulièrement sensible à l'érosion et la submersion
- Secteur littoral très anthropisé (poldérisation en 1852, urbanisation, extraction de sable, gestion de l'érosion,...) vulnérable.



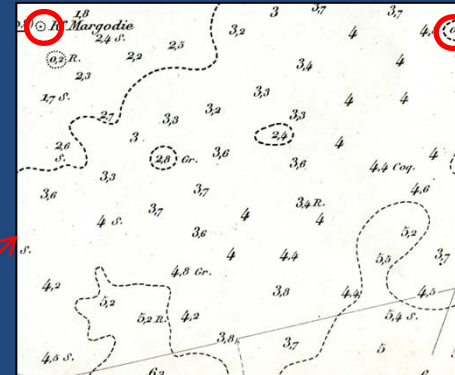
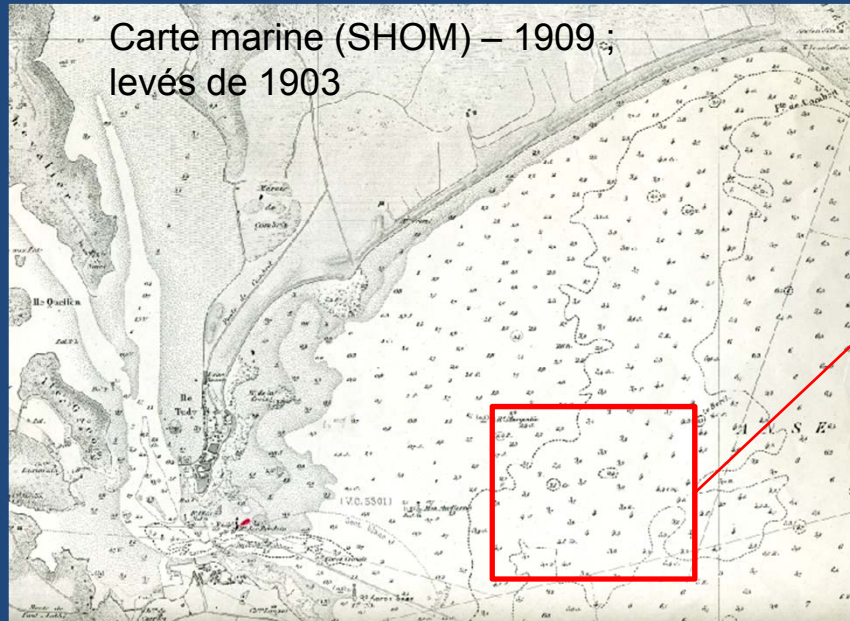
# • Connaissance des évolutions

- Evolutions du trait de côte et du cordon littoral et état actuel

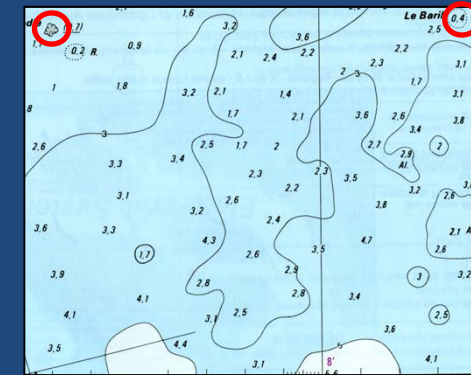




## ▪ Evolutions concomitantes de l'avant-plage



SHOM 1909 ; levés 1903



SHOM 1977 ; levés 1971

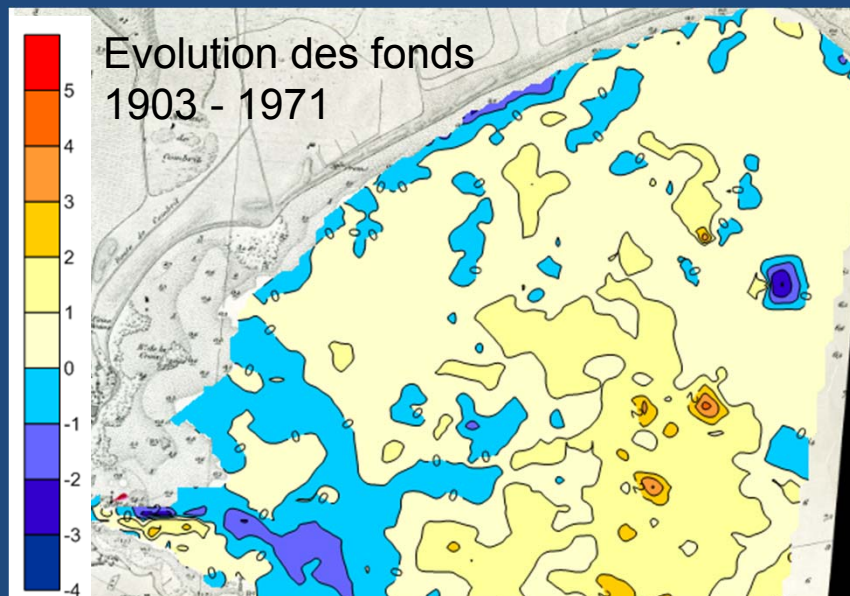
Parallèlement à l'érosion du cordon :  
élévation des fonds sur l'avant-plage (?)

Comparaison des cartes marines du SHOM

### Evolution résultant :

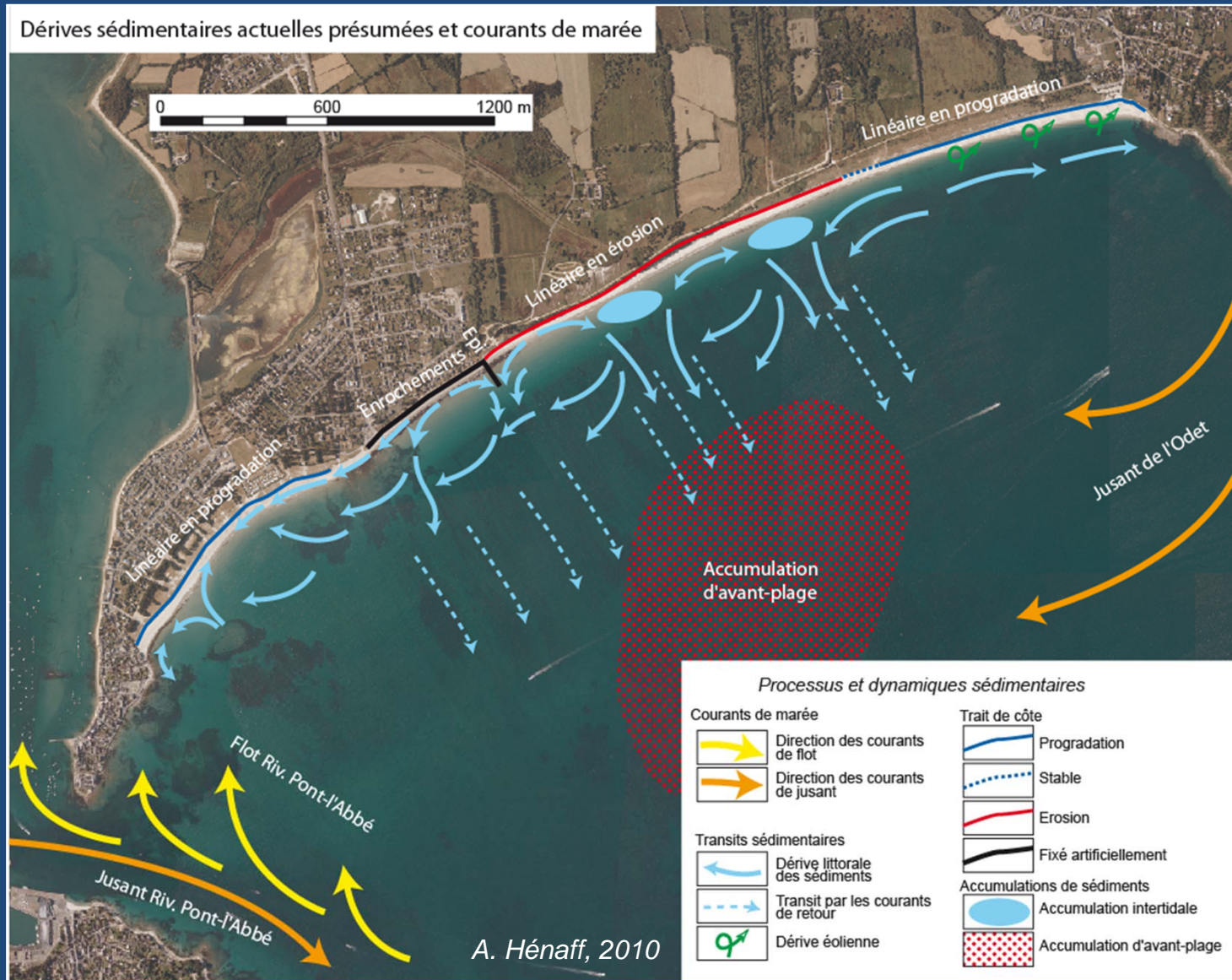
- de la poldérisation au XIXe s (fermeture des graus et modification des circulations de sédiments) ?
- illustration du principe de Brunn ?
- des extractions opérées après guerre avec appel au vide des sédiments du cordon ?
- autre(s) cause(s) ?

Mais faible fiabilité des résultats établis sur jeux de sondes sélectionnées pour la navigation

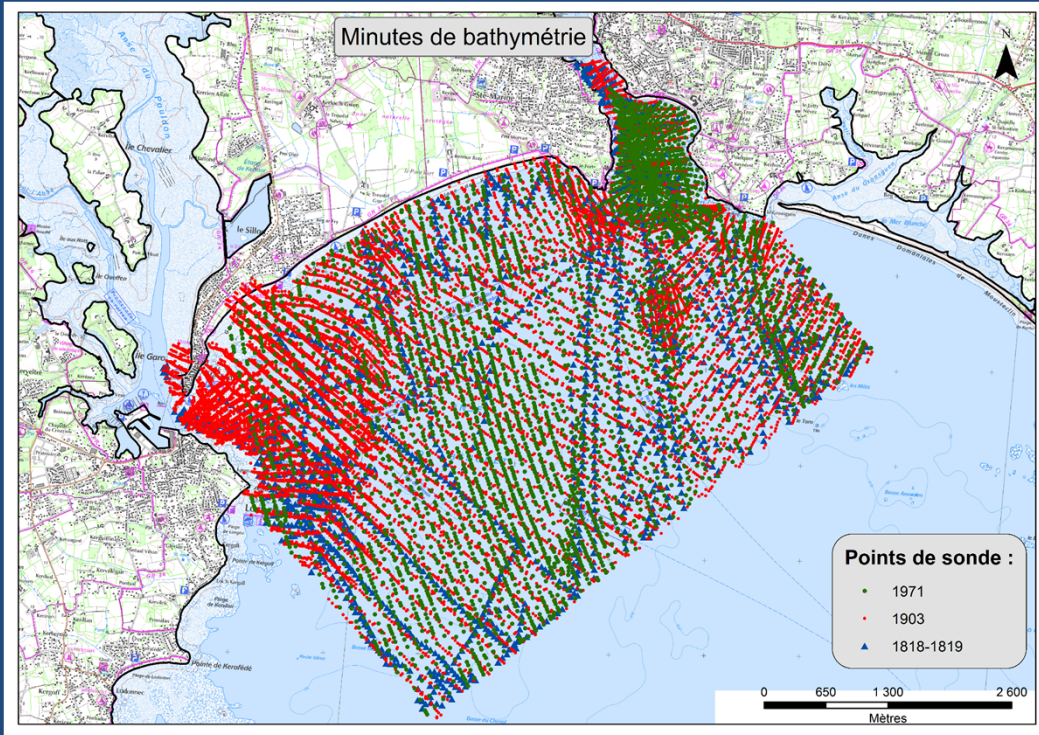




- Processus littoraux et transits sédimentaires : hypothèse de fonctionnement en cellule et sous-cellules sédimentaires



- Acquisition et traitement des données anciennes : analyse des évolutions séculaires

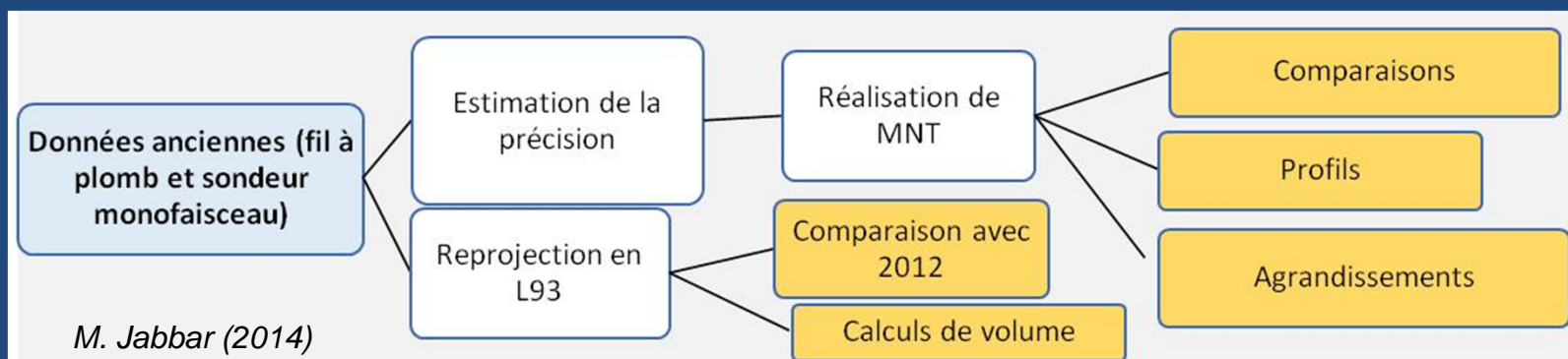


### Minutes de bathymétrie de 1818/1819 – 1903 – 1971 (SHOM)

*Incertitudes horizontales et verticales des données anciennes*

	Précision		Densité de mesures (nombre de points / km <sup>2</sup> )
	Horizontale	Verticale	
Fil à plomb	25-60 m	1 m	89 (1818) / 567 (1903)
Sondeur monofaisceau	20-30 m	0,5 m	189
Sonar latéral	10 cm	10 cm	125,10 <sup>5</sup>

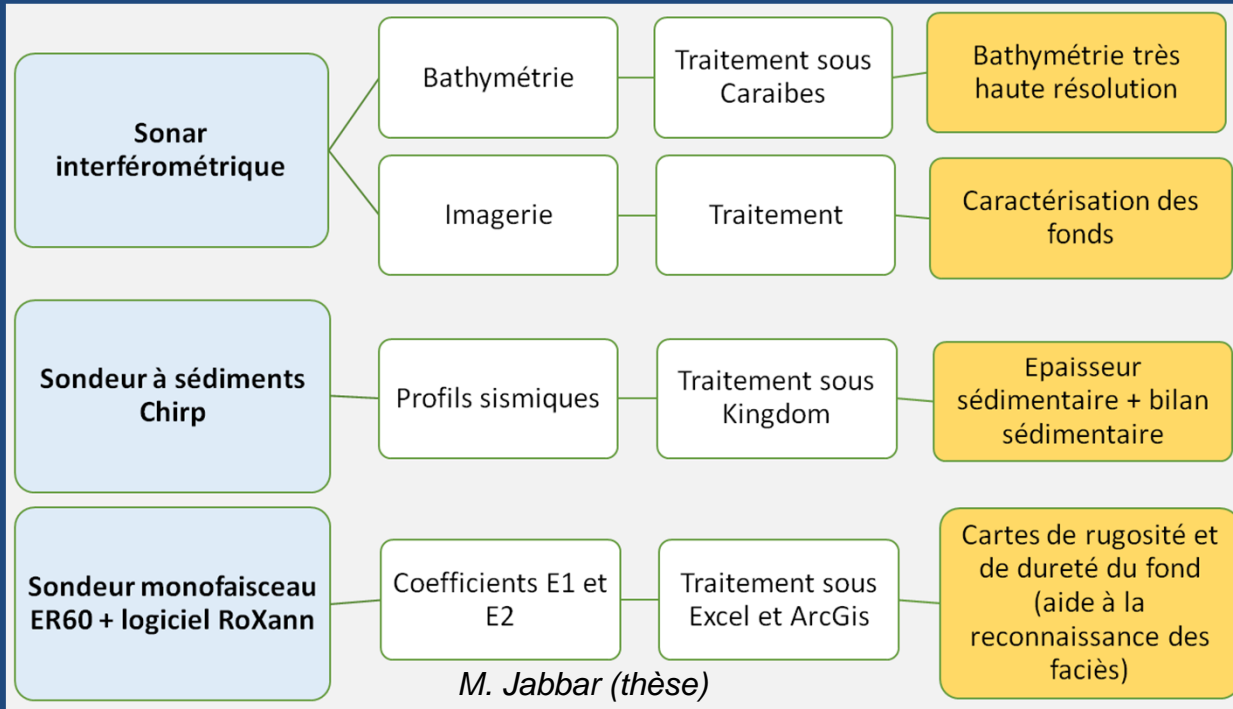
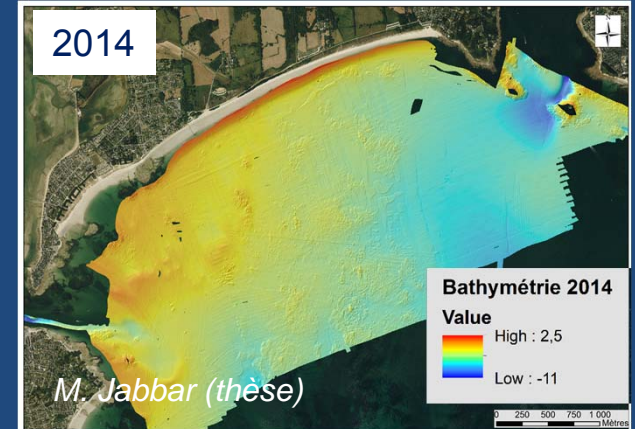
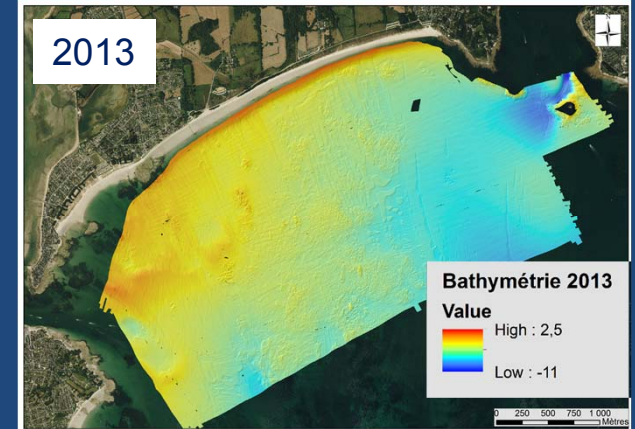
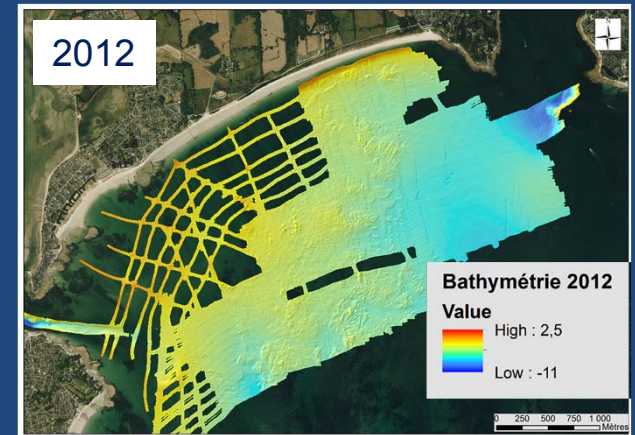
*L. Janeau, 2014 ; M. Jabbar et al., 2015*



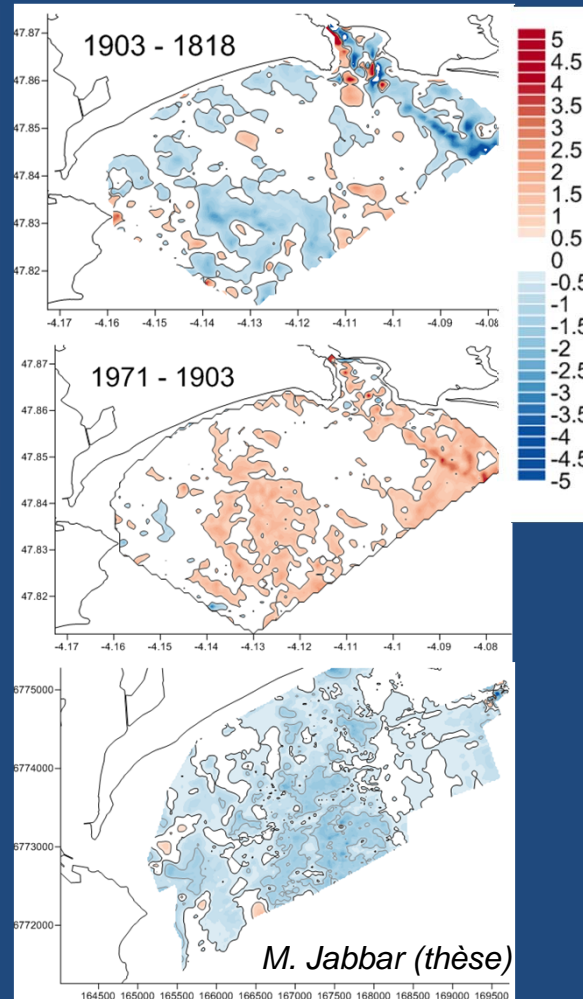
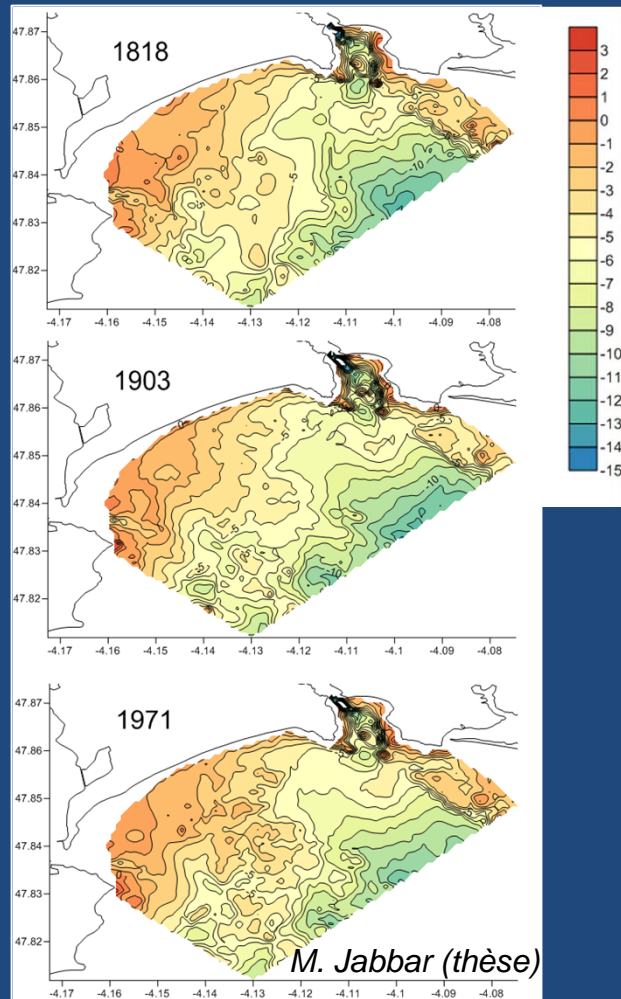


# • Evolutions interannuelles récentes : acquisition et traitement des données actuelles

*L'Haliotis : des outils et personnels dédiés performants*



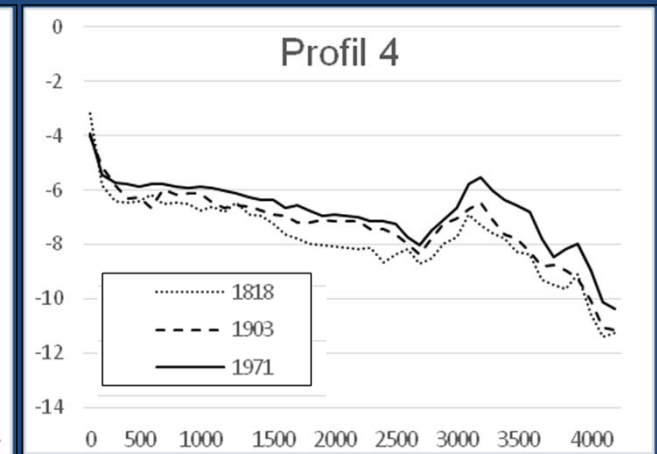
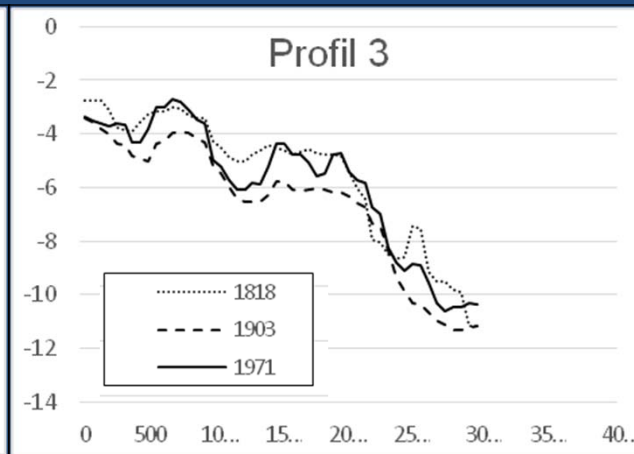
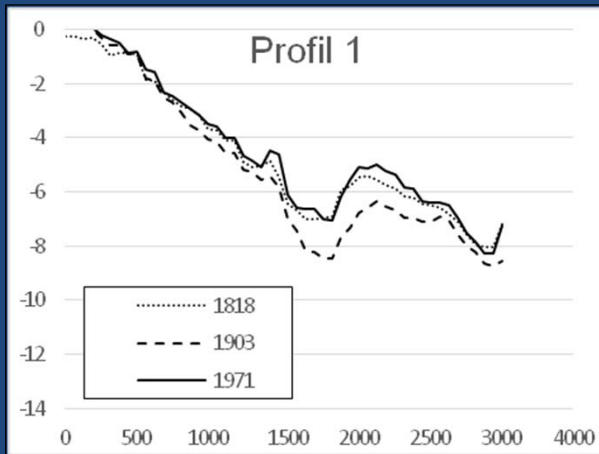
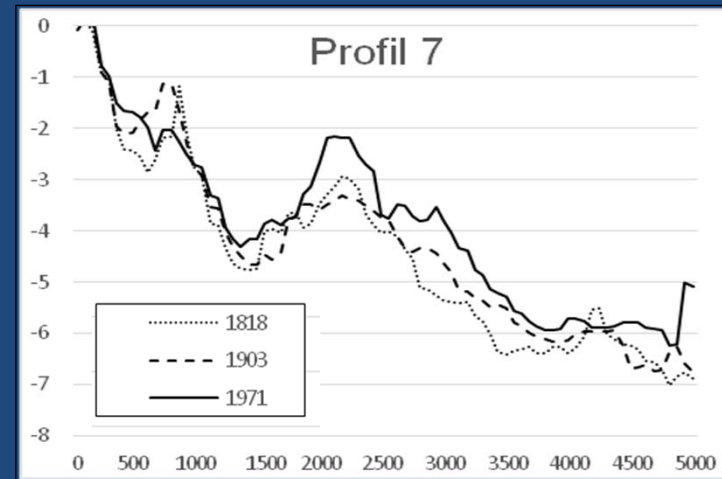
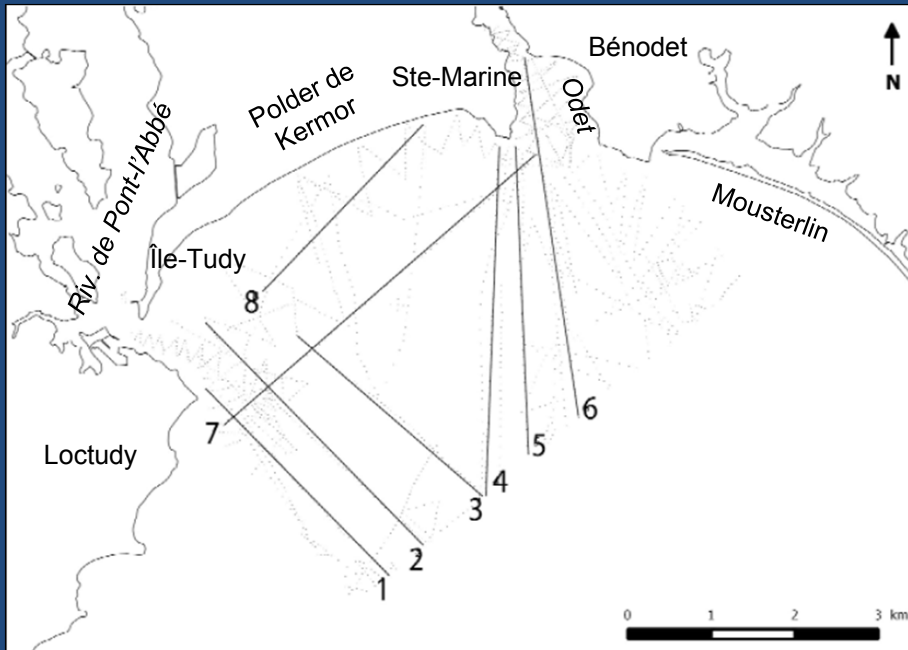
• Bilan de l'analyse des évolutions séculaires et récentes (début XIXe – 2012)



BILANS	
1819/1903	Érosion avant-plage : -1 à -4 m d'abaissement
1903/1971	Élévation des fonds : +1 à + 4 m (+1,5 à 2 m)
1971/2012	Érosion des fonds : -0,5 à 2 m - 5,4.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

	1818 – 1903	1903 – 1971	1971 – 2012
Tendances d'évolution	➔	➔	➔

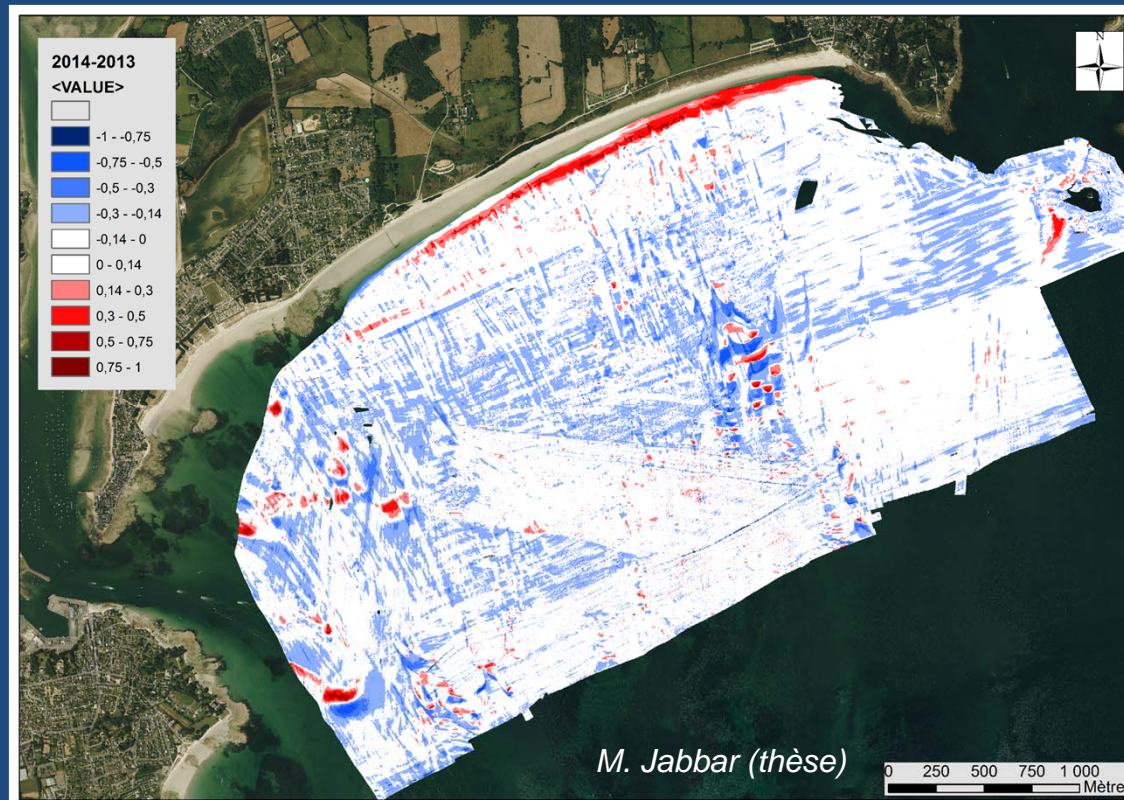
• Bilan de l'analyse des évolutions séculaires et récentes (début XIXe – 2012)





- Evolutions court terme (interannuelles) : exemple 2013 à 2014

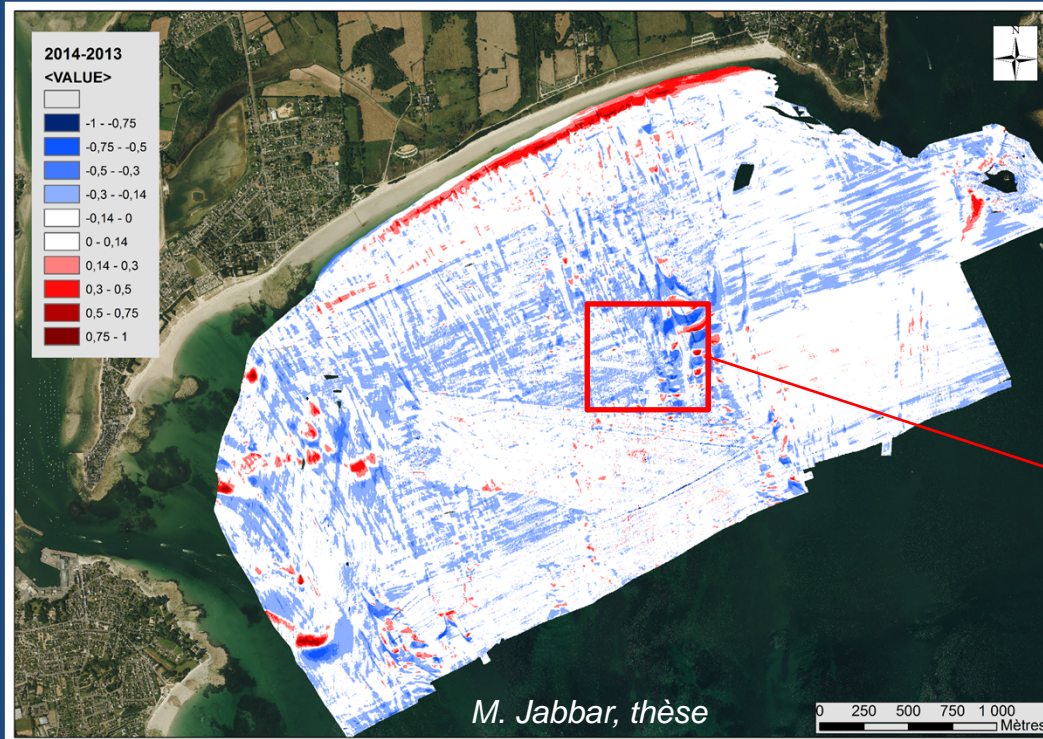
→ Hiver tempétueux de 2013-14



**Variations topographiques relativement limitées :**

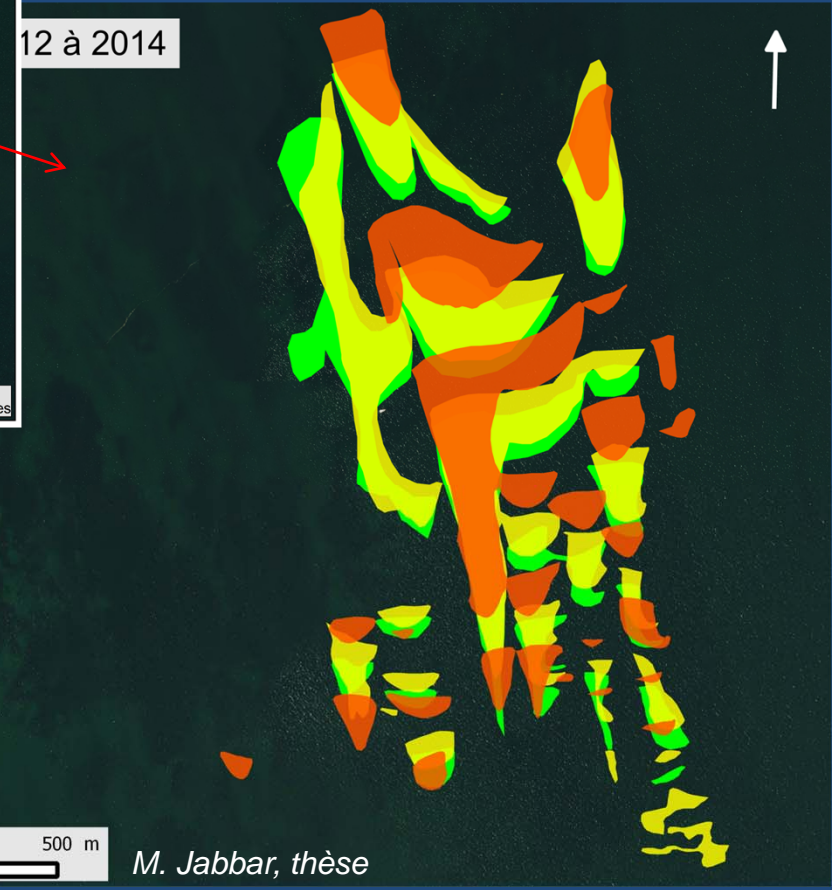
- comprises entre -1 et + 1 m
- forte accumulation en bas de plage (érosion du cordon et de l'estran sableux)
- accumulation réparties sur la proche avant-plage
- migration de dunes sous-marines

• Evolutions court terme (interannuelles) : mobilité des fonds 2012 à 2014



Varations topo-morphologiques importantes

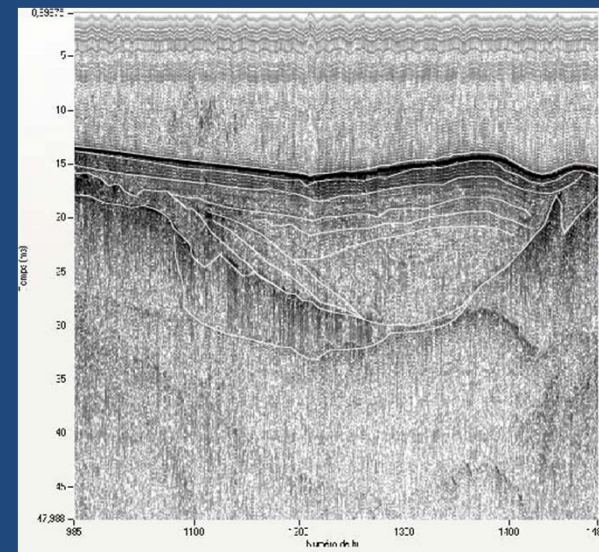
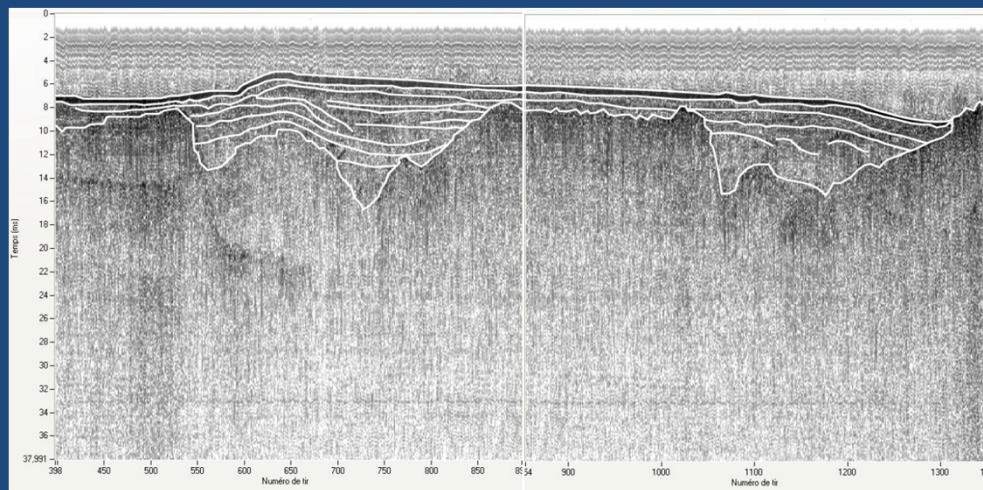
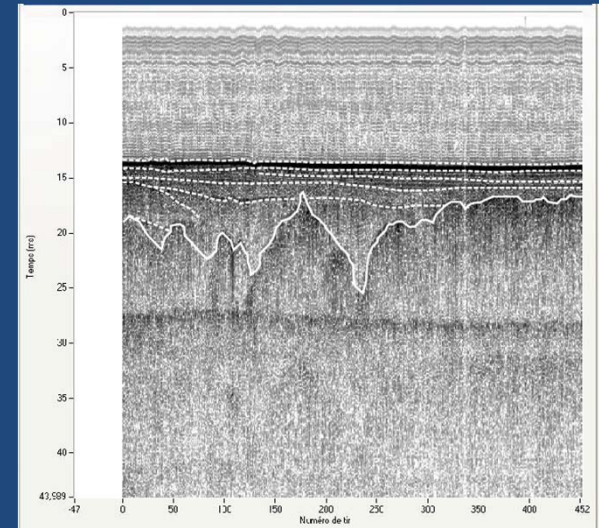
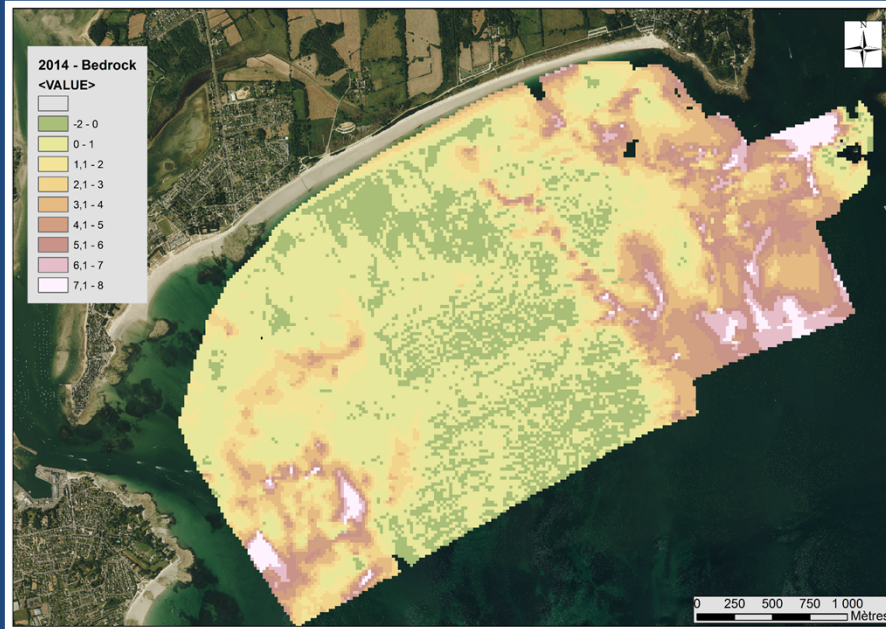
*Migration de dunes sous-marines en direction de la plage avec accélération durant l'hiver 2013-2014*





# • Questions en attente ou en cours de traitement

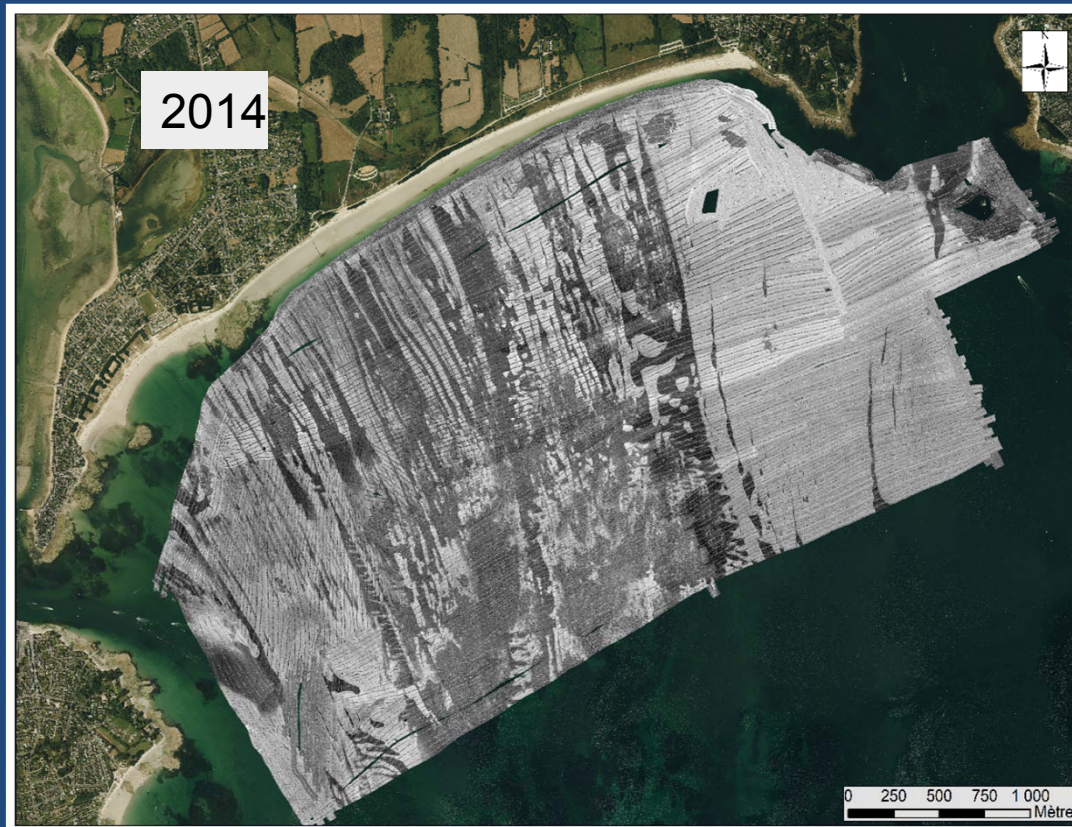
## ▪ Sismique THR (CHIRP)





## • Questions en attente ou en cours de traitement

- Imagerie et caractérisation des fonds
- Traînées graveleuses (étude de Delanoë et Pinot, 1975) :



- Calibration des acquisitions par une série de prélèvements à la benne
- Précédé d'acquisitions vidéo (caméra Seaview) pour préciser les localisations.

## •Conclusion

- Amélioration des connaissances de l'évolution des avant-plages sur long terme (données historiques)
  - Acquis des campagnes Fissel : connaissance améliorée des dynamiques d'avant-plage sur le court terme :
    - Bilans sédimentaires annuels
    - Dynamiques à différentes échelles spatiales
- Difficile à envisager, dans cette dimension, il y a qq années : absence des technologies et compétences actuelles.

Cependant :

- Levés sur petits fonds restent chronophages (limite de l'emprise des fauchées) et dépendants des conditions de mer
  - Mise en place d'un suivi pertinent ?
- => définition d'une fréquence adaptée, en tenant compte des événements météorologiques paroxysmaux et/ou hivers agités.
- Solutions envisageables et à combiner :
    - alternance Lidar bathymétrique/ levé bathymétrique (comparaison des données) ?
    - levés de profils caractéristiques (SMF monofaisceau) annuels / levés bathymétriques à moindre fréquence.





Merci de votre attention

*Le cordon littoral de Combrit à Sainte-Marine vu depuis l'Haliotis (05/2013)*