

**avril 2023**

# **Estuaire de la Gironde (2)**

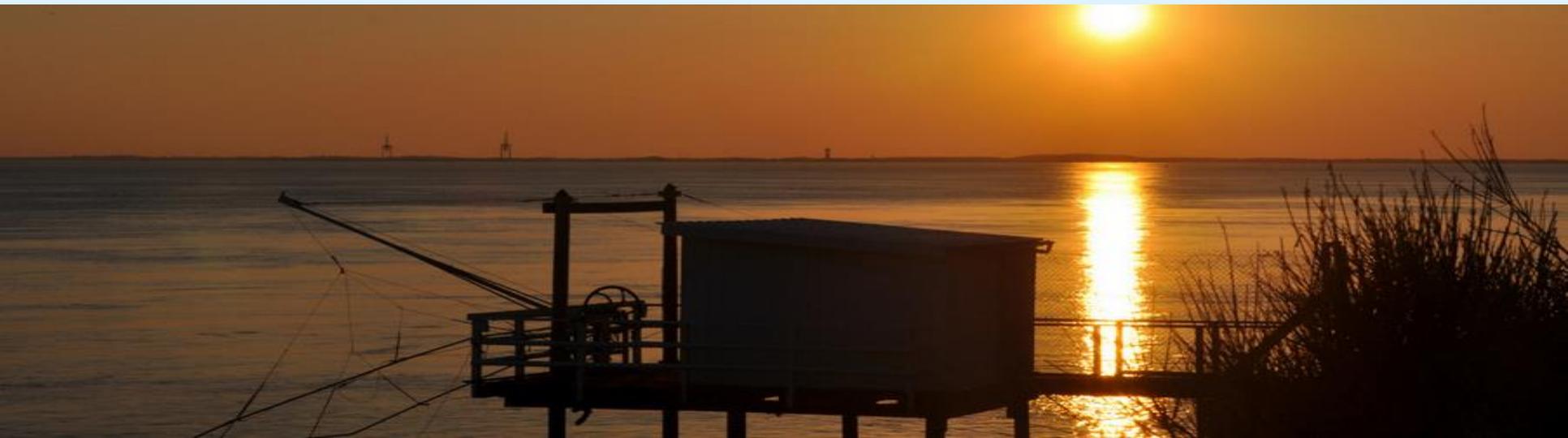
## **Histoire, aménagements, évolution**

**Aldo Sottolichio, Laboratoire EPOC**



## Plan

- 1 - Flocculation et consolidation des sédiments cohésifs
- 2 - Dynamique saisonnière du bouchon vaseux
- 3 - Les faciès estuariens
- 4 - Histoire de l'évolution de la vallée et du comblement des marais



# 1 - Flocculation et consolidation des sédiments cohésifs

Cas particulier des sédiments cohésifs :

Les sédiments cohésifs ( $< 63 \mu\text{m}$ ) : force de cohésion entre les particules

Taille ( $\mu\text{m}$ )	Classification de Wentworth	Cohésion
40-62	Silts moyens à grossiers	Cohésion négligeable
20-40	Silts fins à moyens	Cohésion inversement proportionnelle à la taille
2 -- 20	Argiles grossières à silts fins	Cohésion forte
$<2$	Argiles fines à moyennes	Cohésion très forte

Tableau I-1 : Propriété de cohésion des différentes fractions de matières en suspension (Mehta et Li, 1997)

Deux processus importants en découlent : flocculation et consolidation

## Flocculation

Agrégation des particules élémentaires.

(A) particules primaires

Il existe plusieurs ordres d'aggrégation, entre les microflocs (B) et les macroflocs (C,D)  
Ils auront toutefois une densité inférieure à celle des silicates et des argiles pures, du fait de la présence d'eau interstitielle et de matière organique

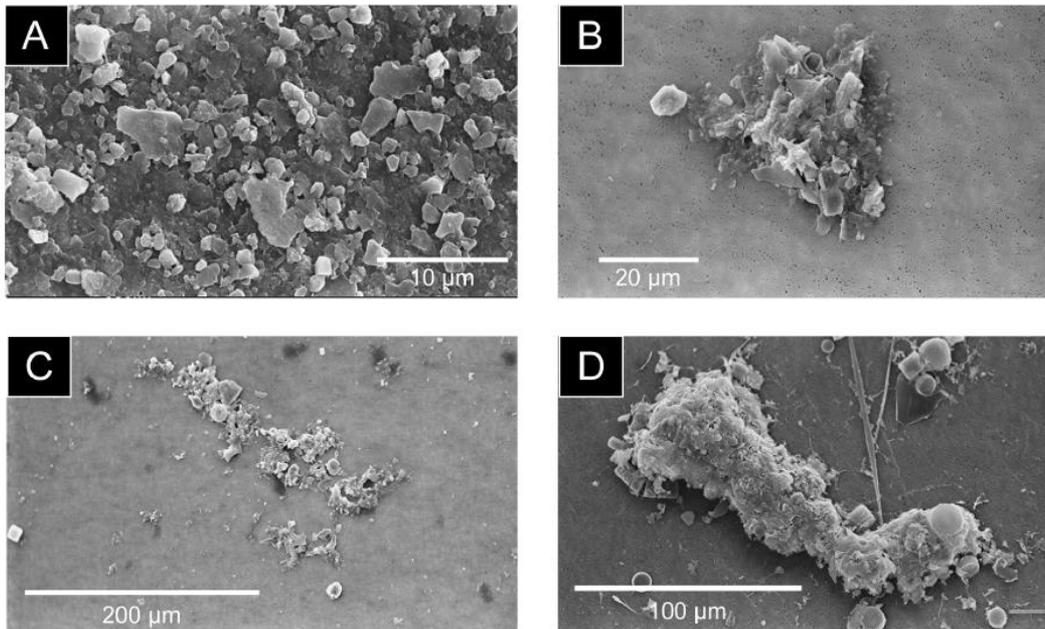


Figure I-18 : Floccs et terminologie : exemple de particules primaires (A), microfloc (B), macrofloc aéré (C) et macrofloc dense (D)

# 1 - Flocculation et consolidation des sédiments cohésifs

## Floculation

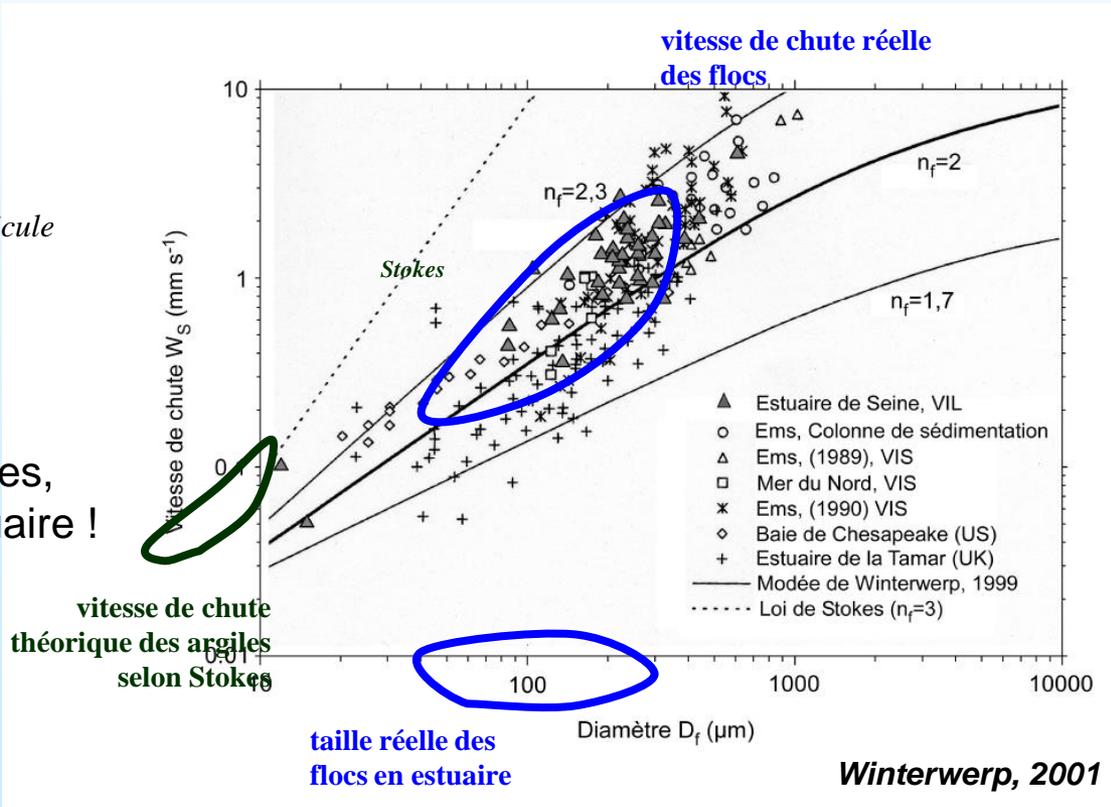
Agrégation des particules élémentaires.

Vitesse de chute de particules en eau calme :  
loi de Stokes

$$W_s = \frac{(\rho_{\text{particule}} / \rho_{\text{eau}} - 1)gD^2}{18\eta}$$

Annotations:  
-  $\rho_{\text{particule}} / \rho_{\text{eau}}$ : rapport des densités  
-  $18\eta$ : viscosité moléculaire de l'eau  
-  $D$ : diamètre de la particule

Si on appliquait la loi de Stokes aux argiles,  
il n'y aurait jamais de dépôt dans un estuaire !



# 1 - Flocculation et consolidation des sédiments cohésifs

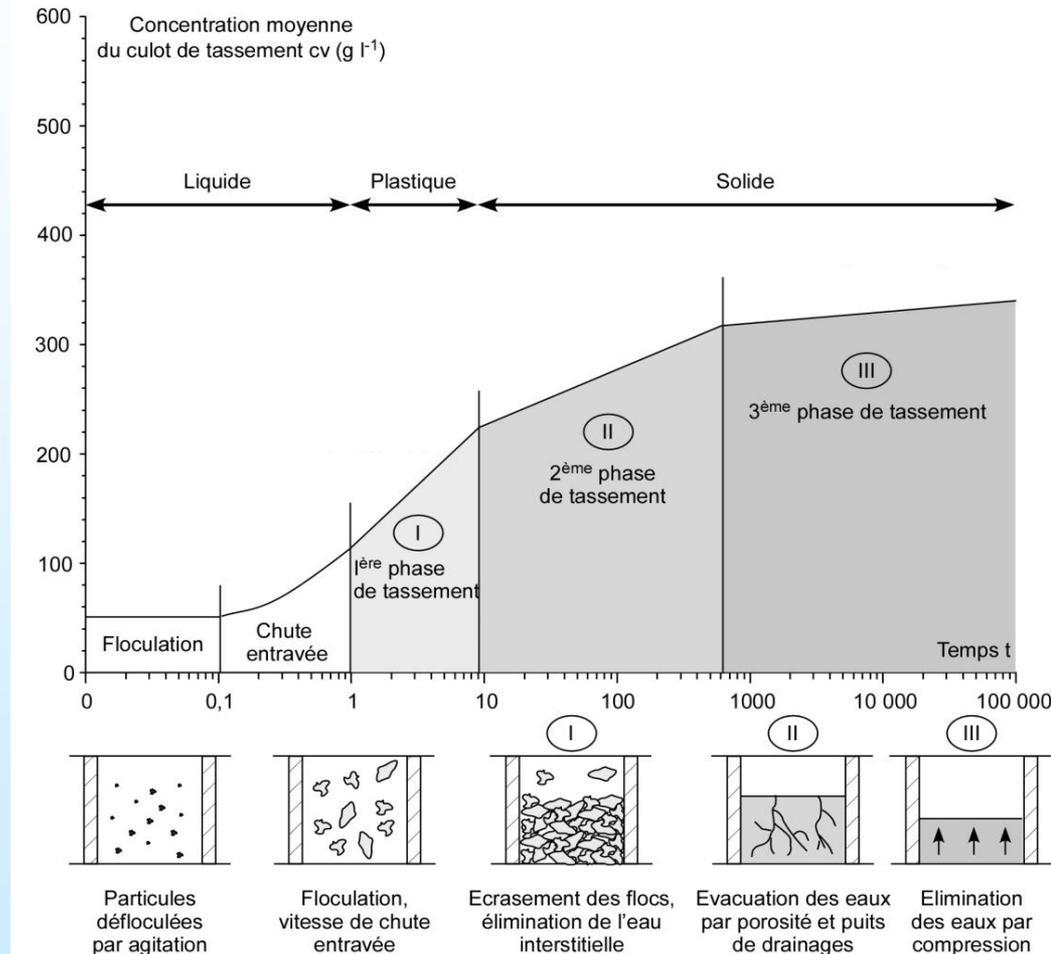
## Consolidation

Les floccs ou agrégats déposés vont constituer un dépôt de vase qui aura tendance à se structurer et se rigidifier dans le temps :

- par tassement
  - par expulsion d'eau interstitielle
- La concentration du dépôt augmente

Du point de vue de ses propriétés mécaniques, le dépôt se transforme d'un état liquide vers un état solide (sur le très long terme)

Un dépôt de vase consolidée sera plus difficile à éroder, et ce d'autant plus que la granulométrie est fine.

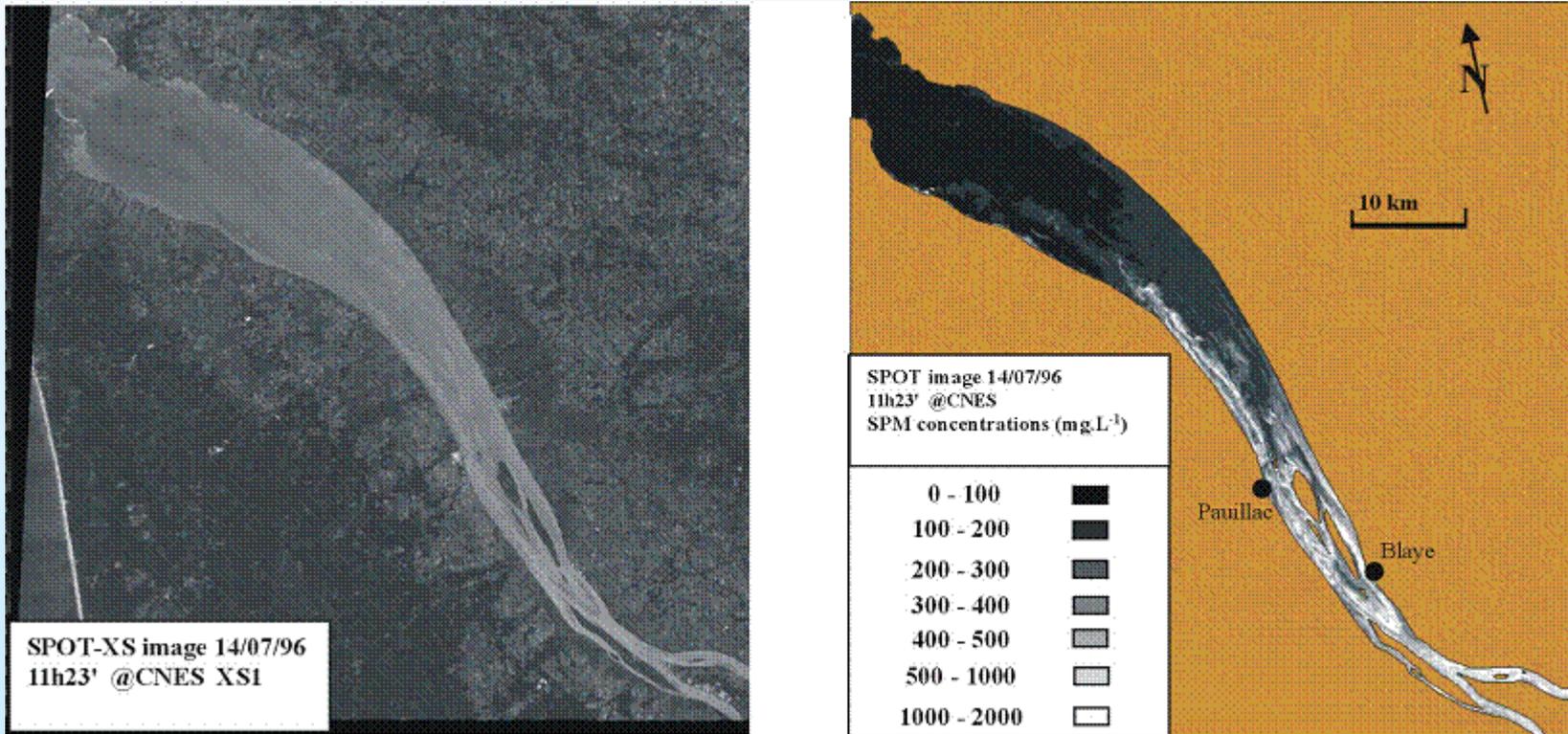


## 2 – Dynamique saisonnière du bouchon vaseux

Le bouchon vaseux se déplace le long de l'estuaire selon 2 échelles de temps

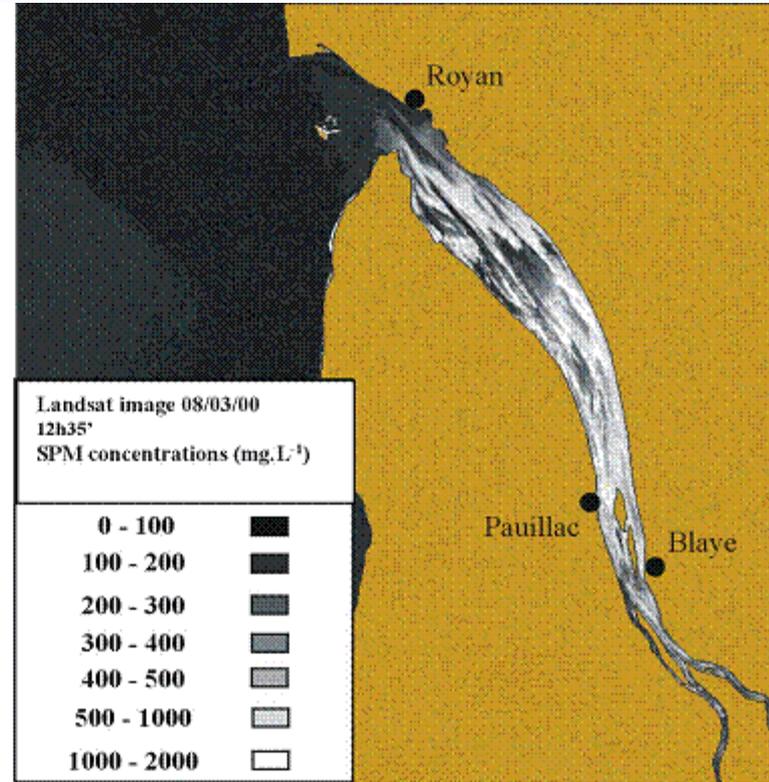
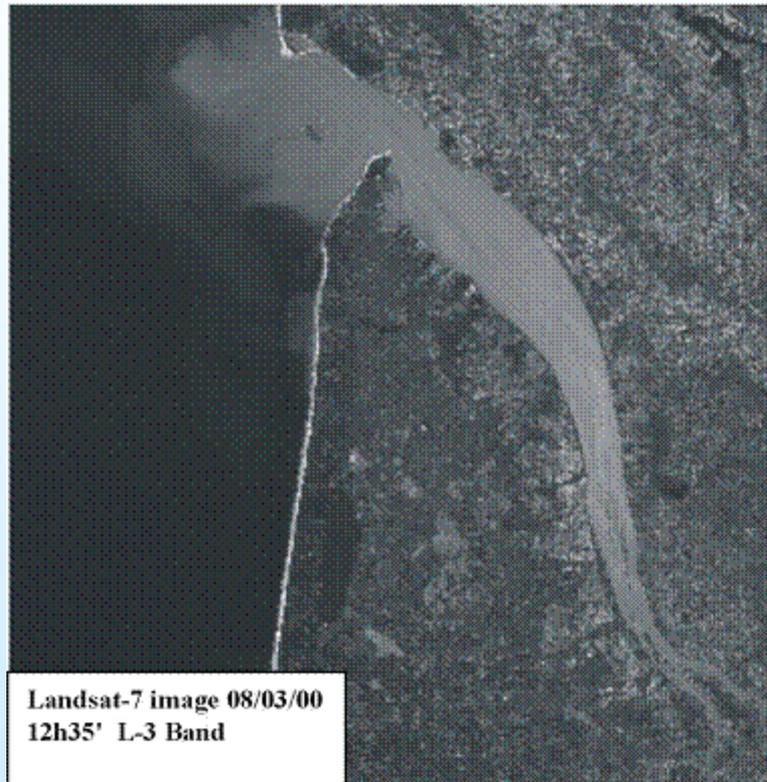
- selon le cycle de marée semi-diurne (effet des courants de flot et de jusant)
- selon la variation saisonnière du débit fluvial (effet du déplacement de l'intrusion saline)

**faible débit fluvial (juin-octobre) : bouchon vaseux en amont (dans les fleuves)**



## 2 – Dynamique saisonnière du bouchon vaseux

fort débit fluvial (novembre-mars) : bouchon vaseux en aval

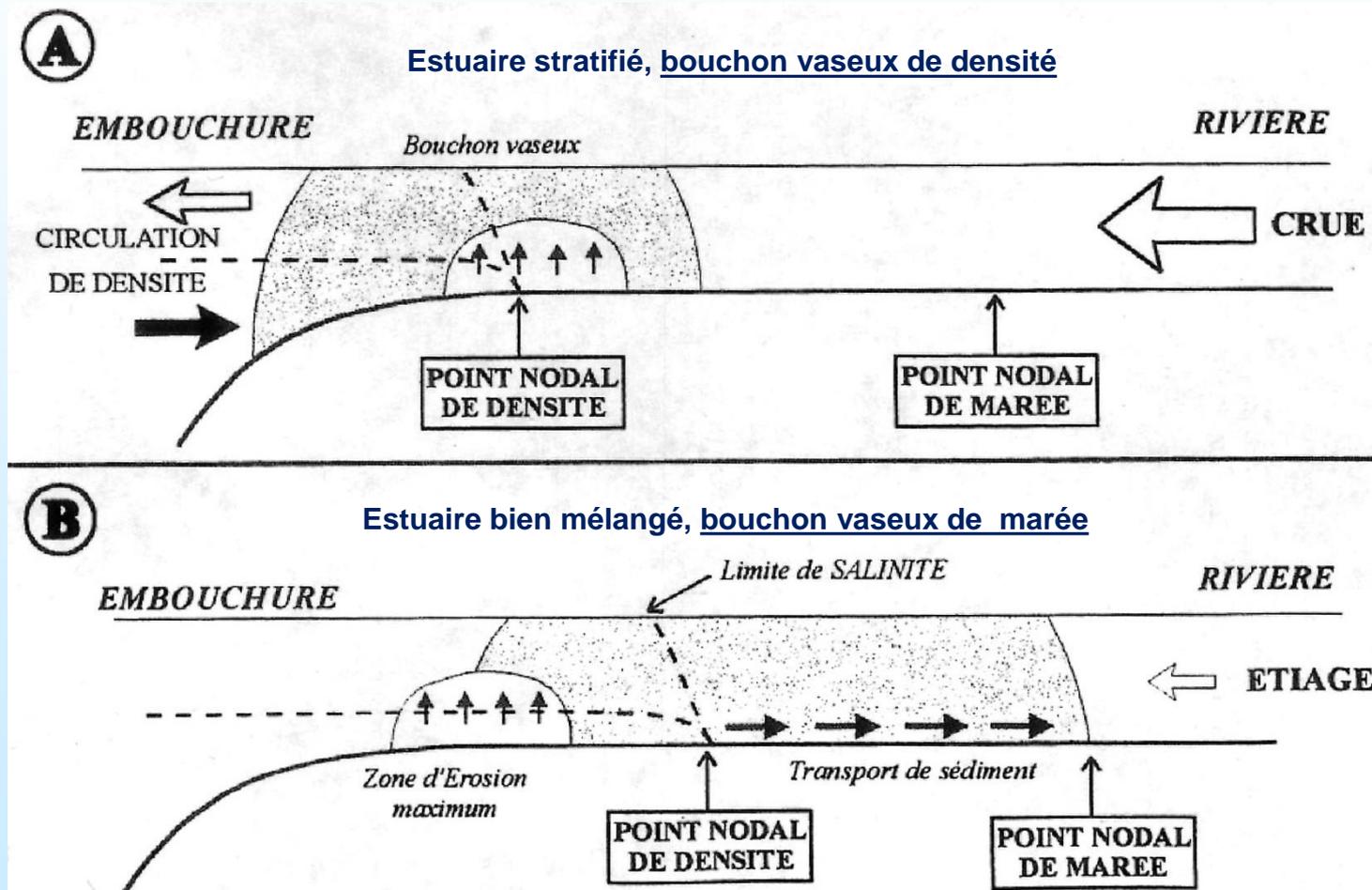


Une partie du bouchon vaseux pourra être expulsée vers l'océan lors de crues, et de préférence en vive-eaux (car il y aura plus de remise en suspension de sédiment).

## 2 – Dynamique saisonnière du bouchon vaseux

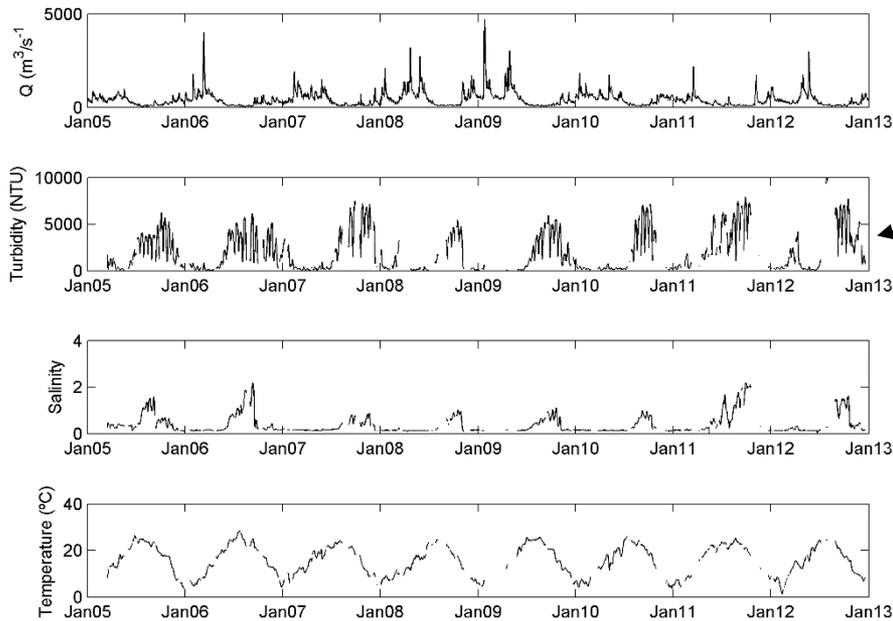
Sédiments fins - bouchon vaseux

Alternance des deux types en fonction des coefficients de marée et des débits



# 2 – Dynamique saisonnière du bouchon vaseux

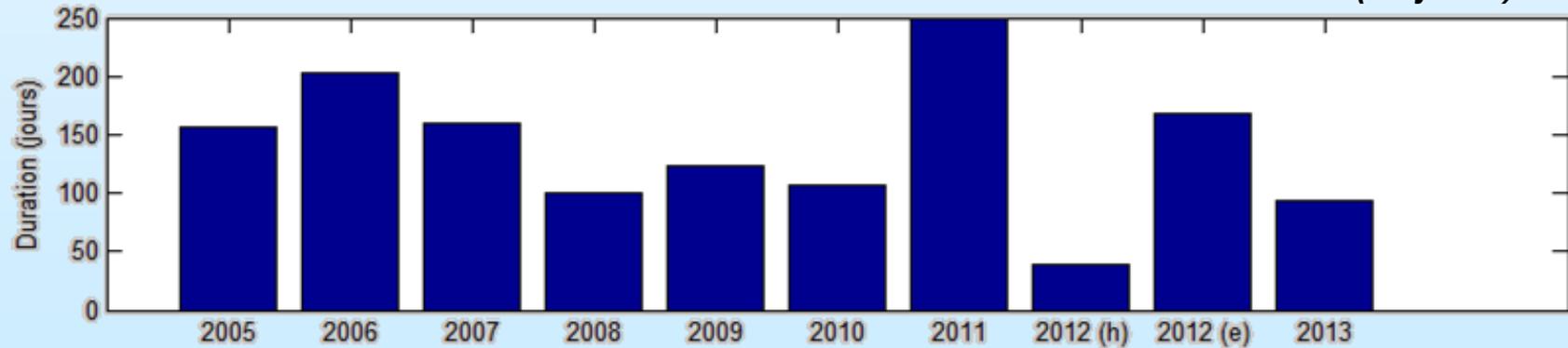
*Tidally averaged data at Bordeaux*



Alternance de présence/absence du bouchon vaseux dans la Garonne à Bordeaux

Alternance de présence/absence du bouchon vaseux dans la Garonne à Bordeaux

*Présence annuelle du bouchon vaseux à Bordeaux (en jours)*



wet

dry

# TD - Estuaire de la Gironde (2)

## Histoire, aménagements, évolution

**Aldo Sottolichio**  
**Laboratoire EPOC**



## Plan

- 1 – Evolution morphologique récente de l'estuaire
- 2 – Les aménagements dans l'estuaire
- 3 – Les dragages d'entretien dans le chenal
- 4 – La submersion et les ouvrages de protection

# Evolution morphologique de l'estuaire

- Cartes bathymétriques : contrôle de l'évolution des fonds

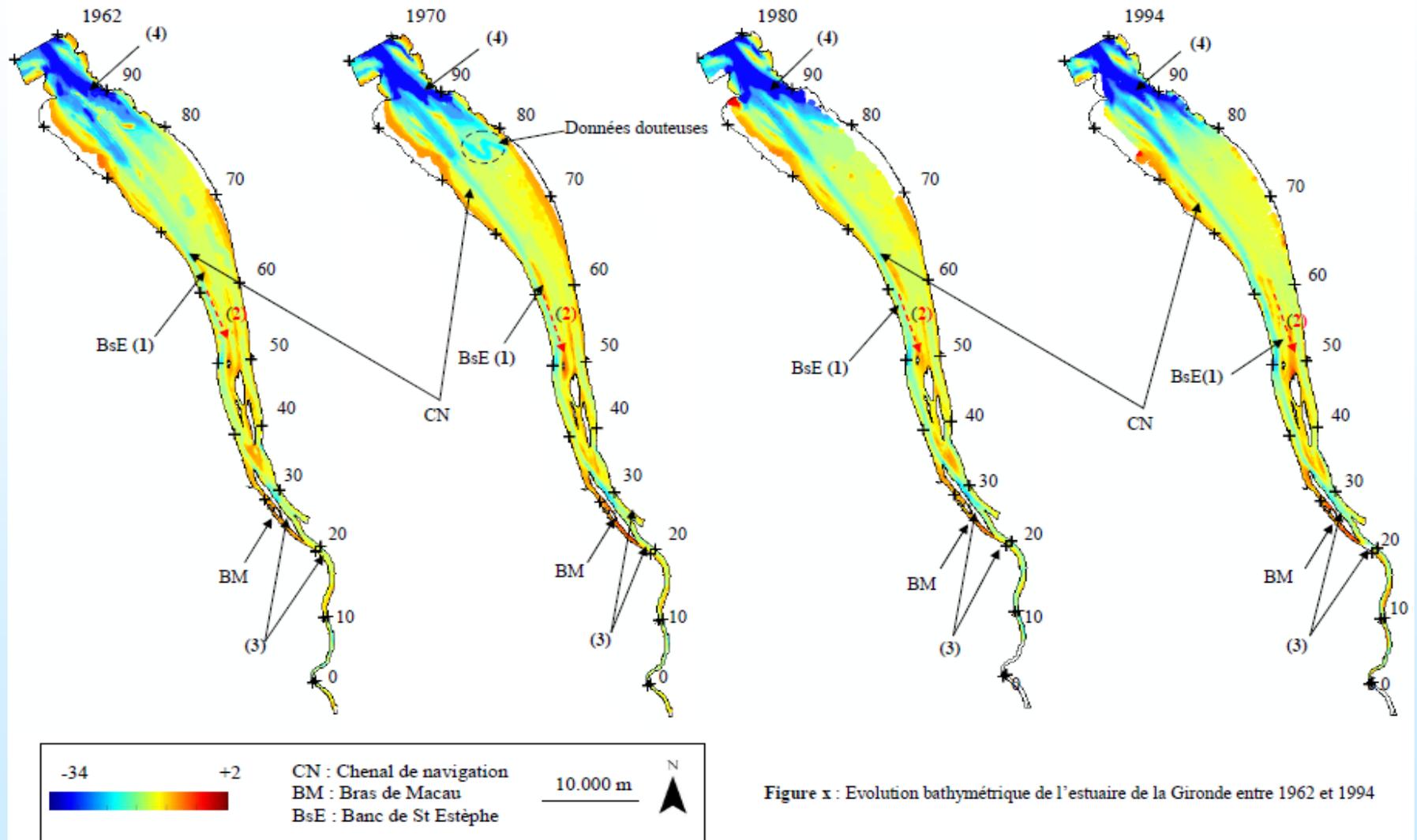
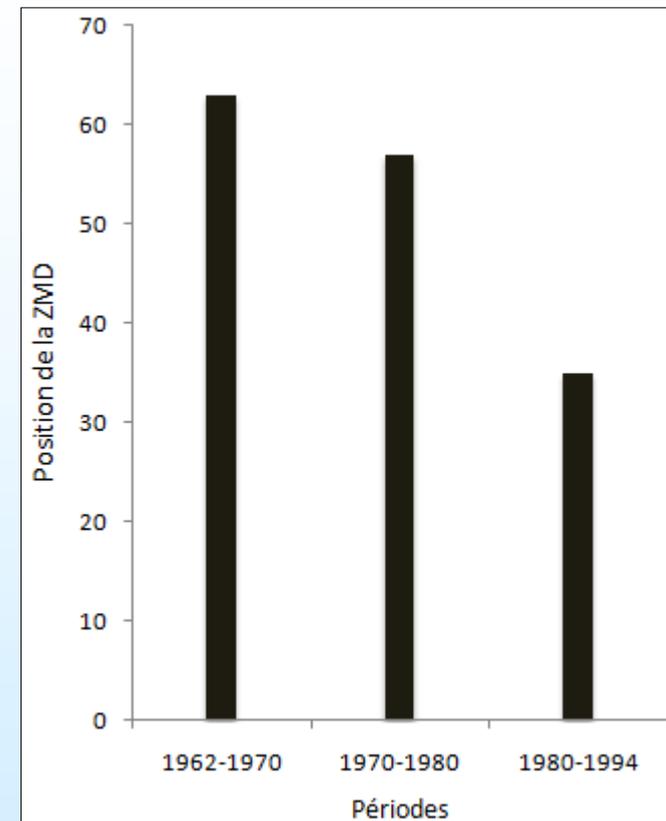
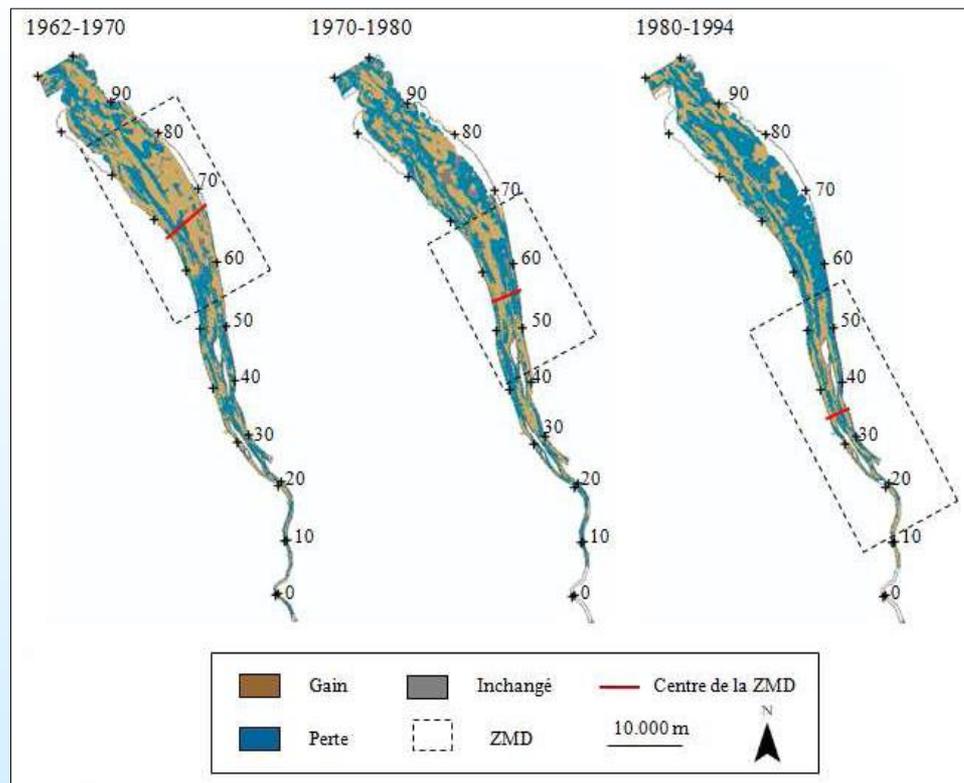


Figure x : Evolution bathymétrique de l'estuaire de la Gironde entre 1962 et 1994

# Evolution morphologique de l'estuaire

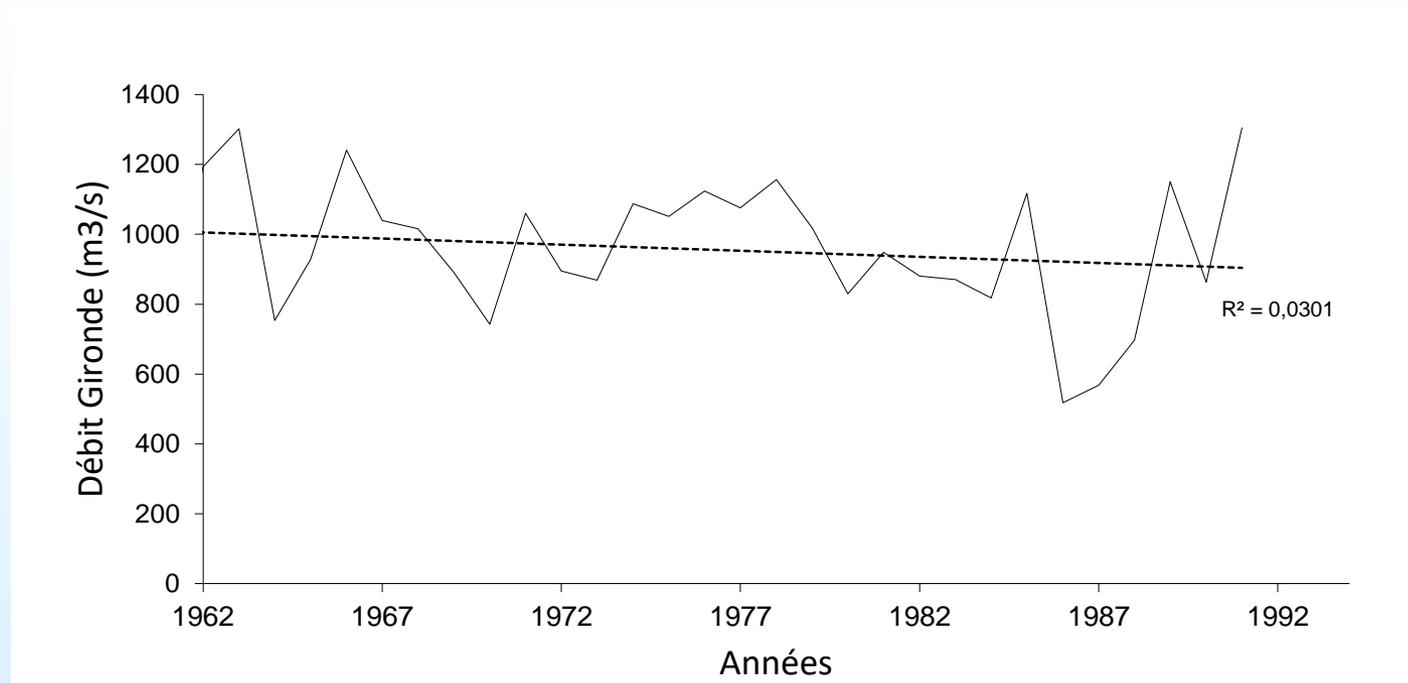
- Différentiel bathymétrique : contrôle des bilans érosion/dépôt



La zone de dépôt maximum (ZMD) s'est déplacée vers l'amont de 1962 à 1994.

# Evolution morphologique de l'estuaire

- Débits moyens annuel Garonne+Dordogne : tendance générale à la décroissance



Facteur naturel déterminant la position du bouchon vaseux, et donc la zone maximale de dépôt.

Les causes de cette diminution sont naturelle et anthropiques.

## Les dragages d'entretien du chenal

Situation de "référence" avant aménagements : 1842

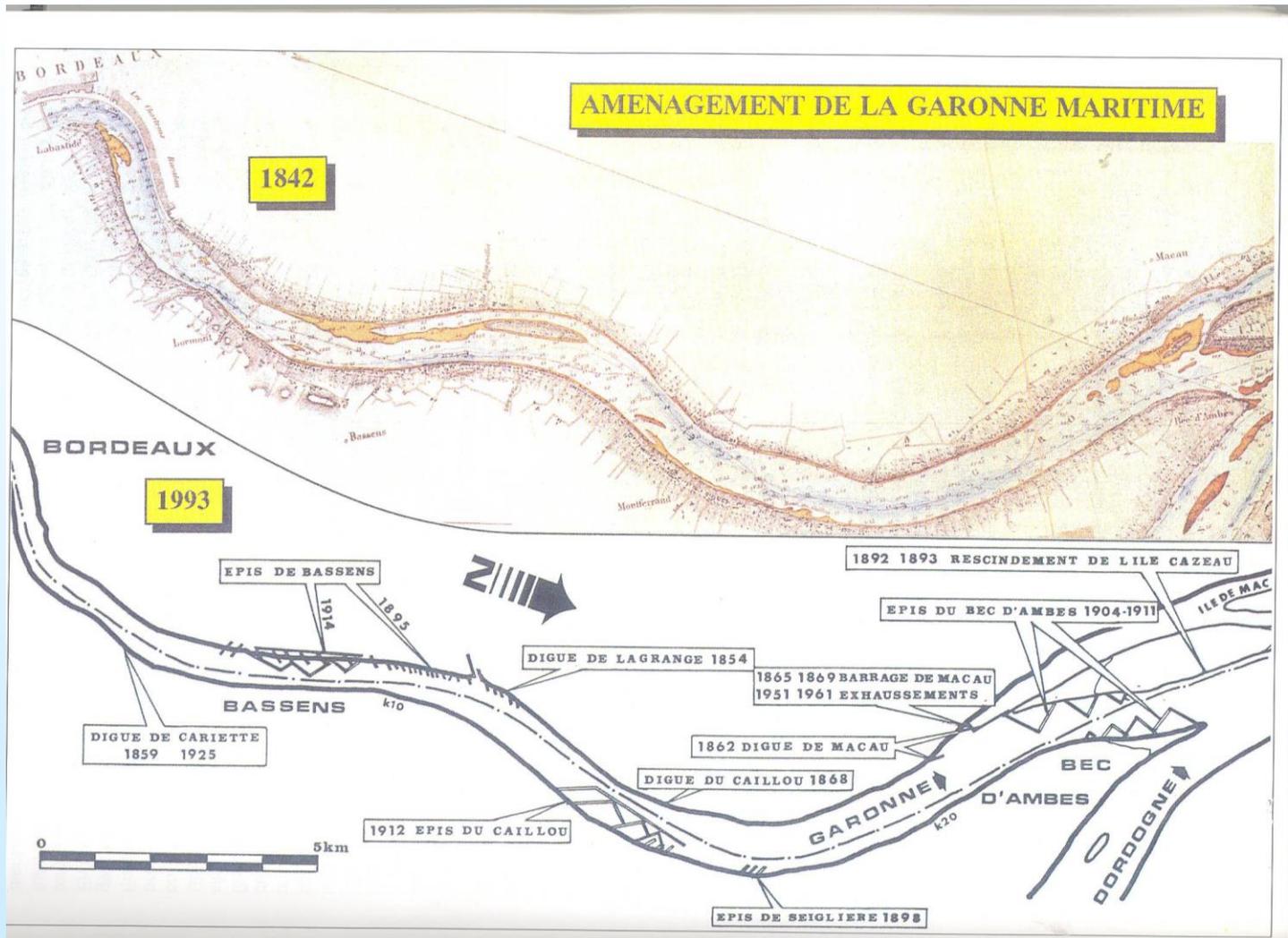
- nombreux chenaux
- passages sinueux entre les bancs et les îles
- franchissements de seuils ou passes

Les dragages ont débuté en 1885

(Le bouchon vaseux est naturel car il a été observé avant).

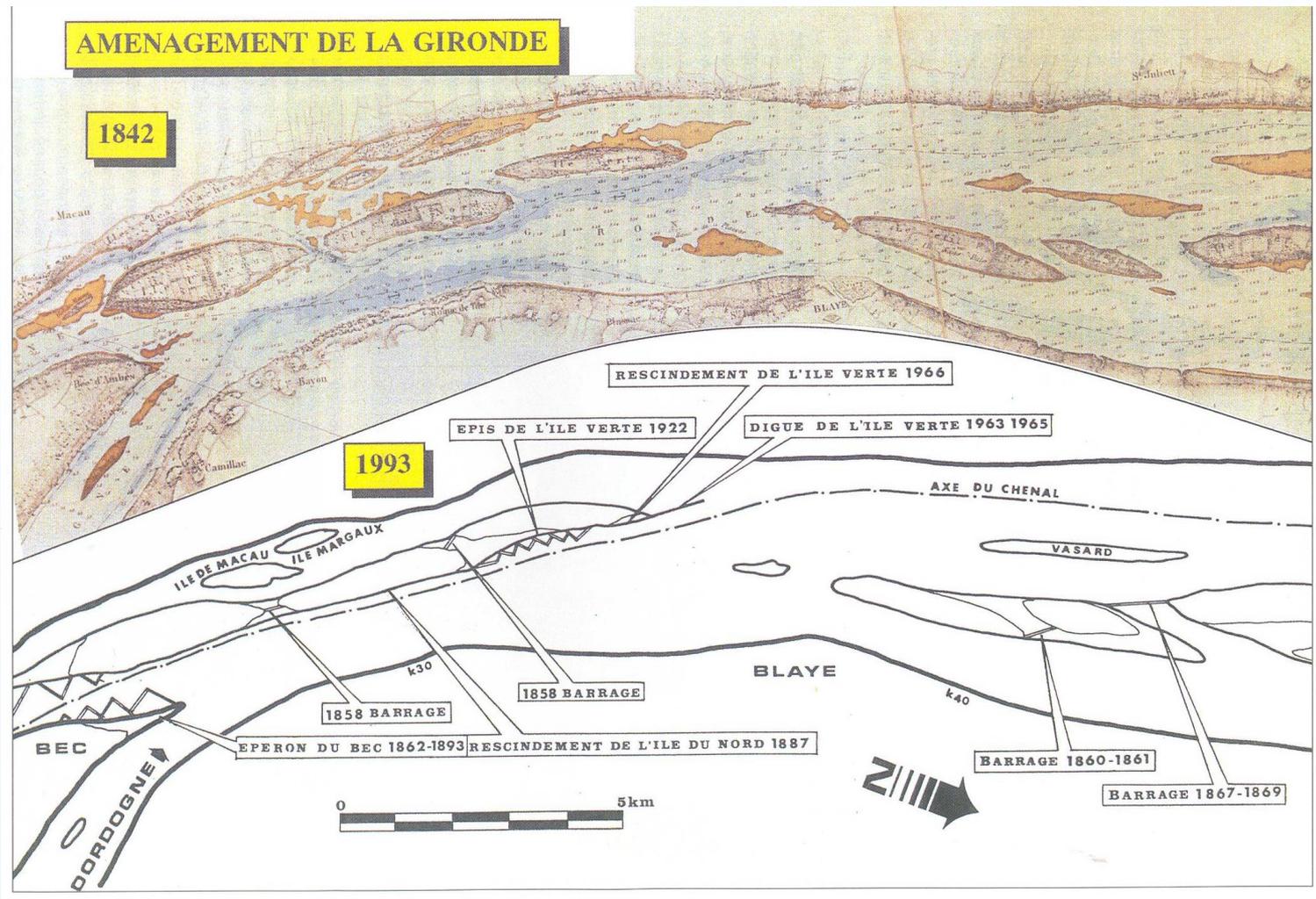
- calibration de la Garonne par des épis
- aménagement du Bec d'Ambès
- digues submersibles en amont du bras de Macau

# Les aménagements dans l'estuaire



Doc. Port de Bordeaux (Livre Blanc, 1993)

# Les aménagements dans l'estuaire



Doc. Port de Bordeaux (Livre Blanc, 1993)

# Les dragages d'entretien du chenal

## 3 dragues

**PIERRE LEFORT**

Longueur : 90,4 m

Capacité : 2240 m<sup>3</sup>

Technique de dragage : DAM

Nombre de marins à bord : 19

Mode d'armement : 24h par jour

Principale mission : chenal de navigation



**LA MAQUELINE**

Longueur : 52,5 m    Capacité : 450 m<sup>3</sup>

Technique de dragage : DAB

Nombre de marins à bord : 7

Mode d'armement : 12h par jour

Principale mission : souilles, Port Bloc, Bayonne 220h



**SAMUEL DE CHAMPLAIN**

Longueur : 117 m    Capacité : 8500 m<sup>3</sup>

Technique de dragage : DAM

Nb de marins à bord : 16

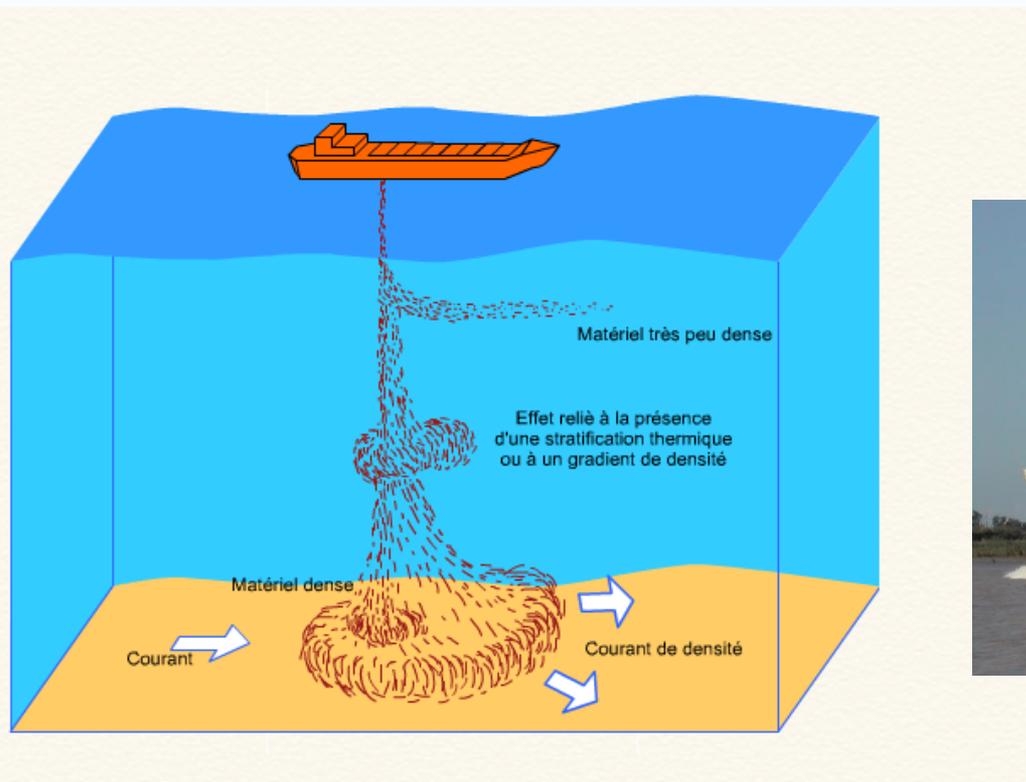
Mode d'armement : 24h par jour

Principale mission : dragage de la passe de l'Ouest

# Les dragages d'entretien du chenal

Devenir des produits du dragage :

Rejet dans l'estuaire par **clapage** dans des zones réservées



Les rejets restent dans l'estuaire.

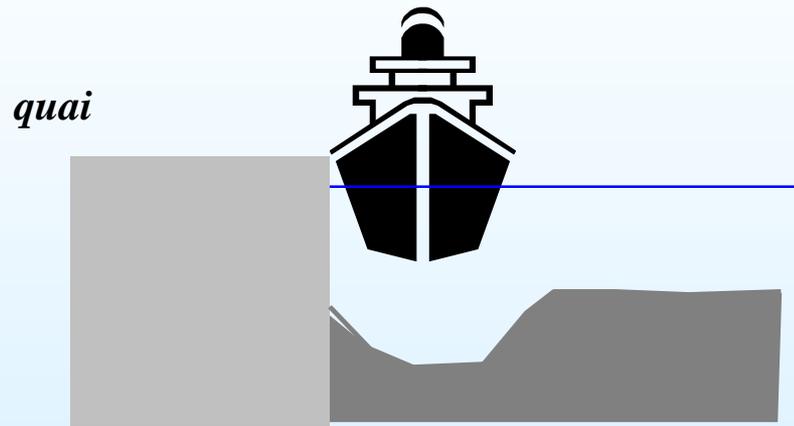
Une partie est re-dispersée rapidement dans le milieu par les courants.

Problématique environnementale liée au dragage : relargage de contaminants

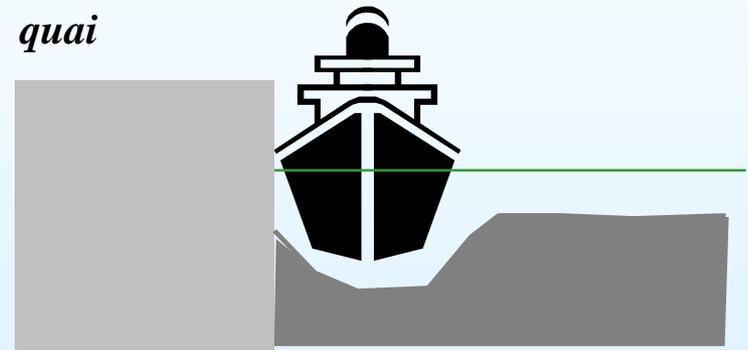
(Cd par exemple, cf cours J Schafer)

# Les dragages d'entretien du chenal

## Les souilles



*marée haute*



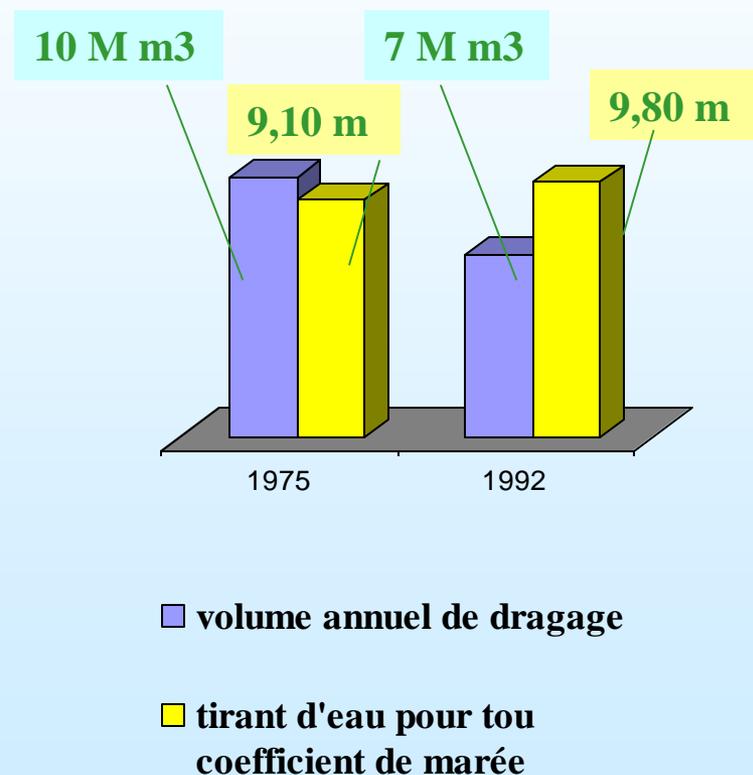
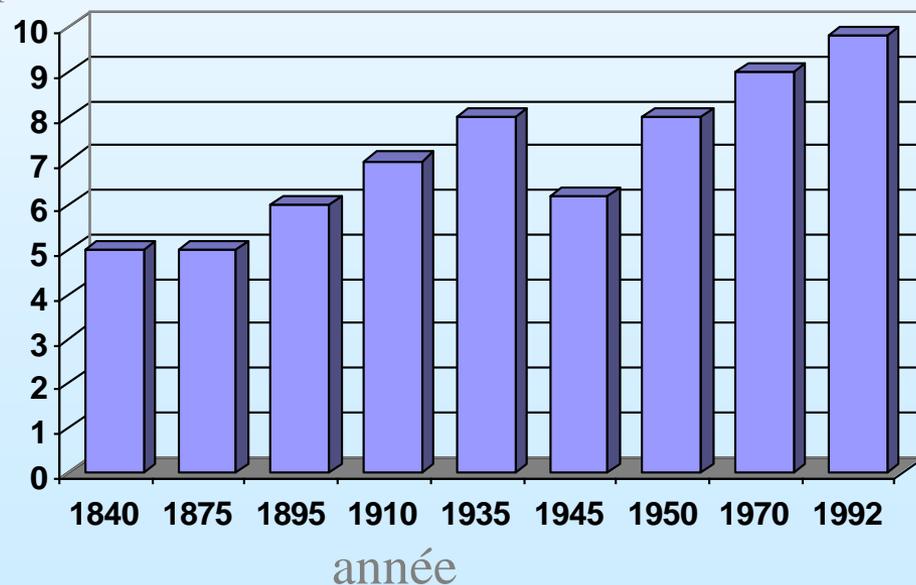
*marée basse*

Les souilles se remplissent de vase très vite : besoin fréquent de dragage d'entretien

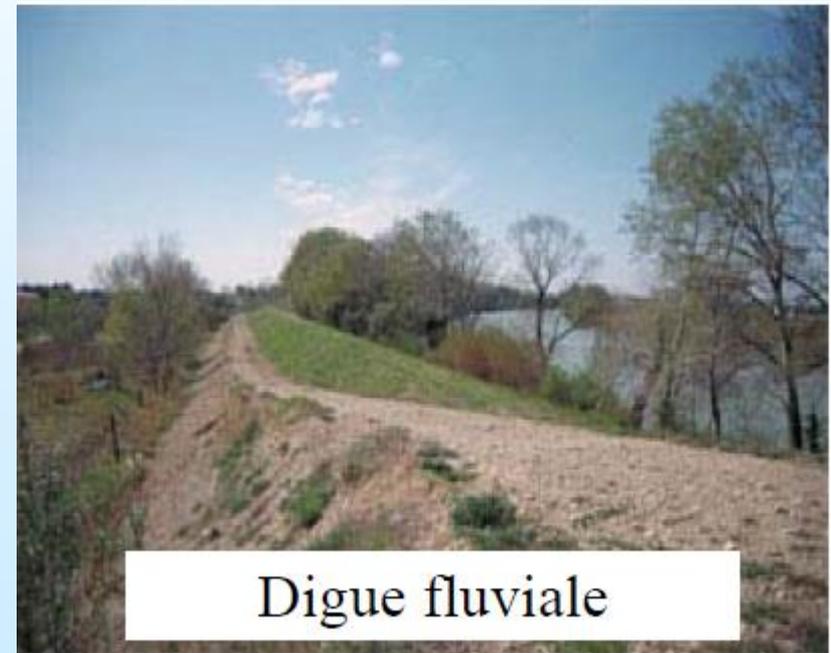
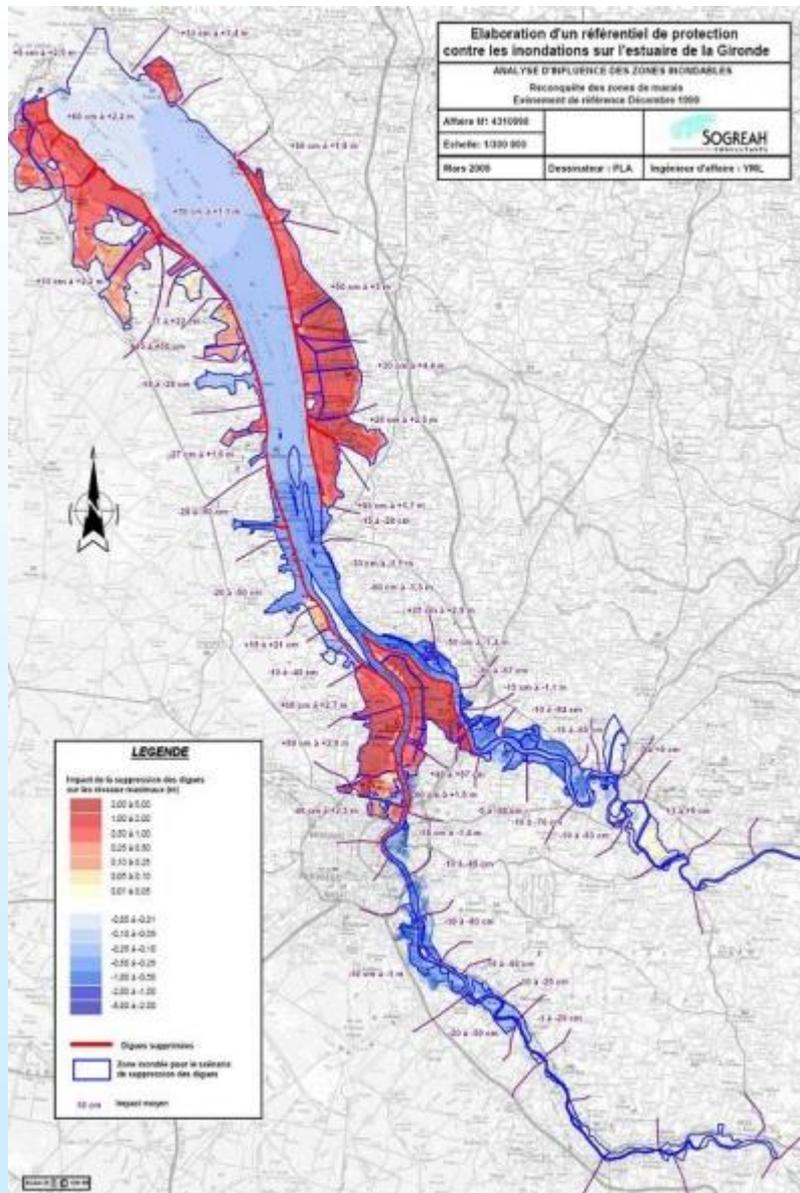
# Les dragages d'entretien du chenal

Evolution du tirant d'eau des navires par tout coefficient de marée  
(desserte du port de Bassens)

tirant d'eau  
en m



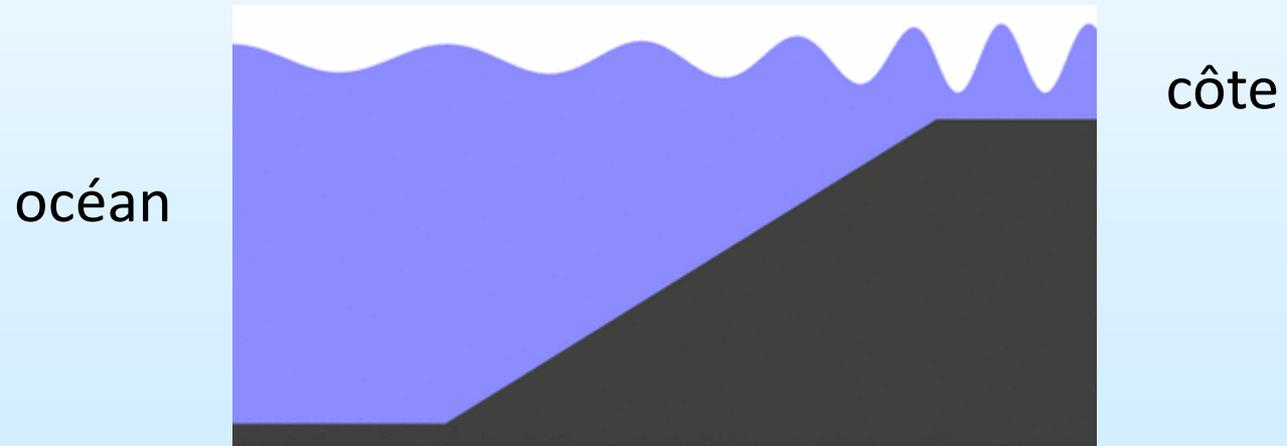
# La submersion et les ouvrages de protection



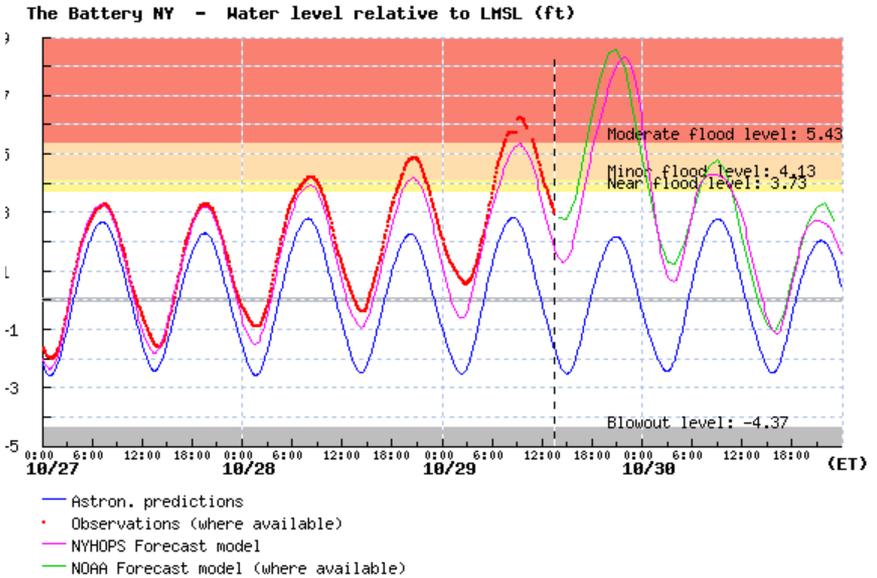
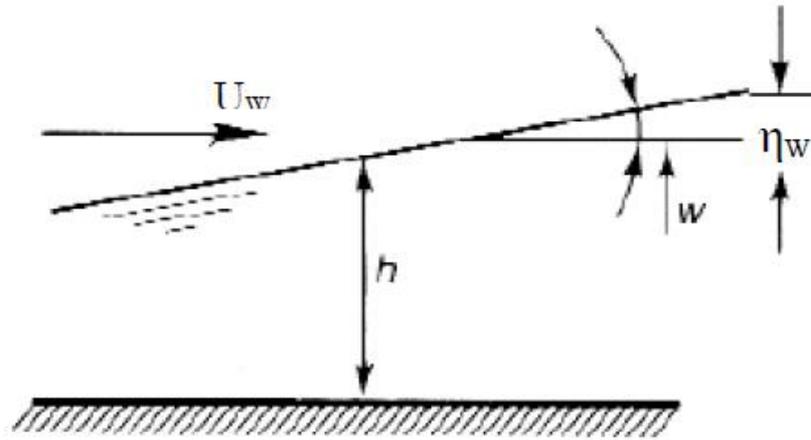
# Les facteurs de variation du niveau marin

- la marée astronomique
- la marée de tempête : wind set up et effet barométrique inverse
- le wave set up
- les seiches
- la variation séculaire du niveau marin

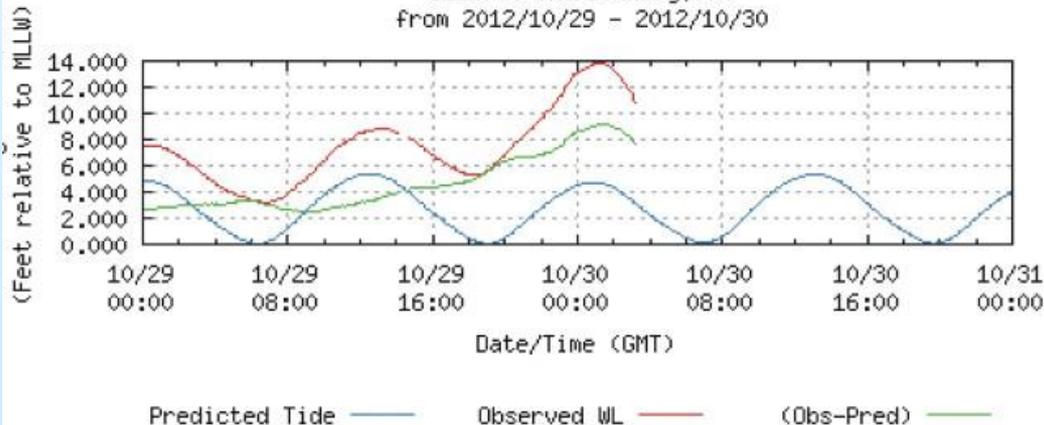
# - la marée astronomique



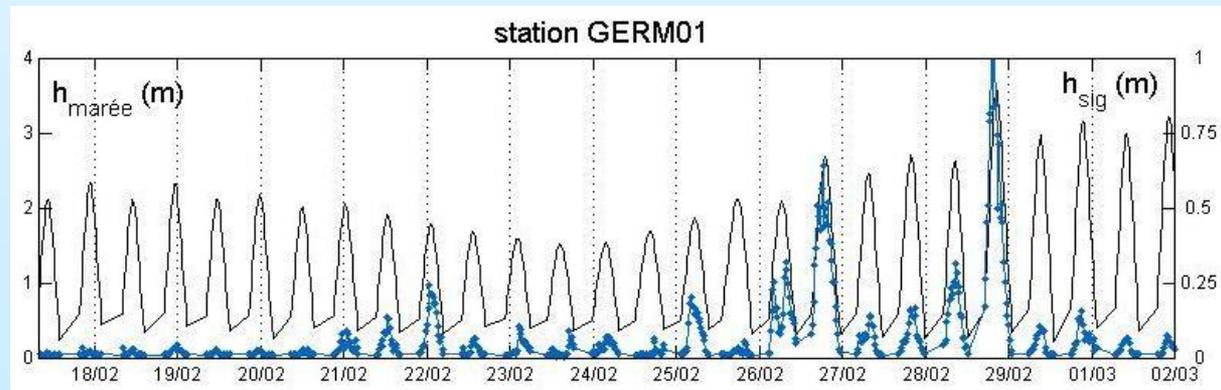
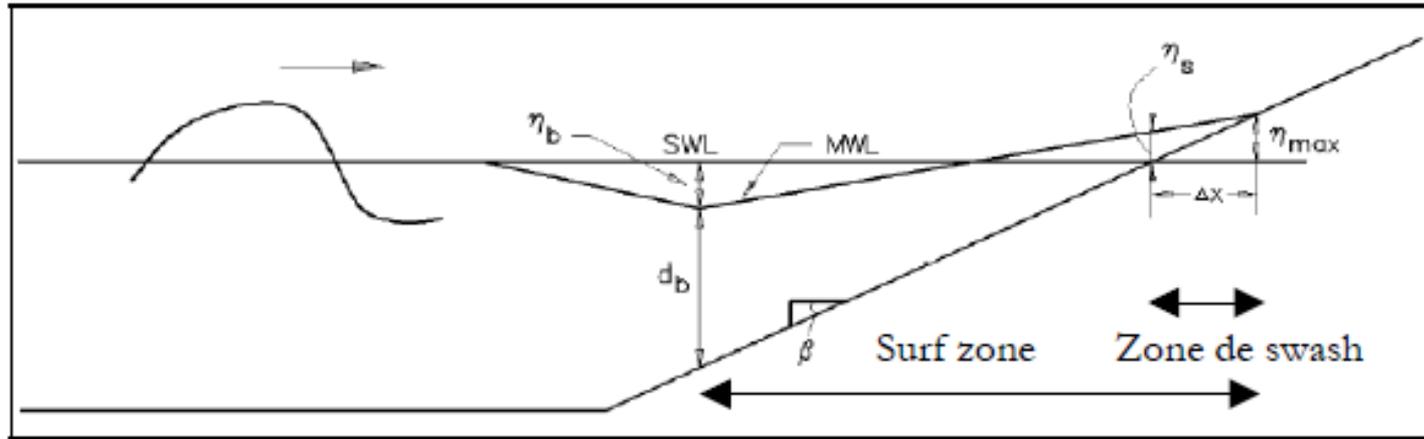
# - la marée de tempête : wind set up et effet barométrique



NOAA/NOS/CO-OPS  
Preliminary Water Level (B1:2) vs. Predicted Plot  
8518750 The Battery, NY  
from 2012/10/29 - 2012/10/30



- le wave set up



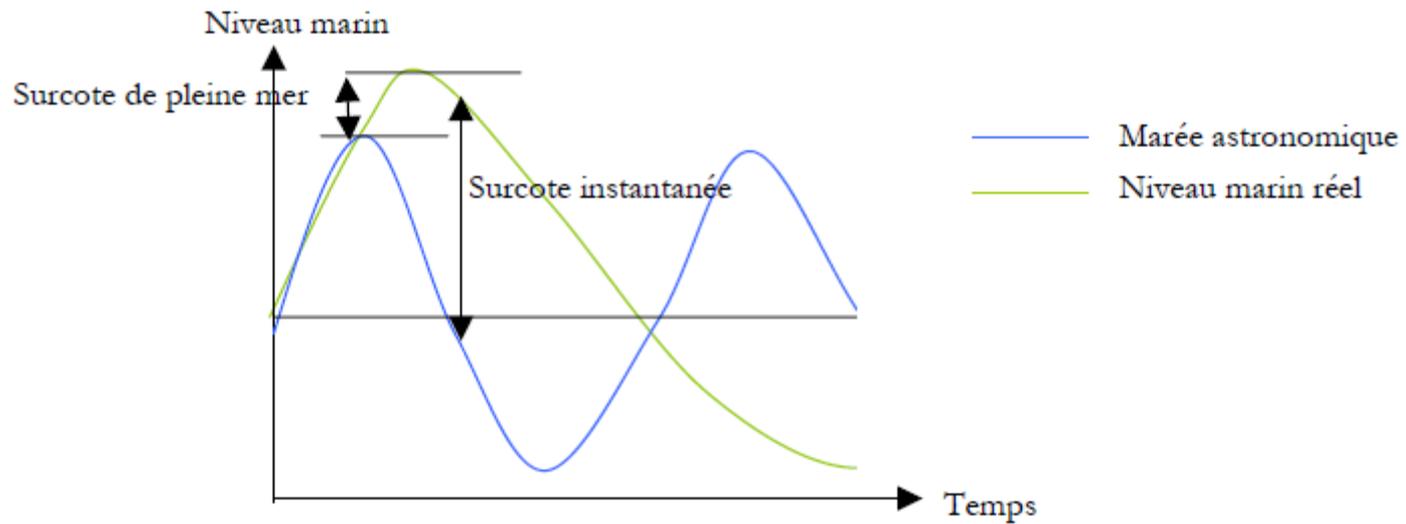


Figure 15 : Surcote de pleine mer et surcote instantanée

## Les digues en Gironde

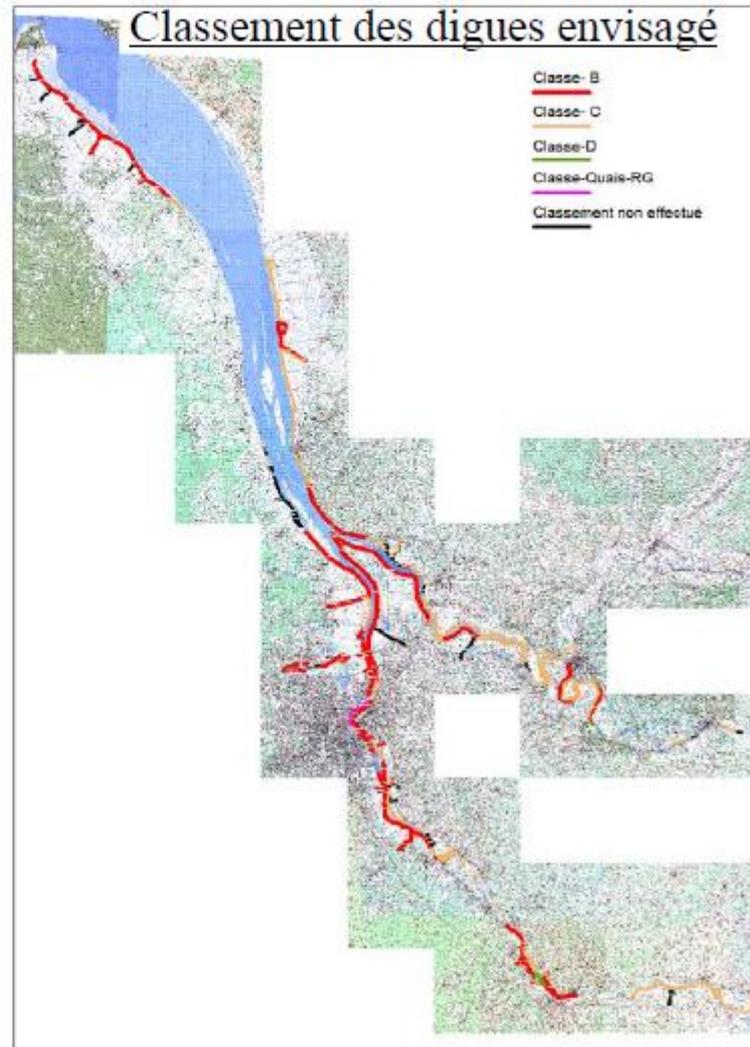
470 kilomètres recensés :

- l'état général

- ✓ 50 % en bon état
- ✓ 30 % en état moyen
- ✓ 20 % dégradés

- les types de gestionnaires

- ✓ 180 km par syndicats mixtes
- ✓ 152 km par ASA / ASF
- ✓ 58 km par collectivités
- ✓ 95 km par propriétaires



## Différentes typologies de crues, multipliant les origines et facteurs d'inondations

**FLUVIAL :** 17 décembre 1981  
6 février 2003

**MARITIME :** 13 décembre 1981  
23 décembre 1995  
30 mars 2006  
29 avril 1998

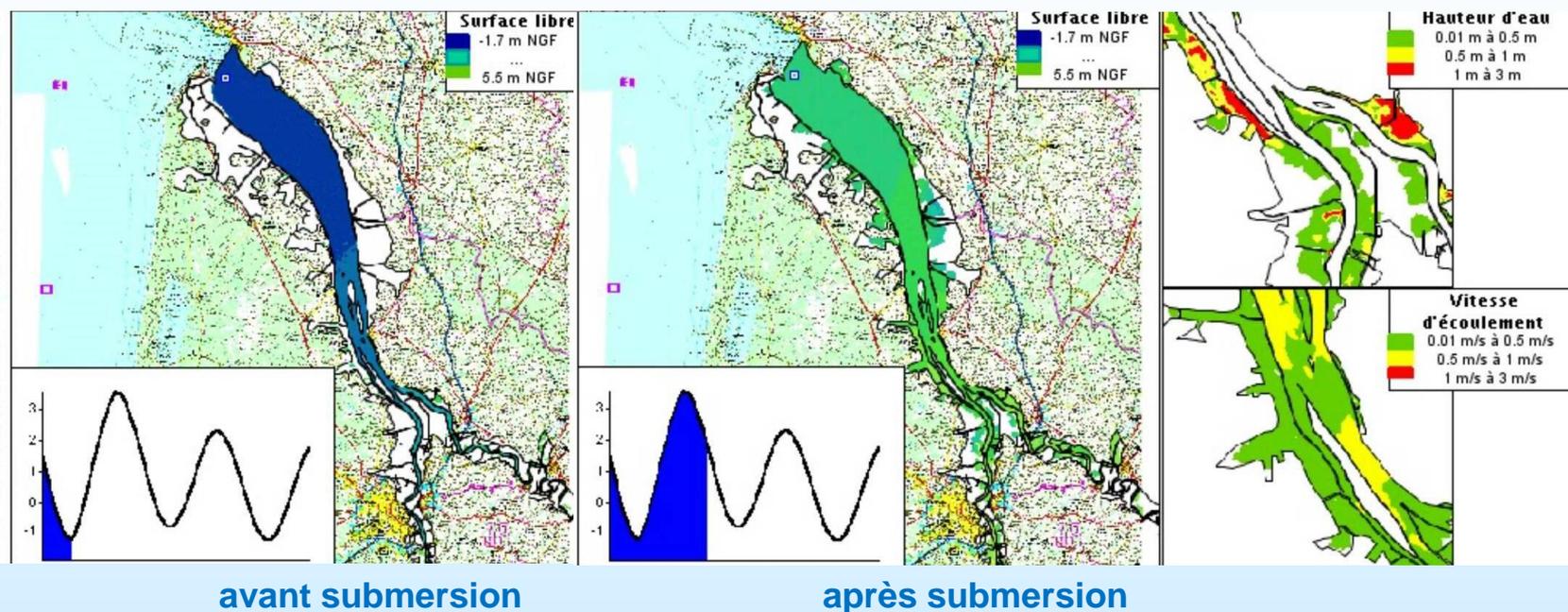
**FLUVIO-MARITIME :** 12 mars 2006

**TEMPETE :** 27 décembre 1999  
18 mars 1988  
7 février 1996

# La submersion et les ouvrages de protection

Simulation des hauteurs d'eau du 26 déc 1999 à 13h au 27 déc 1999 à 17h

Modèle TELEMAC - SOGREAH - Référentiel Inondation - SMIDDEST



<http://www.gironde.equipement.gouv.fr/referentiel-inondation-de-la-r167.html>