



IMPLIT

Impact des événements extrêmes (tempêtes et surcotes) sur les hydrosystèmes du littoral méditerranéen dans le cadre du changement climatique

Coordination : V. Moron et F. Sabatier

Paris, le 27 mai 2008

Partenaires :

CEREGE (C. Brunel, B. Hanot, S. Meulé, V. Moron, F. Sabatier, A. Ullmann),

CETMEF – Aix (P. Gaufrière),

CETMEF – Compiègne (V. Laborie P. Sergent),

EID Méditerranée (H. Heurtefeux),

MEDIAS France (M. Hoepffner, J.L. Boichard),

Tour du Valat (P. Chauvelon, M. Pichaud),

Université de Compiègne (A. Ouasine)



Littoral de la Grande Motte (Languedoc)



Source: SDAGE RMC



Littoral Ouest de Vias (Languedoc)



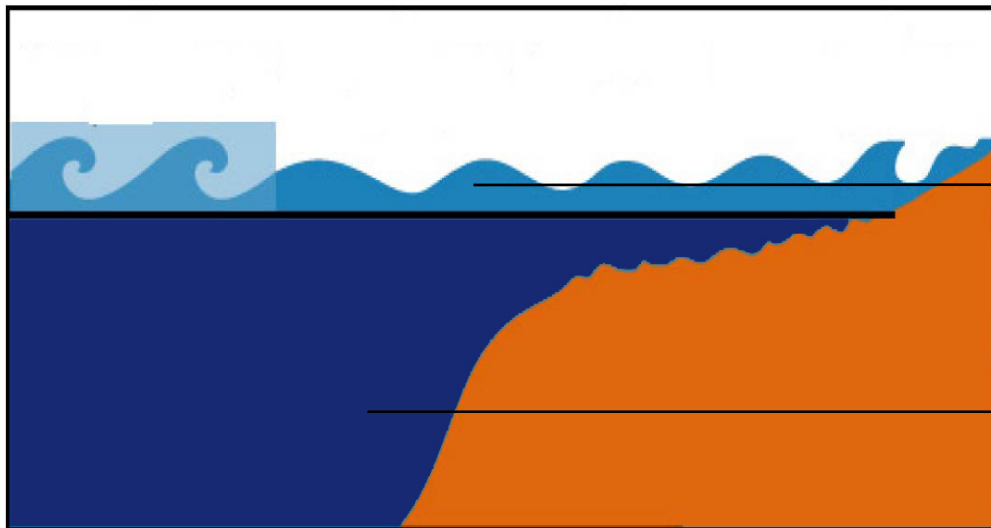
IMPLIT



Objectifs :

1. changement climatique affecte la zone littorale ?
(tempêtes plus forte, longues, nombreuses,
prévisions ?)
2. l'érosion des plages (dunes et submersions)
augmente en relation avec le changement
climatique ?

Les variations du niveau marin



Variations transitoires du niveau marin forcé par les conditions météorologiques : Surcotes marines, processus liés à la houle

+

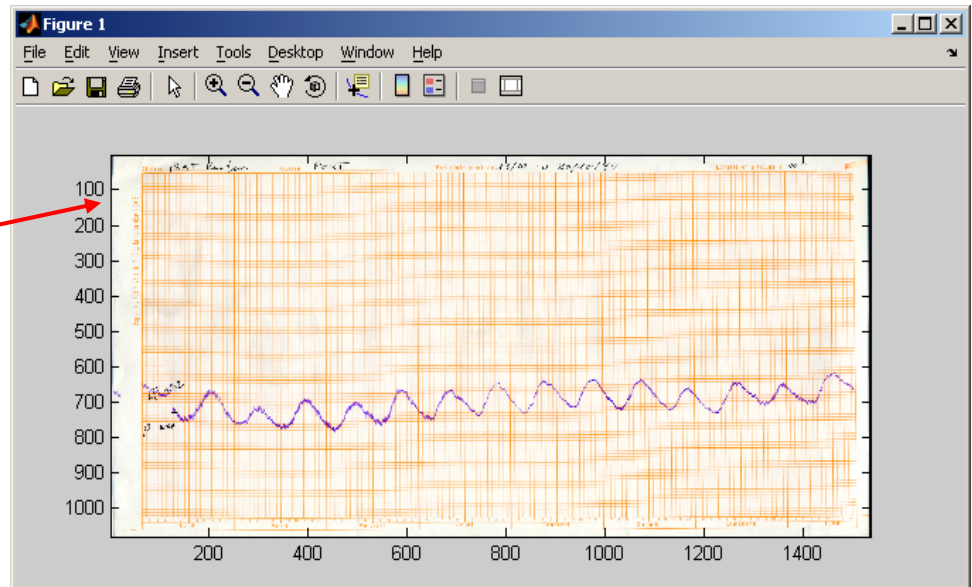
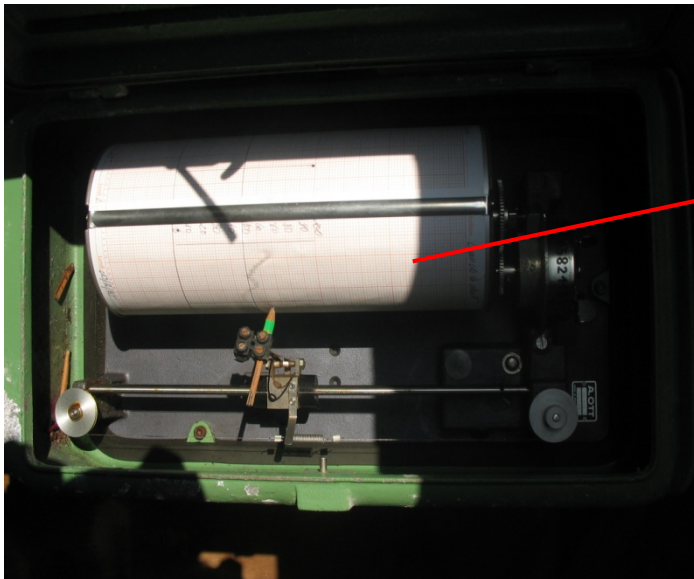
Niveau marin plus stable : Niveau marin moyen

Production de données marégraphiques



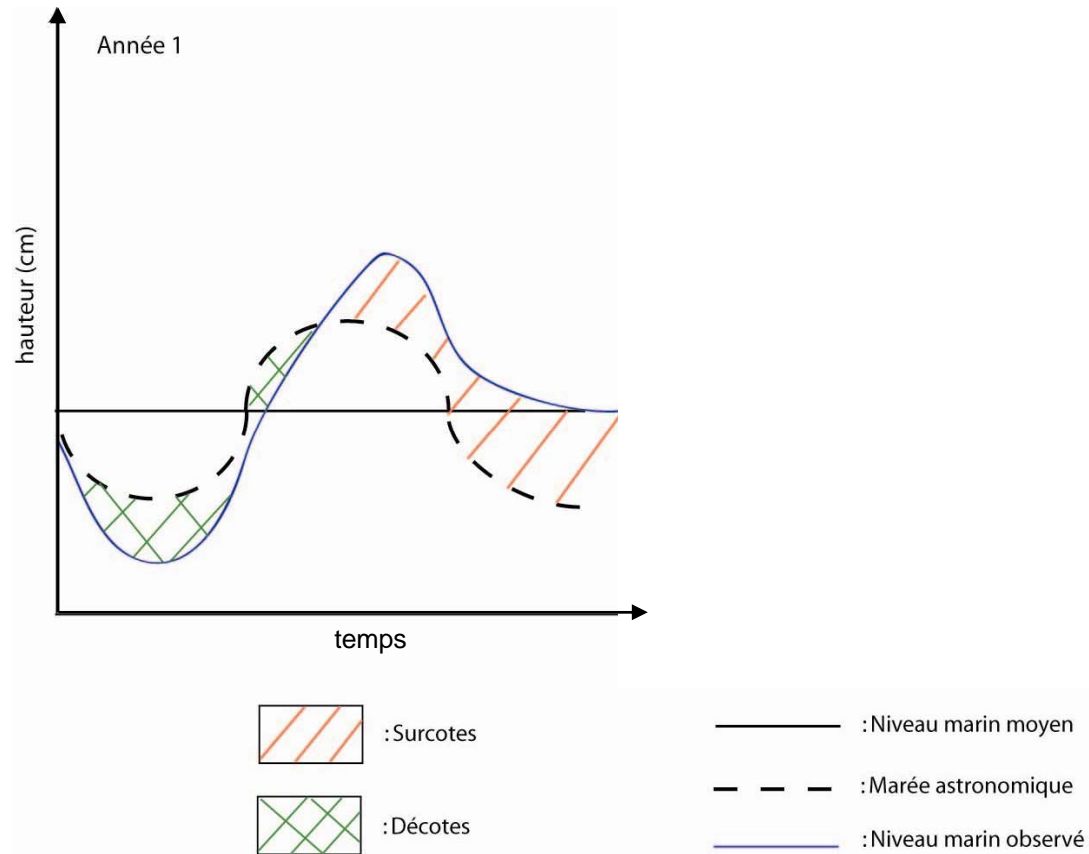
Marégraphes utilisés :

- Grau-de-la-Dent (1905-2005), Sète et Port-Vendres, 1986-1995



Chaque marégramme est scanné et ouvert avec NUNIEAU (CETE méditerranée)

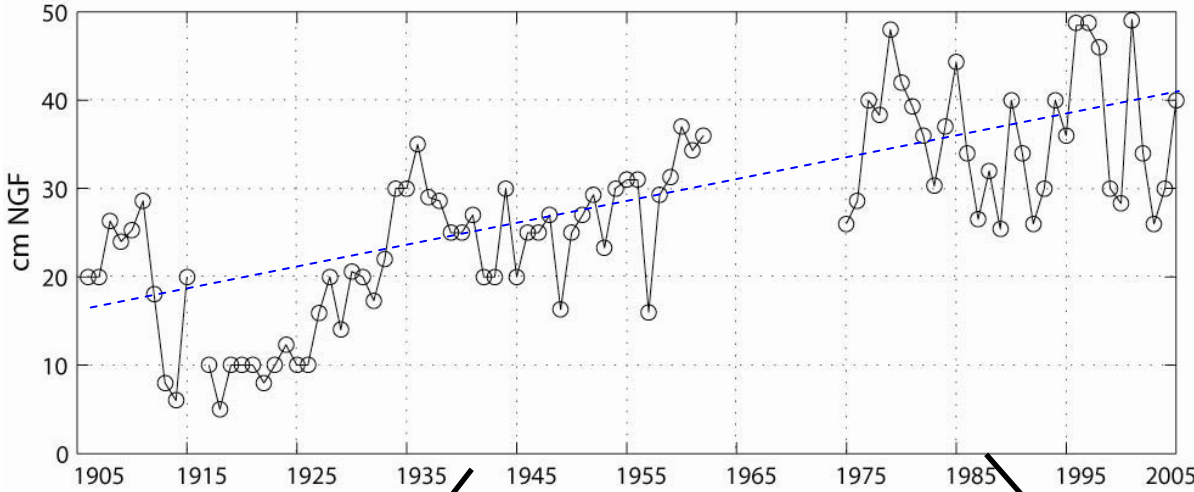
Calcul des surcotes / décotes



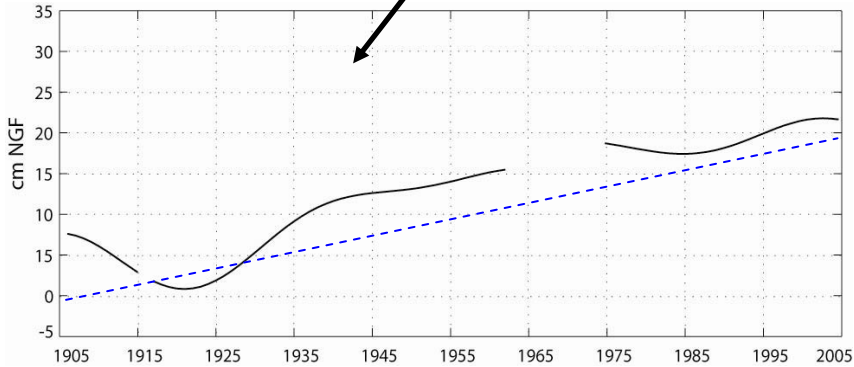
Logiciel Polifemo (Tomasin, 2005)

- Calcul de la marée astronomique locale à chaque station ;
- Extraction de la composante surcote / décote relativement au niveau marin annuel moyen :
 - . surcotes /décotes **uniquement forcées par la circulation atmosphérique**
 - . **indépendantes des variations relatives du niveau marin** (isostasie, subsidence, effet stérique).

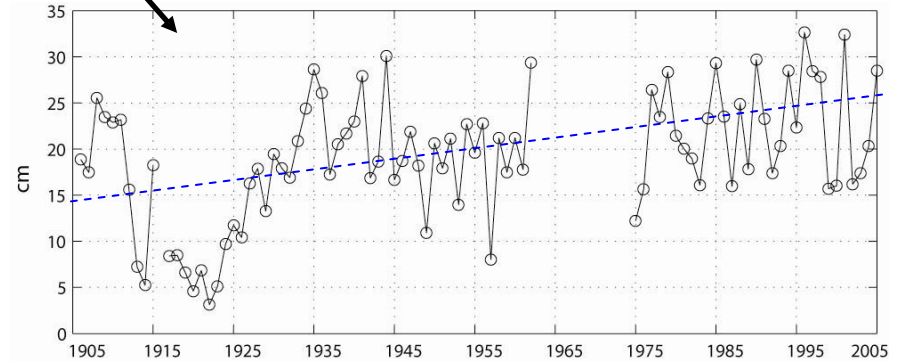
Evolution des surcotes au 20^{ème} siècle



**P90 hivernal du niveau marin au Grau-de-la-Dent :
+ 0.31 cm/an**

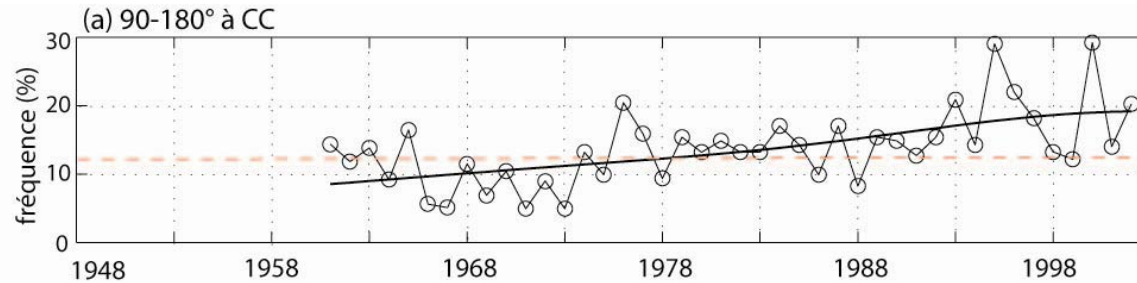


Niveau marin hivernal moyen : + 0.20 cm/an

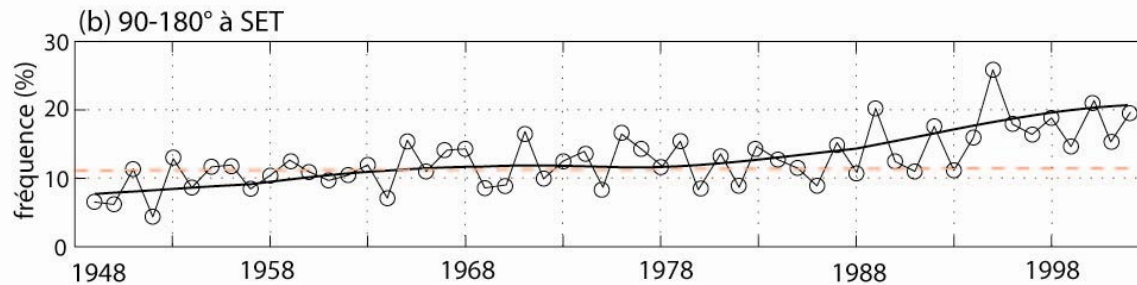


P90 hivernal des surcotes : + 0.12 cm/an

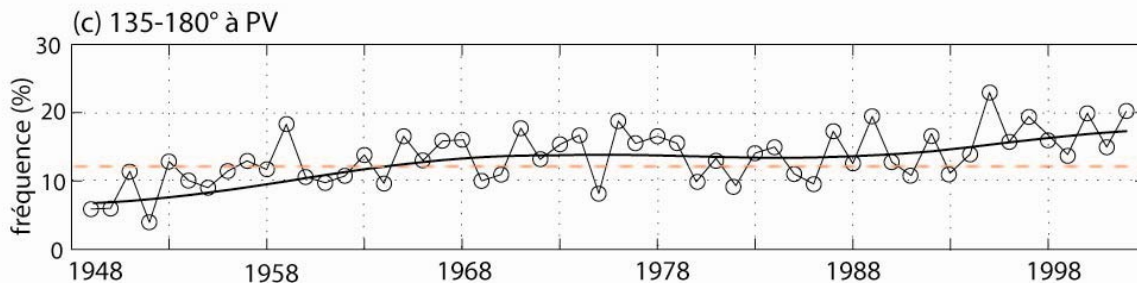
Evolution des vents de tempête au 20^{ème} siècle



90°-180° à Cap Couronne :
+ 0.25 %/an



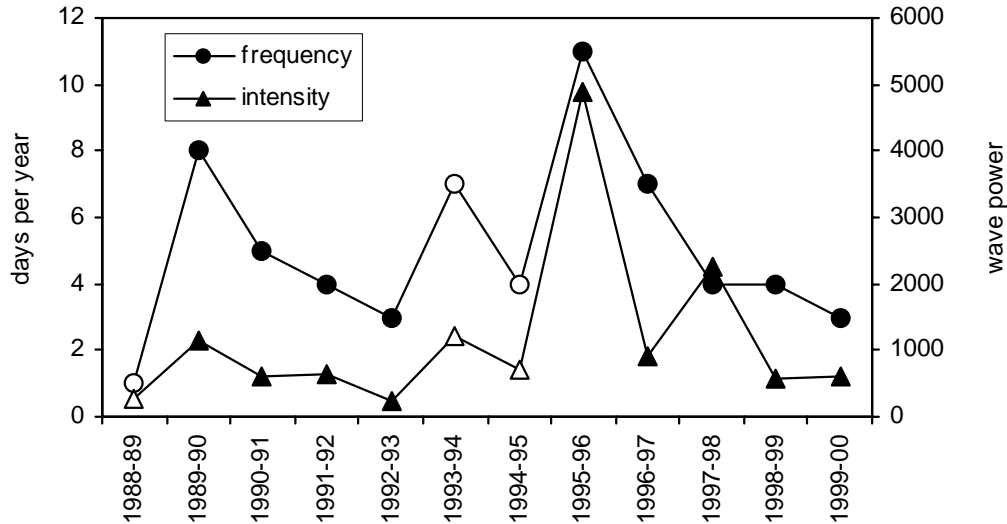
90°-180° à Sète :
+ 0.14 %/an



135°-180° à Port-Vendres :
+ 0.13 %/an

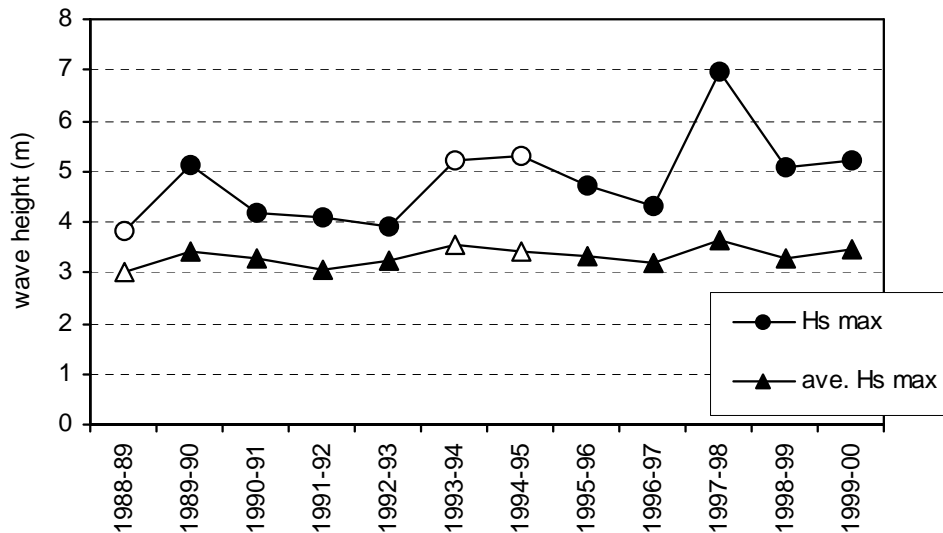
Augmentation de la fréquence et de la vitesse des vents de tempêtes depuis la 2nd moitié du 20^{ème} siècle

Evolution des houles de tempête au 20^{ème} siècle



Fréquence et intensité

Tempêtes souillée à 2.5 m (octobre à mars)

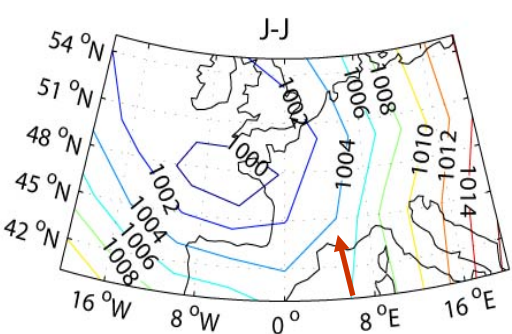
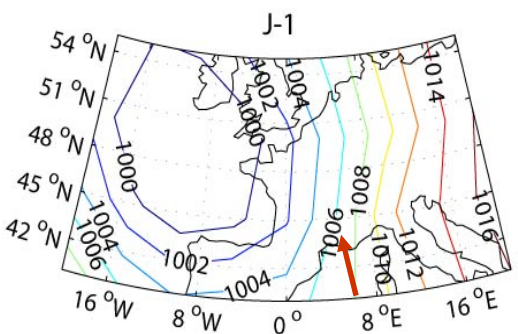
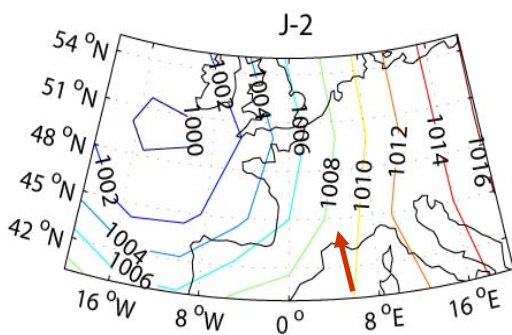
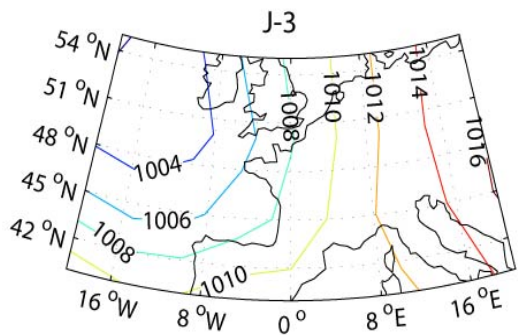
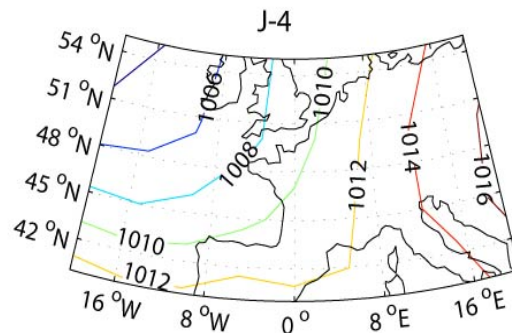
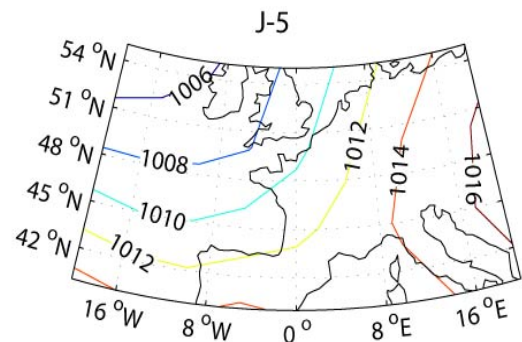


Evènements extrêmes

Tempêtes souillée à 2.5 m (octobre à mars)

Pas de données suffisantes pour le 20^{ème} siècle

Comment se produisent les surcotes ?



2 jours avant les surcotes :

Une dépression entre le Golfe de Gascogne et les Îles Britanniques

+

Hautes pressions sur l'Europe Centrale

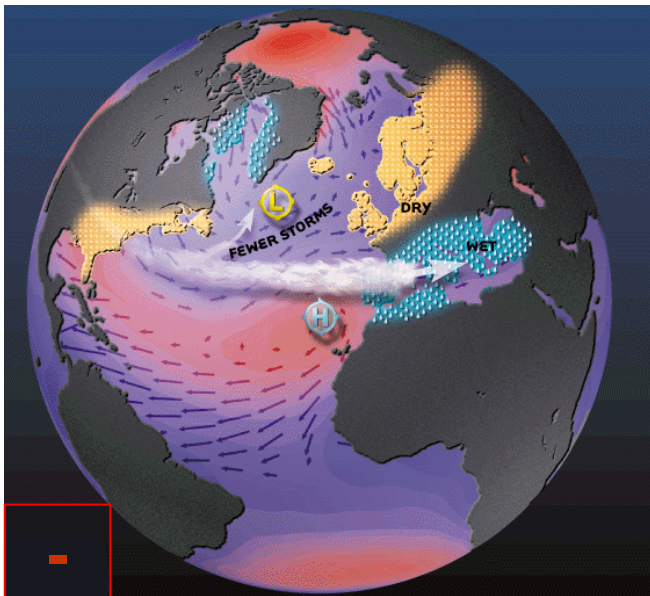
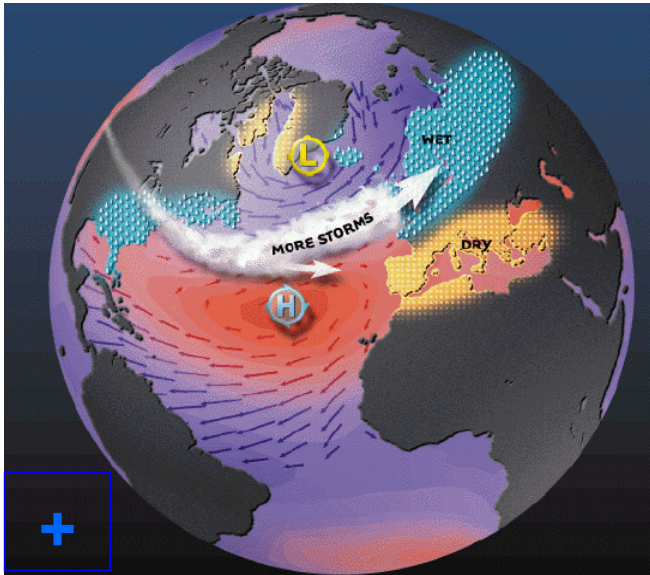
=

Un fort gradient barométrique zonal sur le Golfe du Lion à partir de 2 jours avant le jour- J

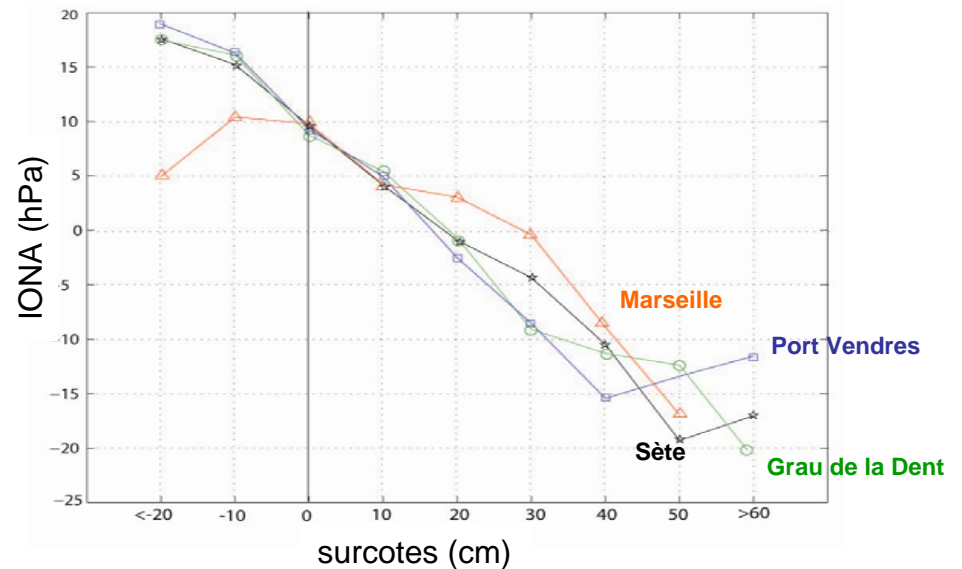


Flux de sud dans le Golfe du Lion

Le rôle de l'Oscillation Nord-Atlantique

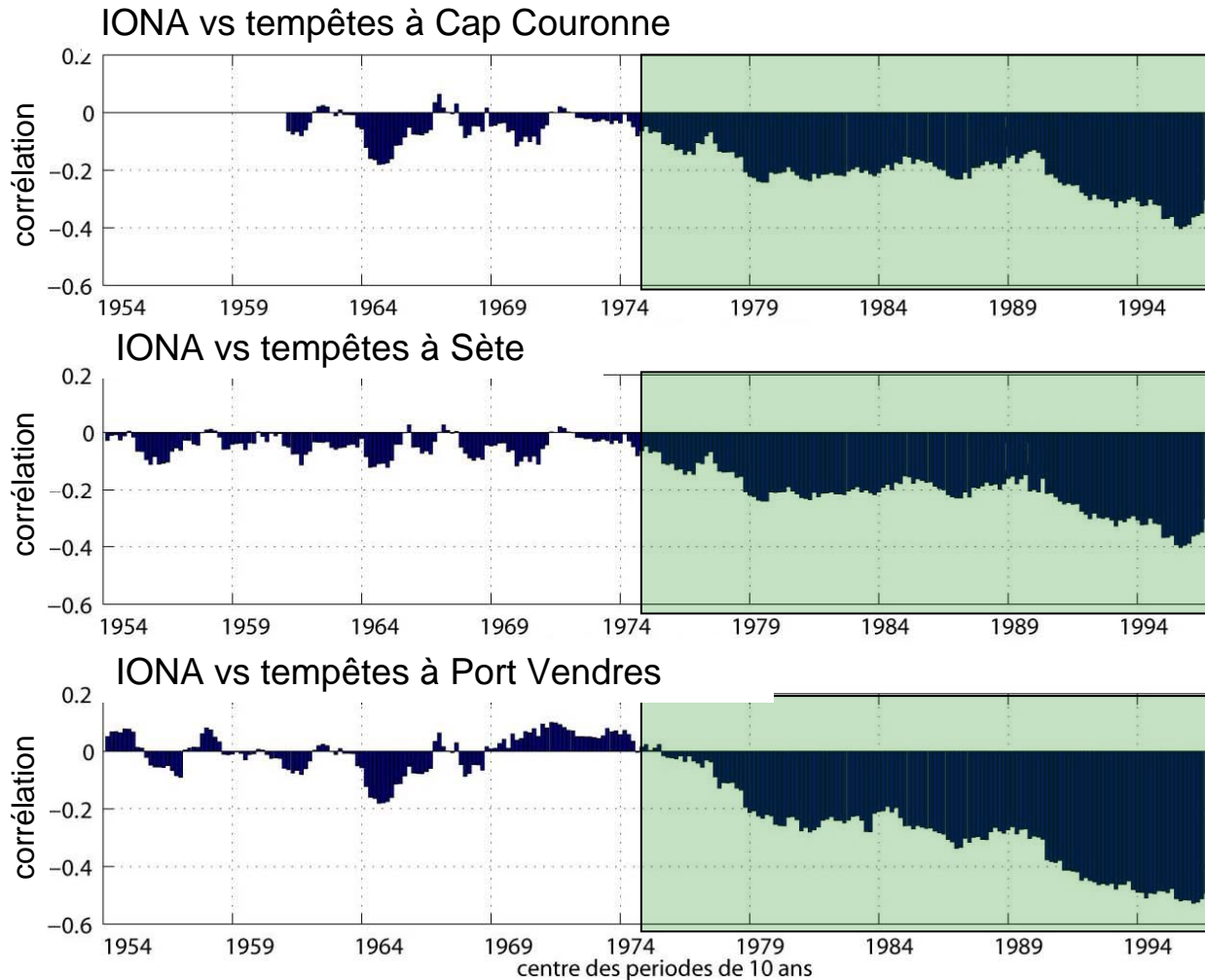


Relations IONA/surcotes



**Plus le niveau des surcotes est élevé,
plus l'IONA associé est négatif**

Corrélations Oscillation Nord-Atlantique/Vents



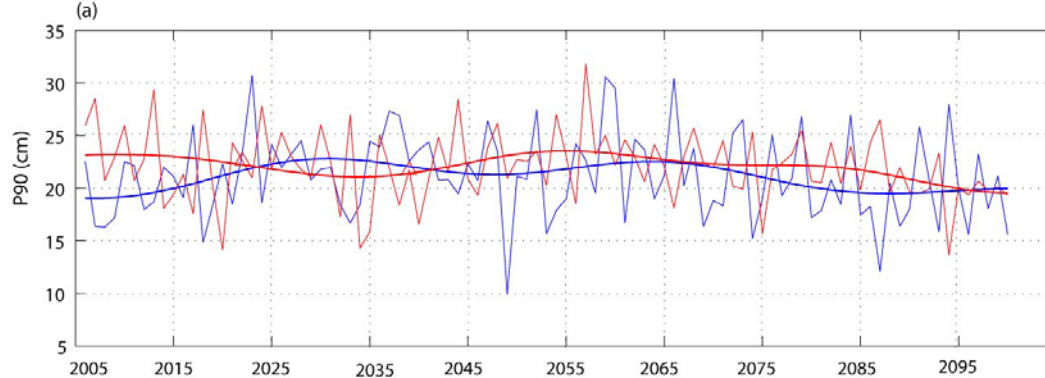
A partir de 1975 :
Renforcement de la
corrélation

Prévision des niveaux marins extrêmes au 21^{ème} siècle



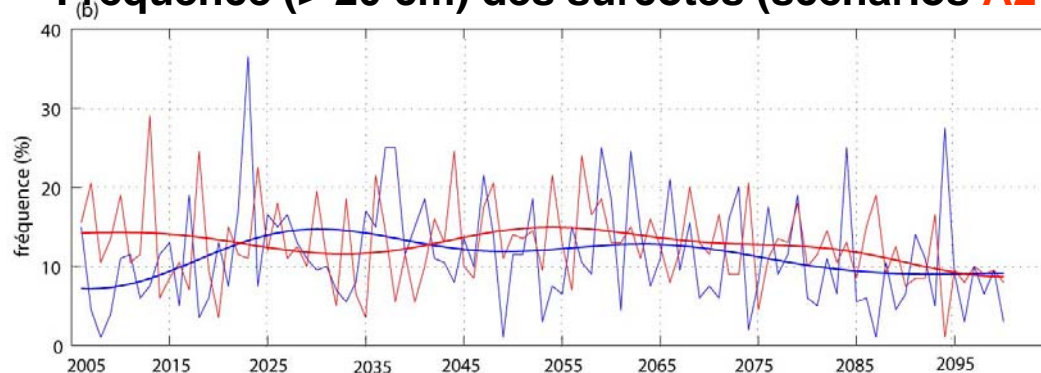
Méthodes : sorties ARPEGE-climat des PSM quotidiennes (1980 à 2100).
Scénarios **A2** (pessimiste) et **B2** (optimiste) de l'IPCC

Force (P90 hivernaux) des surcotes (scénarios **A2 et **B2** de l'IPCC)**



**= pas d'augmentation
significative des surcotes
de 2005 à 2100**

Fréquence (> 20 cm) des surcotes (scénarios **A2 et **B2** de l'IPCC)**

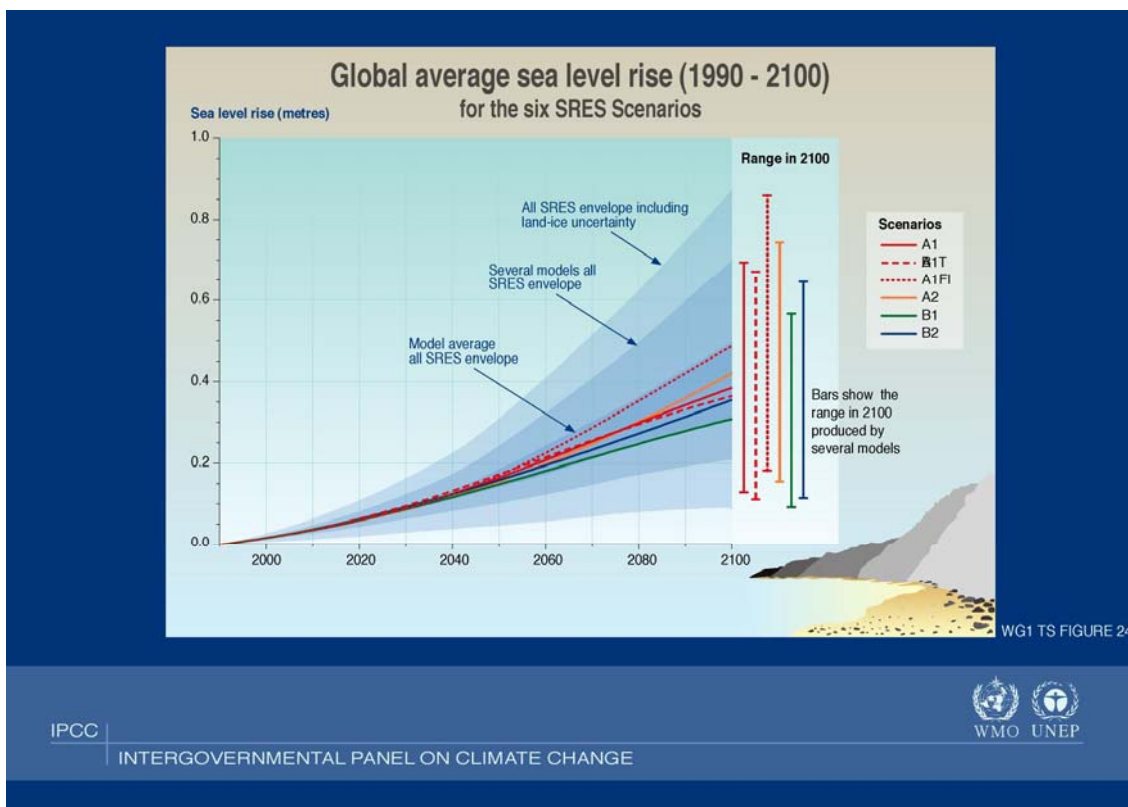


Prévision des niveaux marins extrêmes au 21^{ème} siècle



Évolution des pics de niveau marin :

- Évolution des surcotes (circulation atmosphérique, tempêtes)
- Lente hausse du niveau marin moyen (effet stérique)



Scénario **A2** :

Min. : + 1.5 mm/an*

Moy. : + 4 mm/an**

Max. : + 7.5 mm/an***

Scénario **B2** :

Min. : + 1 mm/an*

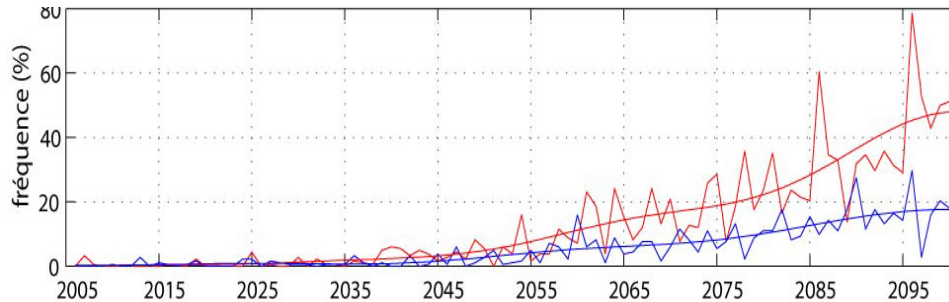
Moy. : + 3.3 mm/an**

Max. : + 6.5 mm/an***

Prévision des niveaux marins extrêmes au 21^{ème} siècle



Niveaux marins > 60 cm avec une montée de la mer (moyenne):
+3.3 mm/an (B2) et **+4.0 mm/an (A2)**



Prévisions :

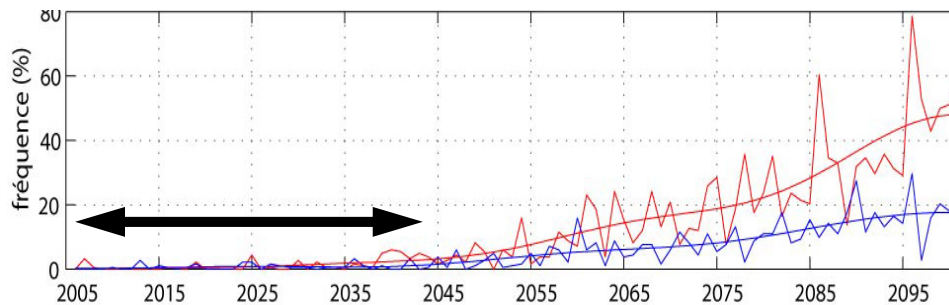
2050: ~ 5% de l'hiver > 60cm

2100: ~ **20%** à **50%** de l'hiver > 60cm

Prévision des niveaux marins extrêmes au 21^{ème} siècle



Niveaux marins > 60 cm avec une montée de la mer (moyenne):
+3.3 mm/an (B2) et **+4.0 mm/an (A2)**

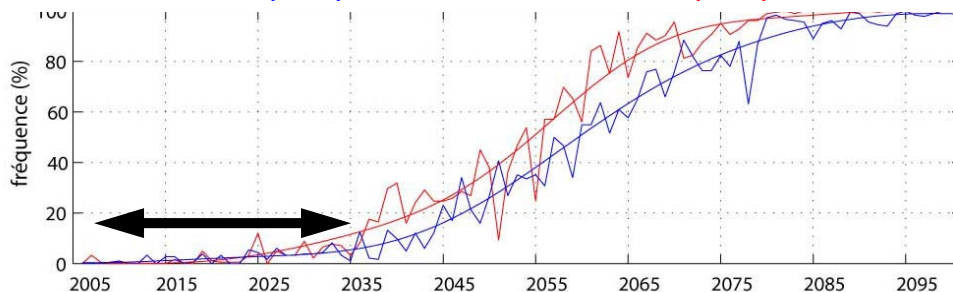


Prévisions :

2050: ~ 5% de l'hiver > 60cm

2100: ~ **20%** à **50%** de l'hiver > 60cm

Niveaux marins > 60 cm avec une montée de la mer (forte) :
+6.5 mm/an (B2) et **+7.5 mm/an (A2)**



Prévisions :

2050: ~ **35%** à **55%** de l'hiver > 60cm

2100: ~ 100% de l'hiver > 60cm

L'érosion des dunes de Camargue en relation avec le changement climatique



L'érosion des dunes de Camargue en relation avec le changement climatique



Site d'étude = Camargue



L'érosion des dunes de Camargue en relation avec le changement climatique



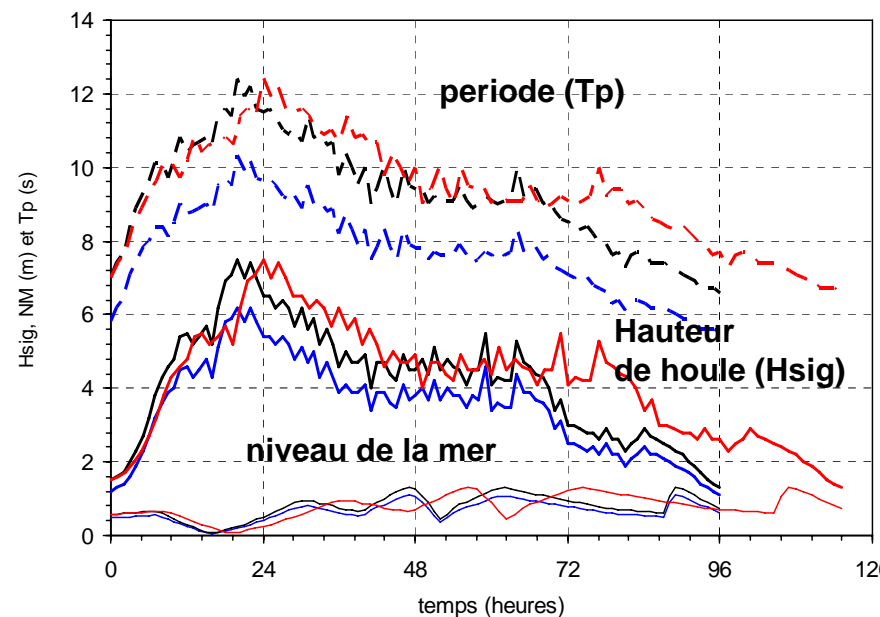
Erosion des dunes = houles + niveau de la mer + durée tempête

Objectifs = évaluer le rôle de ces paramètres en vue d'un CC sur la base d'une tempête centennale

Climatic change scenarios

Cases	houle -force	houle -durée-	niveau eau - hauteur -	niveau eau - durée -
case_1. 1997 storm	-	-	-	-
case_2	+ 5-10-20%	-	-	-
case_3	-	-	+ 5-10-20%	-
case_4	+ 5-10-20%	-	+ 5-10-20%	-
case_5	-	+ 5-10-20%	-	+ 5-10-20%
case_6	+ 5-10-20%	+5-10-20%	-	+ 5-10-20%
case_7	-	+ 5-10-20%	+ 5-10-20%	+ 5-10-20%
case_8	+ 5-10-20%	+ 5-10-20%	+ 5-10-20%	+ 5-10-20%

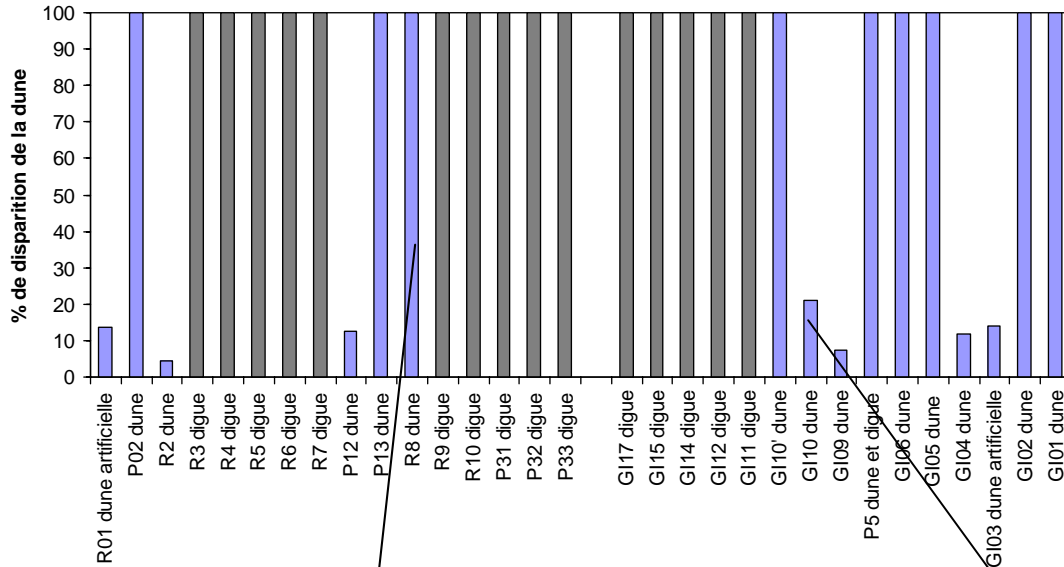
Forçages en entrée du modèle



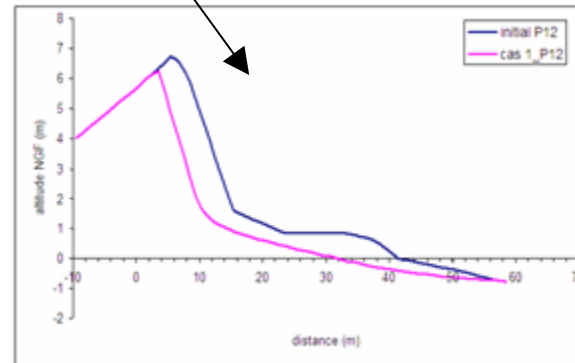
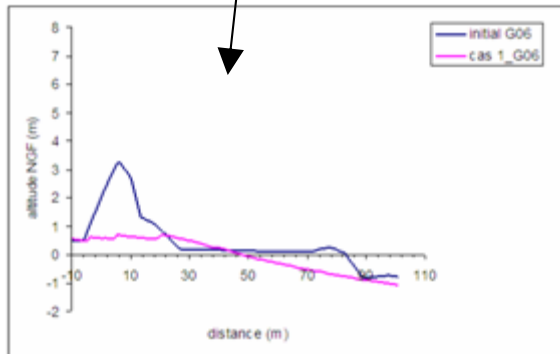
L'érosion des dunes de Camargue en relation avec le changement climatique



Simulation de l'érosion avec le cas 1 (tempête de 1997)



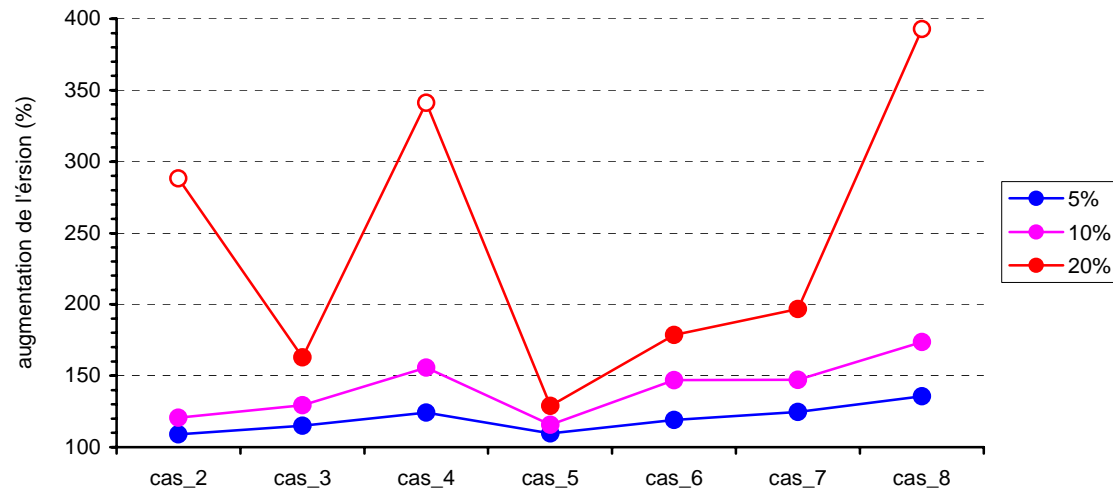
Pas besoin de changement climatique pour détruire 75% des dunes de Camargue !



L'érosion des dunes de Camargue en relation avec le changement climatique



Variations moyennes de l'augmentation de l'érosion selon les cas



Erosion des dunes :

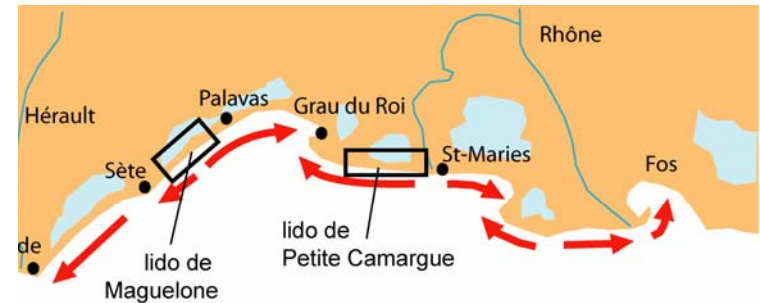
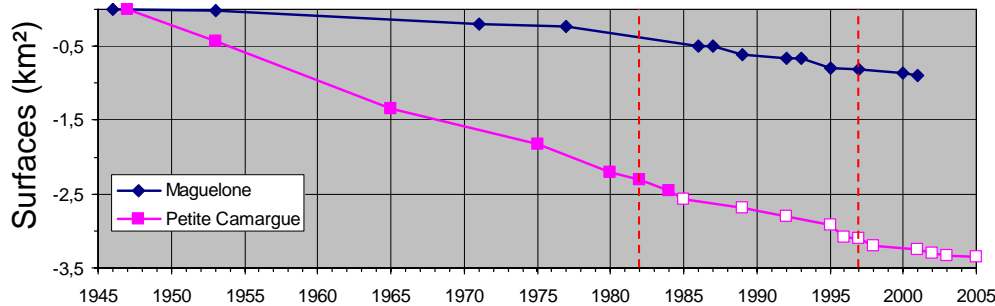
- Très sensible à l'augmentation (simultanée) de la hauteur du niveau d'eau et de la houle (10%)
- Sensible à la hauteur et la durée du niveau d'eau (5%)
- Peu sensible à la durée (>4 jours)
- Pas proportionnelle à l'augmentation des forçages
- Relations complexes entre les forçages = réponse morphologique non-linéaire

Dépôt d'overwash du lido de Maguelone
(cliché EID Méditerranée)

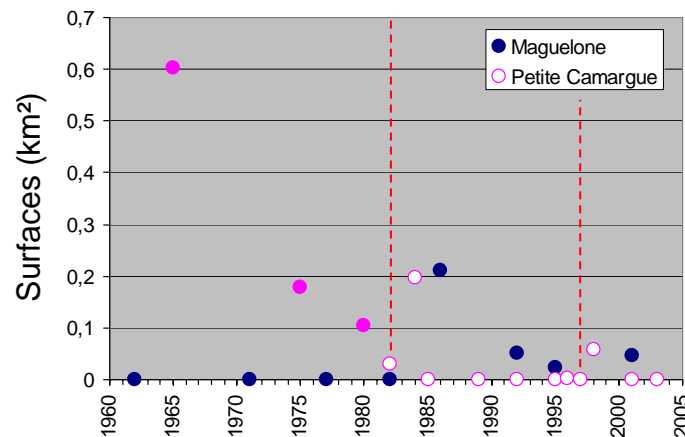


Les dépôts de tempêtes (overwash)

Surfaces perdues cumulées
des lidos de Maguelone et de Petite Camargue.

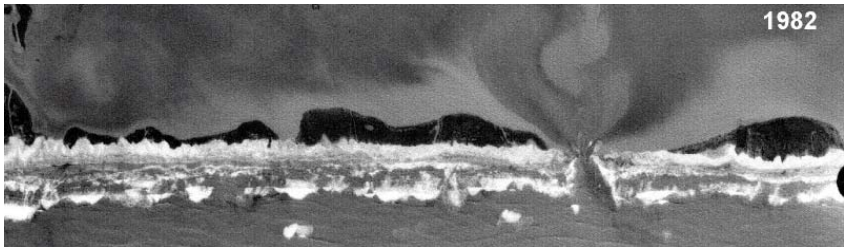


Surface des dépôts d'*overwash* par périodes sur
les lidos de Maguelone et de Petite Camargue



Evolution des ruptures dans le cordon dunaire

(lidos de Maguelone)



pas de rupture
des cordons dunaires

Aucune relation statistique
entre les overwash et les
tempêtes

ruptures des cordons dunaires,
même avec des tempêtes moyennes

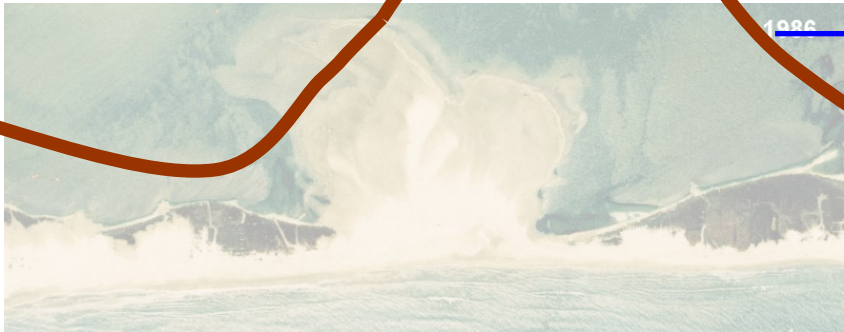
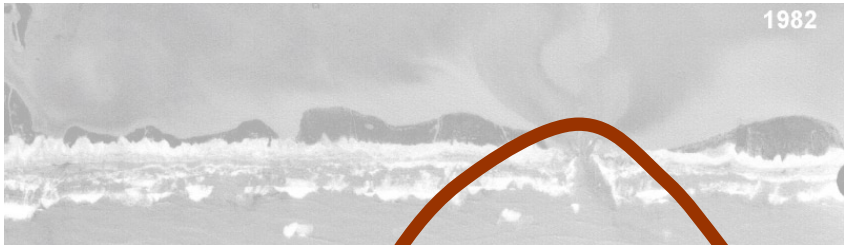
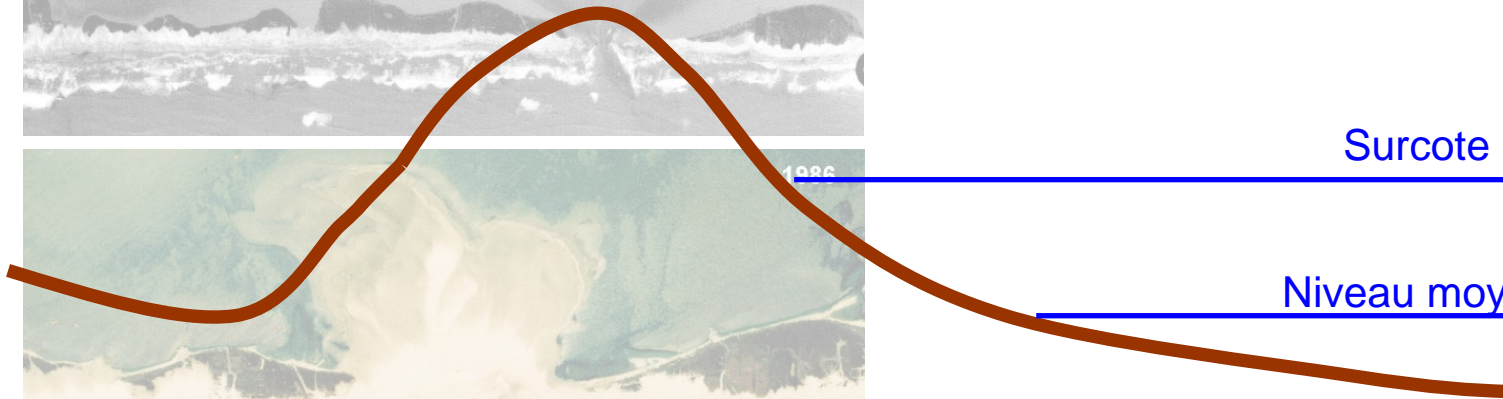


Schéma de fonctionnement des dépôts de tempêtes

Surcote extrême

Niveau moyen de la mer



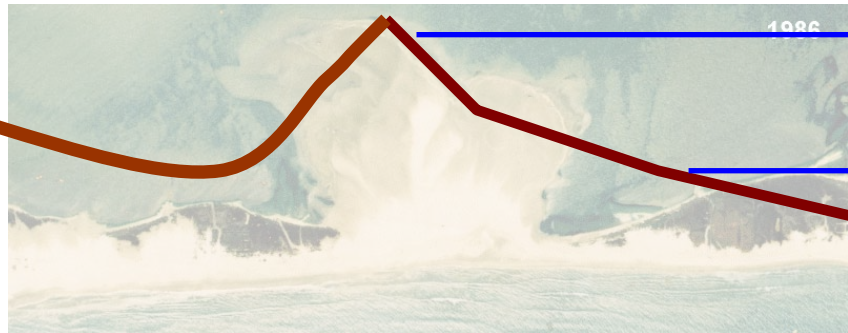
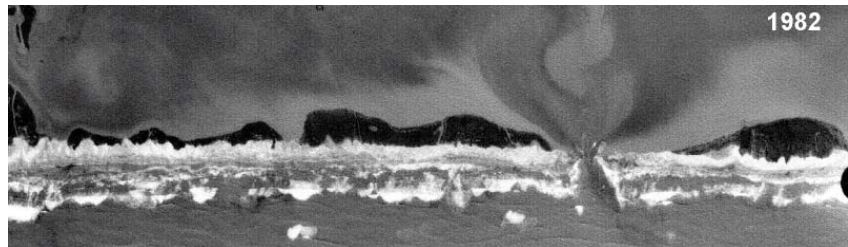
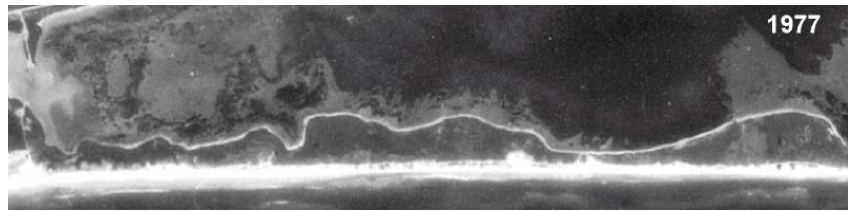


Schéma de fonctionnement des dépôts de tempêtes

Surcote extrême

Niveau moyen de la mer

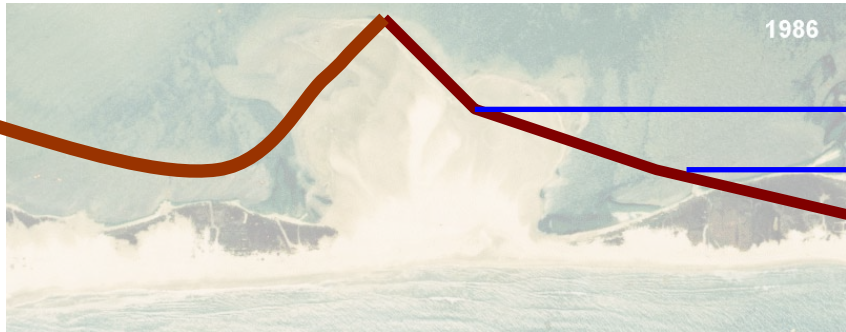
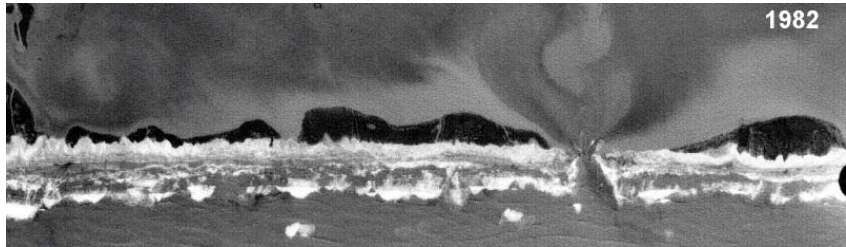
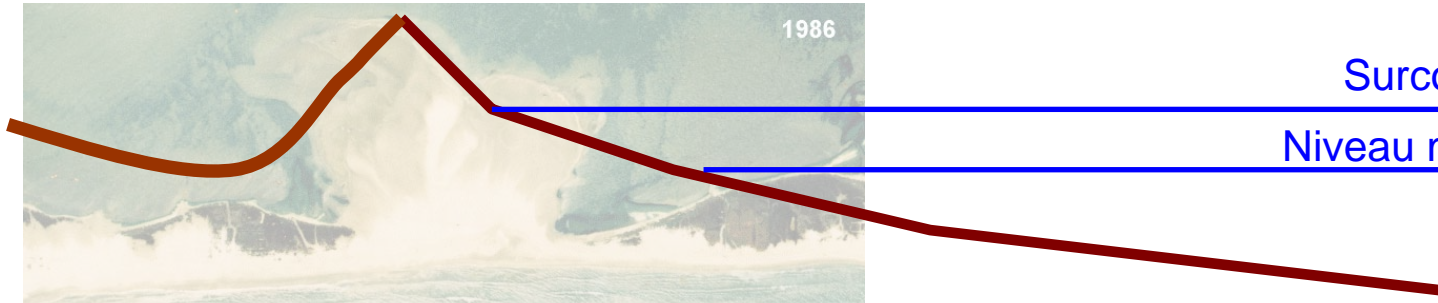


Schéma de fonctionnement des dépôts de tempêtes

Surcote moyenne

Niveau moyen de la mer



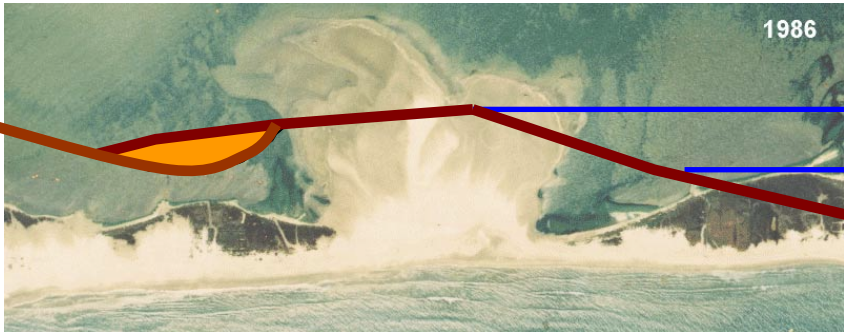
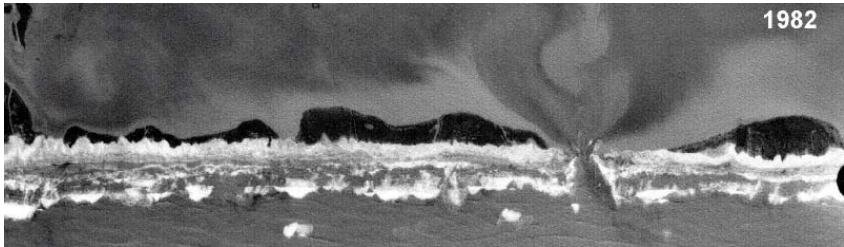
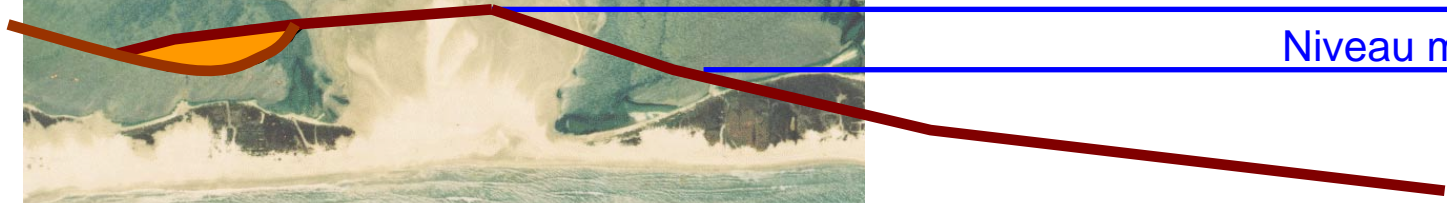


Schéma de fonctionnement des dépôts de tempêtes

Surcote moyenne

Niveau moyen de la mer



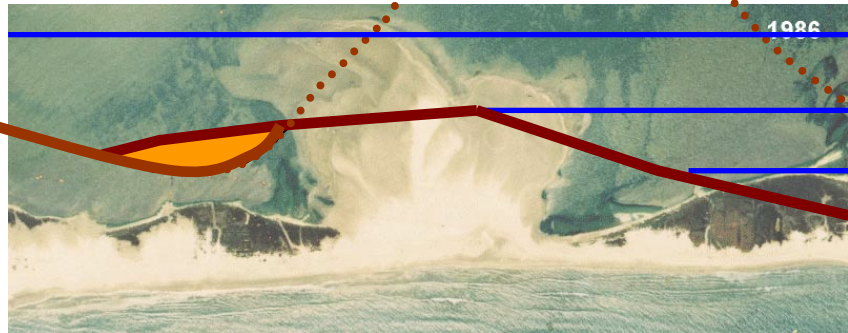
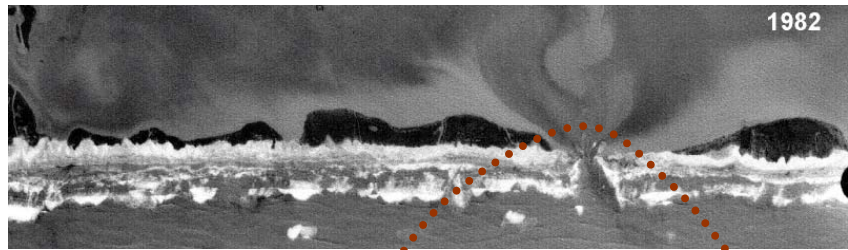
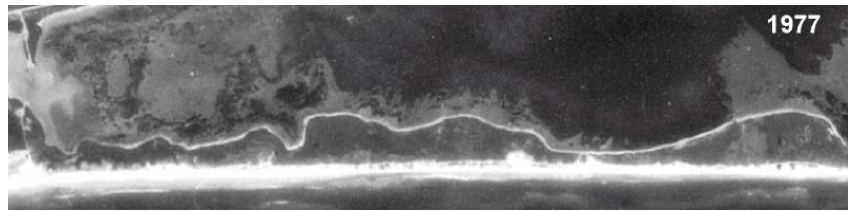


Schéma de fonctionnement des dépôts de tempêtes

Surcote extrême

Surcote moyenne

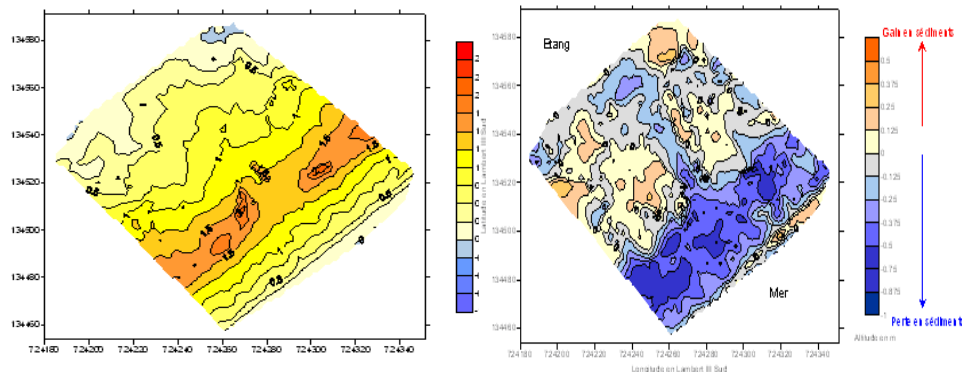
Niveau moyen de la mer

La morphologie DOIT être intégrée dans les études sur le changement climatique

...vous trouverez aussi dans le rapport...

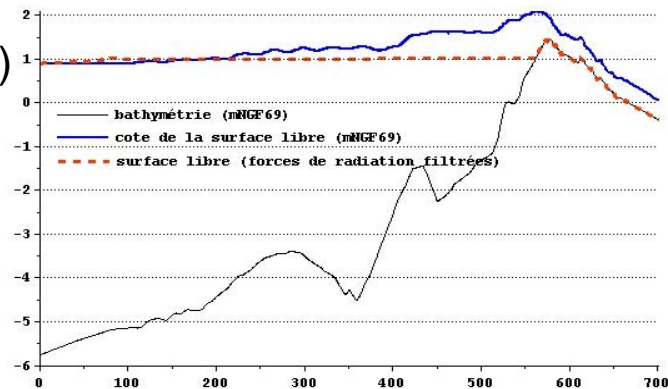
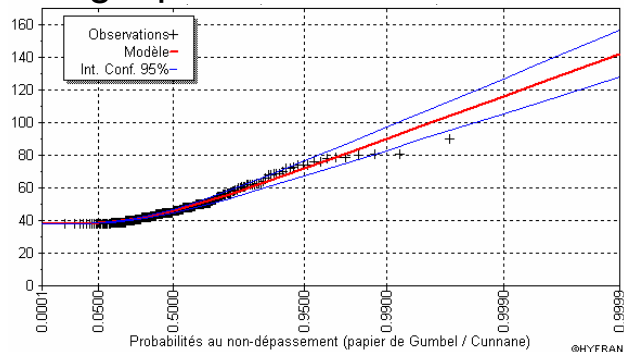


Analyse de relevés de terrain (EID Méditerranée, 2004)

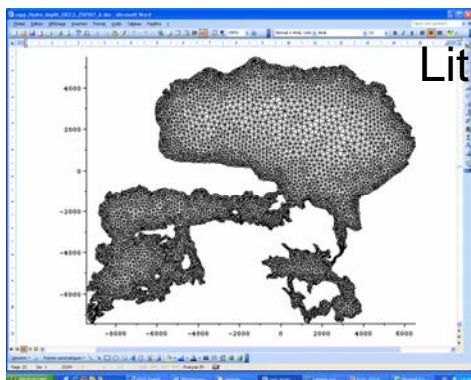


Modélisation des franchissements des dunes (CETMEF-Compiègne)

Méthologie périodes de retour des surcotes (CETMEF-Aix)

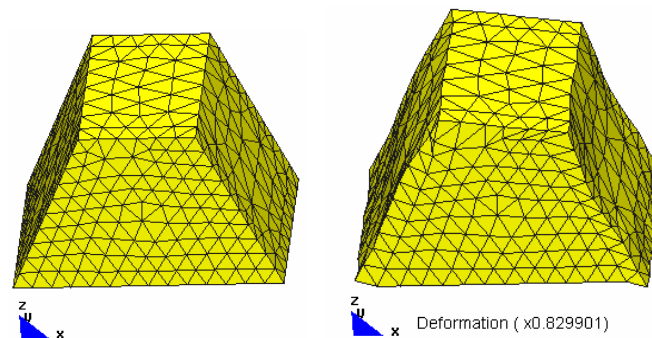


Modélisation hydrodynamique 2D (Tour du Valat)



Liteau-GIZCAM)

Modélisation des déformation des dunes (UTC Compiègne)



IMPLIT



Objectifs / **PERSPECTIVES**

1. Changement climatique affecte la zone littorale ? Augmentation des tempêtes ?

Durant le 20^{ème} siècle :

- Surcote : signal très faible mais légère augmentation
- Vent : signal mieux identifié, légère augmentation
- Houles : manque des données (!)

Pour le 21^{ème} siècle :

- surcotes stationnaires mais rôle déterminant de la montée de la mer
- « délais » de 15-40 ans

2. L'érosion des plages (dunes et submersions)

- La situation présente est déjà préoccupante
- Relations non-linéaires entre les forçages et la morphologie complique l'analyse

IMPLIT



Objectifs / **PERSPECTIVES**

1. Changement climatique affecte la zone littorale ? Augmentation des tempêtes ?

Durant le 20^{ème} siècle :

- Surcote : signal très faible mais légère augmentation
- Vent : signal mieux identifié, légère augmentation
- Houles : manque des données (!) **modélisation fine des champs de houle depuis 30 ans (WW3)**

Pour le 21^{ème} siècle :

- surcotes stationnaires mais rôle déterminant de la montée de la mer
- « délais » de 15-40 ans

2. L'érosion des plages (dunes et submersions)

- La situation présente est déjà préoccupante
- Relations non-linéaires entre les forçages et la morphologie complique l'analyse

IMPLIT



Objectifs / **PERSPECTIVES**

1. Changement climatique affecte la zone littorale ? Augmentation des tempêtes ?

Durant le 20^{ème} siècle :

- Surcote : signal très faible mais légère augmentation
- Vent : signal mieux identifié, légère augmentation
- Houles : manque des données (!) **modélisation fine des champs de houle depuis 30 ans (WW3)**

Pour le 21^{ème} siècle :

- surcotes stationnaires mais rôle déterminant de la montée de la mer **simulations locales précises**
- « délais » de 15-40 ans

2. L'érosion des plages (dunes et submersions)

- La situation présente est déjà préoccupante
- Relations non-linéaires entre les forçages et la morphologie complique l'analyse

IMPLIT



Objectifs / **PERSPECTIVES**

1. Changement climatique affecte la zone littorale ? Augmentation des tempêtes ?

Durant le 20^{ème} siècle :

- Surcote : signal très faible mais légère augmentation
- Vent : signal mieux identifié, légère augmentation
- Houles : manque des données (!) **modélisation fine des champs de houle depuis 30 ans (WW3)**

Pour le 21^{ème} siècle :

- surcotes stationnaires mais rôle déterminant de la montée de la mer **simulations locales précises**
- « délais » de 15-40 ans **Adaptation des sociétés**

2. L'érosion des plages (dunes et submersions)

- La situation présente est déjà préoccupante
- Relations non-linéaires entre les forçages et la morphologie complique l'analyse

IMPLIT



Objectifs / **PERSPECTIVES**

1. Changement climatique affecte la zone littorale ? Augmentation des tempêtes ?

Durant le 20^{ème} siècle :

- Surcote : signal très faible mais légère augmentation
- Vent : signal mieux identifié, légère augmentation
- Houles : manque des données (!) **modélisation fine des champs de houle depuis 30 ans (WW3)**

Pour le 21^{ème} siècle :

- surcotes stationnaires mais rôle déterminant de la montée de la mer **simulations locales précises**
- « délais » de 15-40 ans **Adaptation des sociétés**

2. L'érosion des plages (dunes et submersions)

- La situation présente est déjà préoccupante **Observatoire du littoral (données)**
- Relations non-linéaires entre les forçages et la morphologie complique l'analyse

IMPLIT



Objectifs / PERSPECTIVES

1. Changement climatique affecte la zone littorale ? Augmentation des tempêtes ?

Durant le 20^{ème} siècle :

- Surcote : signal très faible mais légère augmentation
- Vent : signal mieux identifié, légère augmentation
- Houles : manque des données (!) **modélisation fine des champs de houle depuis 30 ans (WW3)**

Pour le 21^{ème} siècle :

- surcotes stationnaires mais rôle déterminant de la montée de la mer **simulations locales précises**
- « délais » de 15-40 ans **Adaptation des sociétés**

2. L'érosion des plages (dunes et submersions)

- La situation présente est déjà préoccupante **Observatoire du littoral (données)**
- Relations non-linéaires entre les forçages et la morphologie complique l'analyse **Capacité naturelle d'adaptation des plages aux forçages météorologiques**

IMPLIT

Impact des événements extrêmes (tempêtes et surcotes) sur les hydrosystèmes du littoral méditerranéen dans le cadre du changement climatique

Coordination : V. Moron et F. Sabatier

Paris, le 27 mai 2008

Partenaires :

CEREGE (C. Brunel, B. Hanot, S. Meulé, V. Moron, F. Sabatier, A. Ullmann),

CETMEF – Aix (P. Gaufrès),

CETMEF – Compiègne (V. Laborie P. Sergent),

EID Méditerranée (H. Heurtefeux),

MEDIAS France (M. Hoepffner, J.L. Boichard),

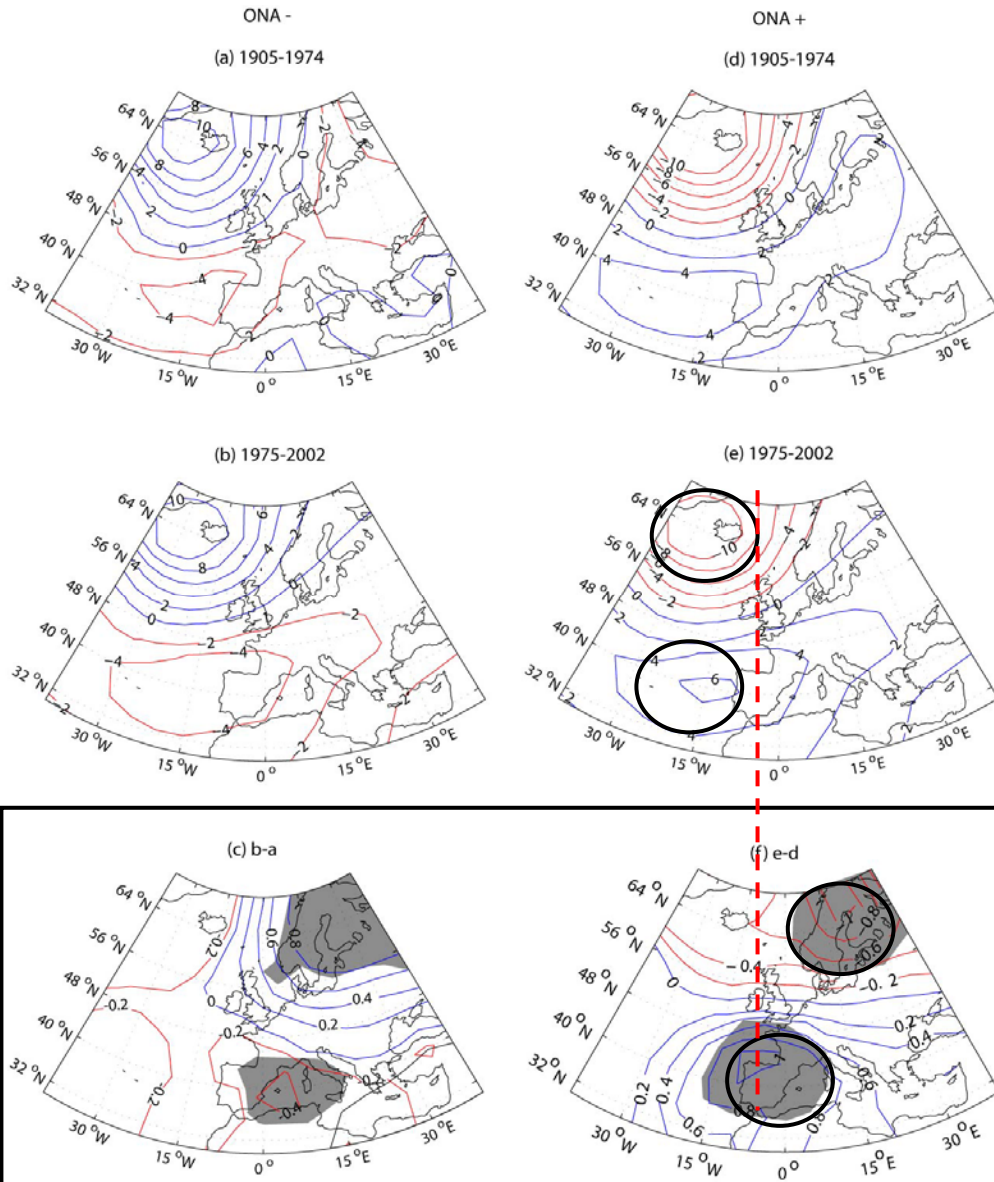
Tour du Valat (P. Chauvelon, M. Pichaud),

Université de Compiègne (A. Ouasine)





5.2. Changement des conditions moyennes de l'ONA



Deux principaux pôles d'anomalies barométriques : Islande et Açores

A partir de 1975 : décalage vers l'est des 2 principaux pôles d'anomalies barométriques de l'ONA

