



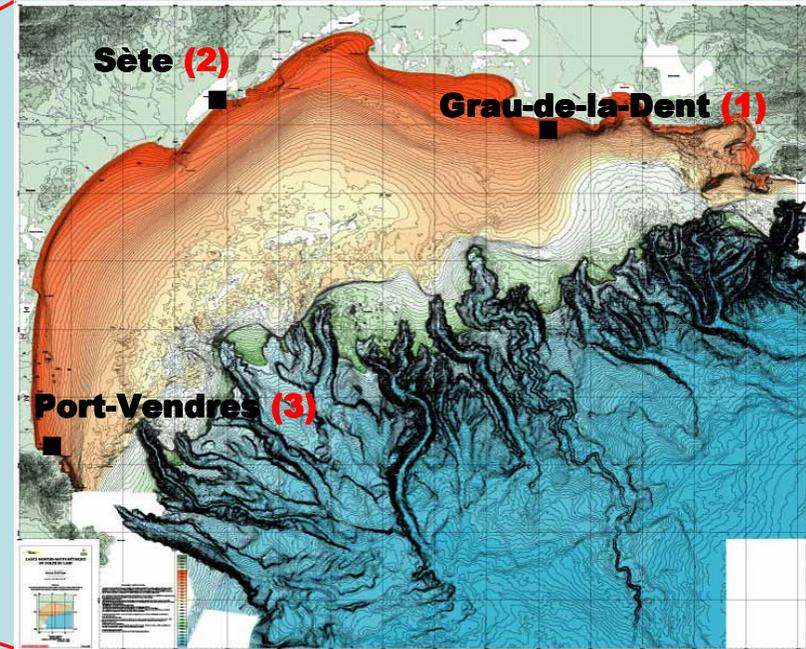
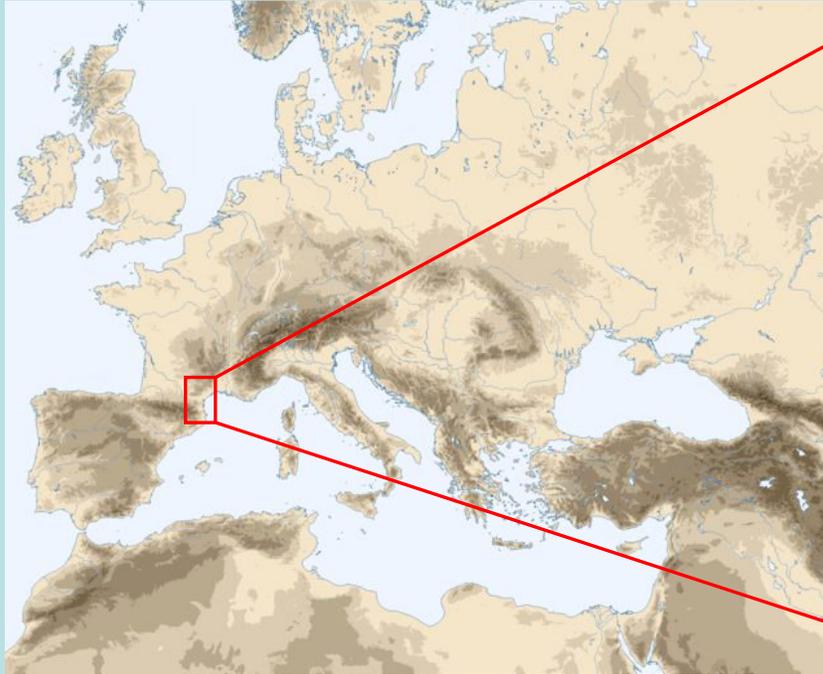
# Connaissance du phénomène d'élévation du niveau marin et de l'augmentation des tempêtes sur le littoral méditerranéen

**A.Ullmann (\*,\*\*), V. Moron (\*,\*\*)**

\*UFR des Sciences Géographiques et de l'Aménagement  
Université de Provence, Aix-Marseille I.

\*\*CEREGE, UMR 6635 Aix-en-Provence

## Cadre général



(Ifremer, 2007)

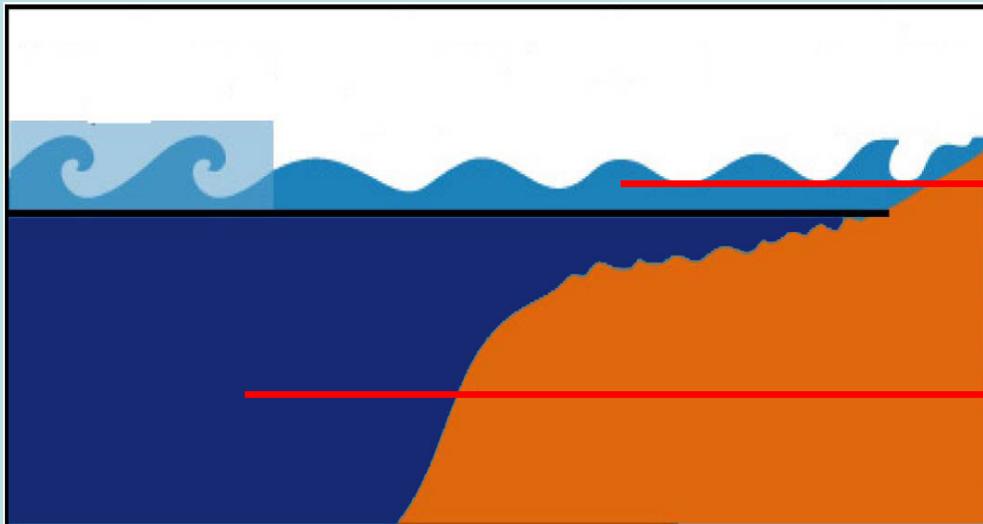
### **3 séries marégraphiques dans le Golfe du Lion :**

- \_ **Grau-de-la-Dent, 1905-2005 (1)**
- \_ **Sète, 1986-1995 (2)**
- \_ **Port-Vendres, 1986-1995 (3)**

## En terme d'impact au littoral, importance des pics de niveau marin



Érosion, submersion, ...



*Un pic de niveau marin ??*

L'action du vent local qui pousse la masse d'eau vers la côte:

Surcote ou marée de tempête

+

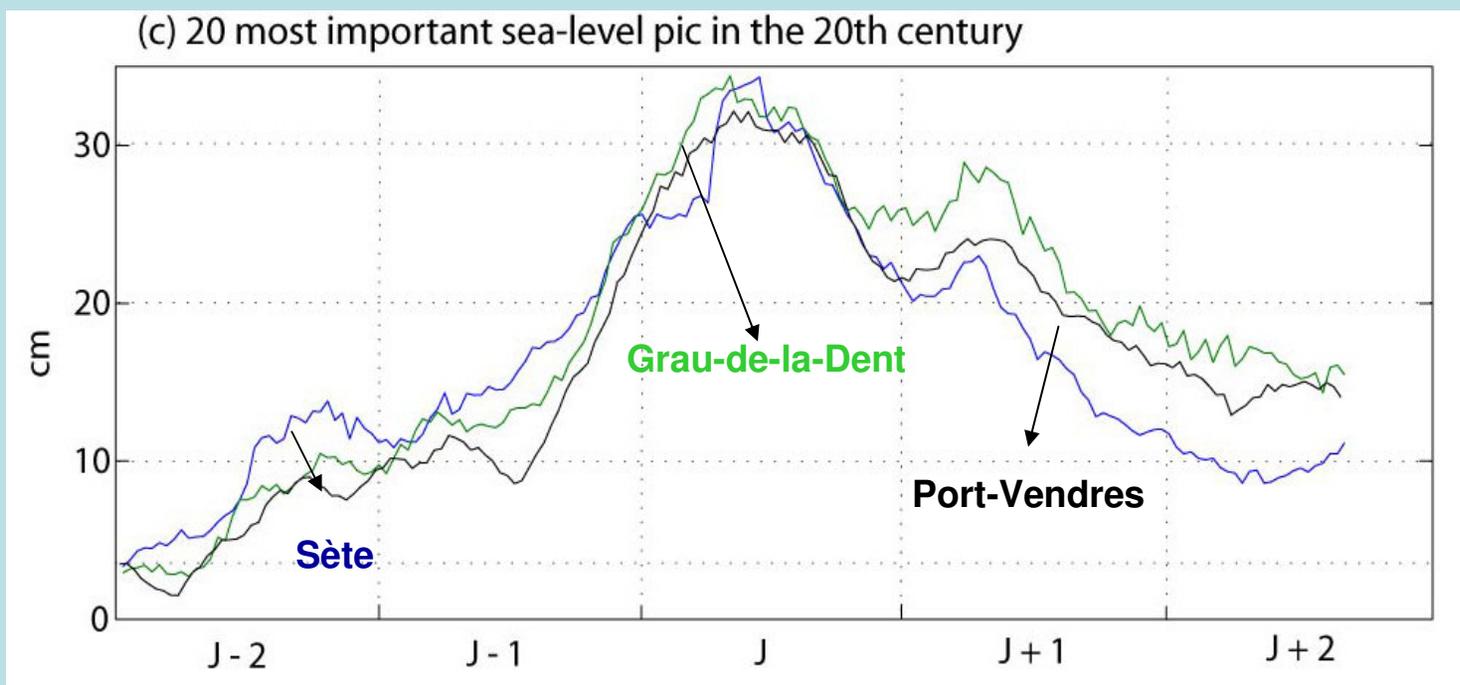
Un niveau marin plus stable :

Niveau marin moyen

=

**Un pic de niveau marin**

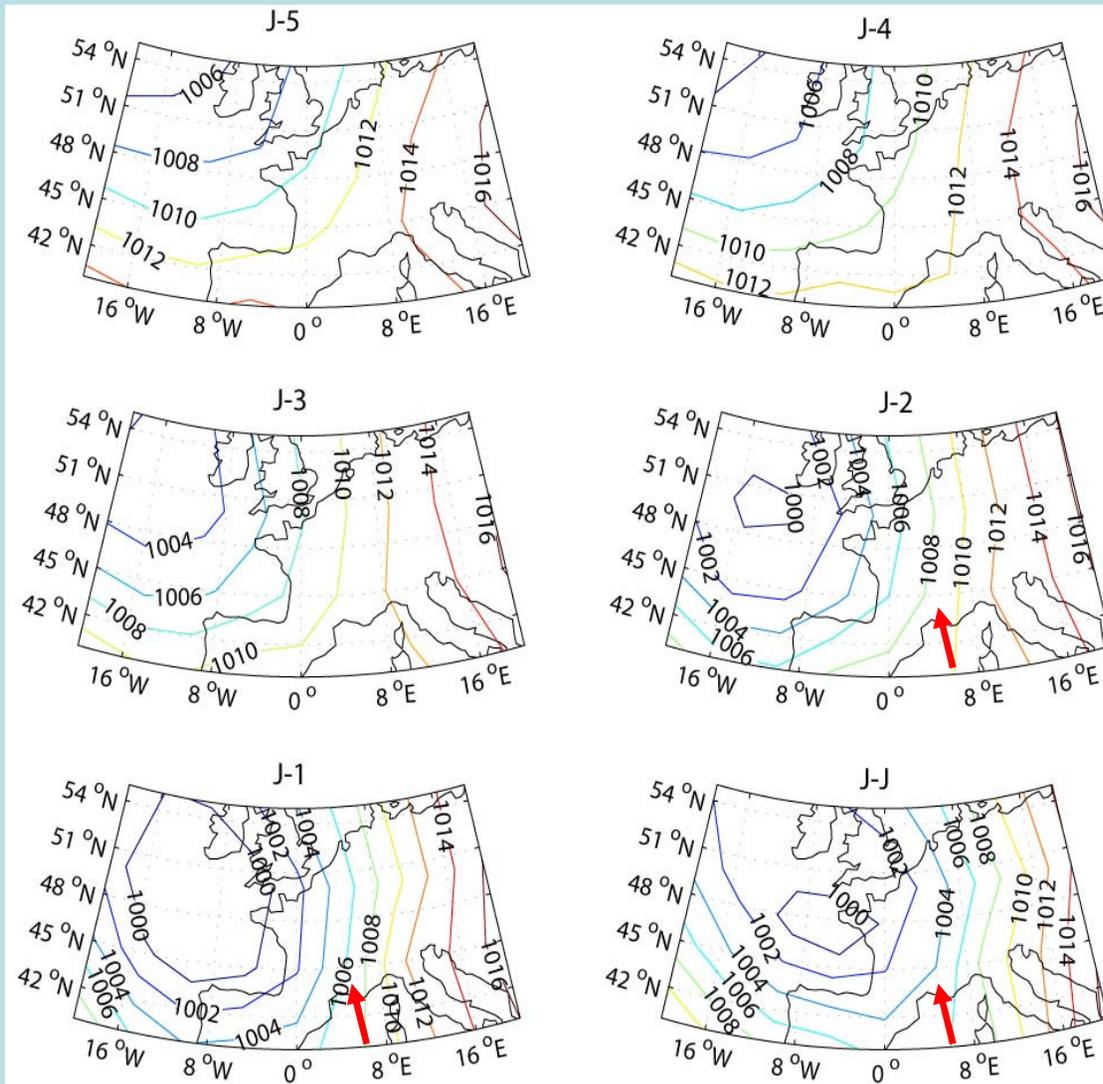
# 1. Pics de niveau marin à l'échelle du Golfe du Lion



Durant les 20 plus fortes tempêtes du Golfe du Lion de 1986 à 1995, les variations horaires du niveau marin sont toujours en phases aux trois stations marégraphiques

Les pics de niveau marin = épisodes tempétueux d'échelle régionale dans l'ensemble du Golfe du Lion

## 2. Conditions atmosphériques des tempêtes du Golfe du Lion



**Une dépression se creuse entre le Golfe de Gascogne et les Îles Britanniques**

**+**

**Hautes pressions sur l'Europe Centrale**

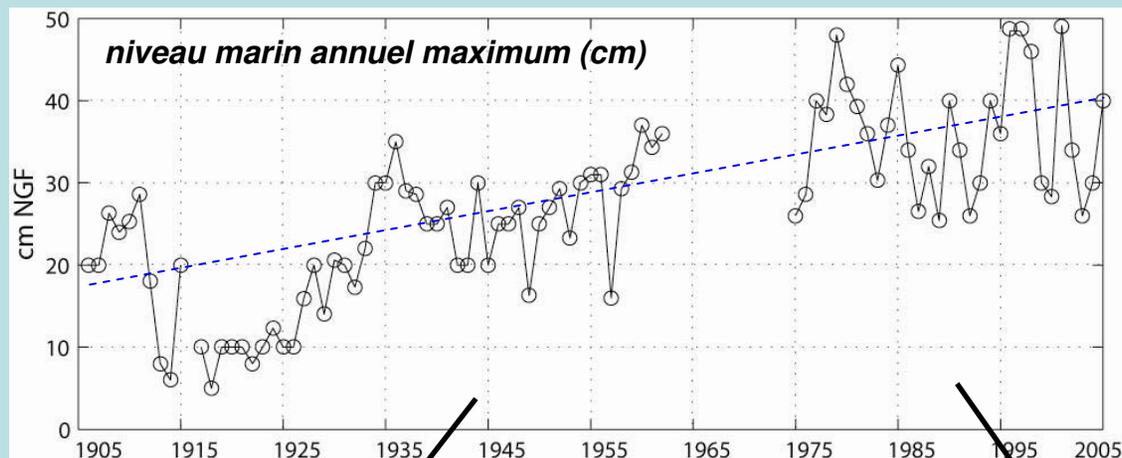
**=**

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



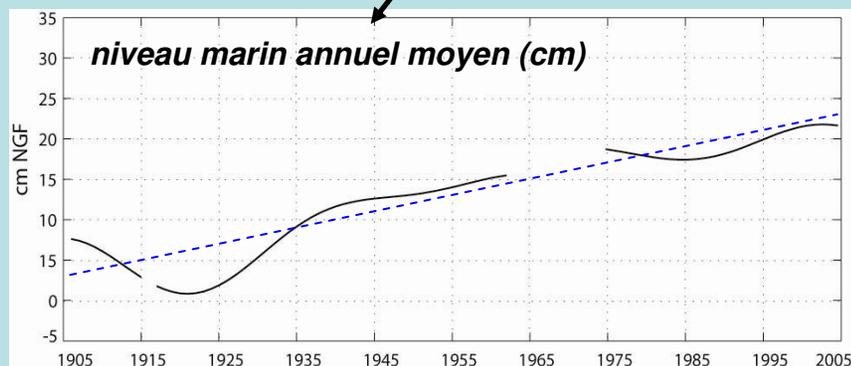
**Vents de 90°-180° (sud à sud-est) dans le Golfe du Lion**

### 3. Niveau marin moyen, surcote et pics extrêmes: variations au 20<sup>ème</sup> siècle (1905-2005)

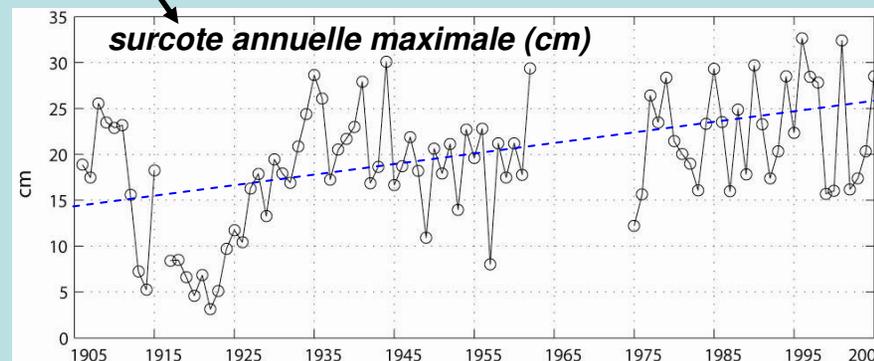


Élévation de la hauteur des pics de niveau marin extrêmes au Grau-de-la-Dent:

**+ 0.31 cm/an**



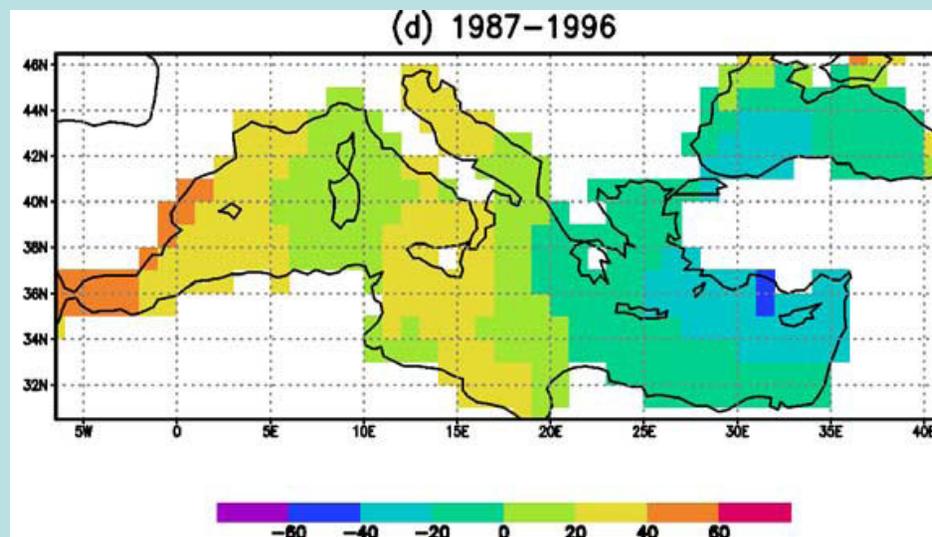
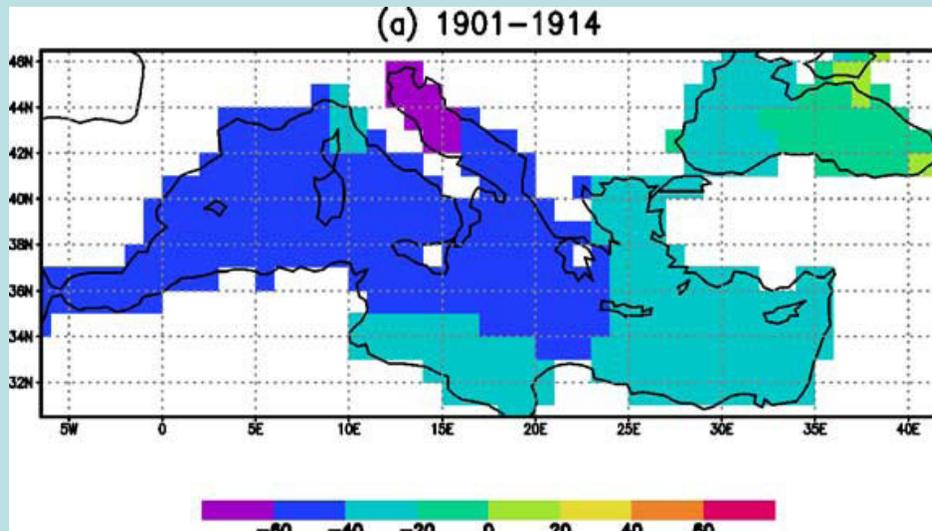
Lente élévation du niveau marin moyen :  
**+ 0.20 cm/an**



Augmentation de la hauteur des surcotes:  
**+ 0.12 cm/an**

Hausse séculaire de la hauteur des pics de niveau marin =  
**lente remontée du niveau marin moyen + élévation séculaire de la hauteur des surcotes**

## Forçage de la hausse du niveau marin moyen ?



Températures de surface. anomalies en 1/10 °C

Réchauffement de la méditerranée en ~ 1 siècle : + 0.4 °C (bassin levantin)  
+ 1 °C (Mer d'Alboran)

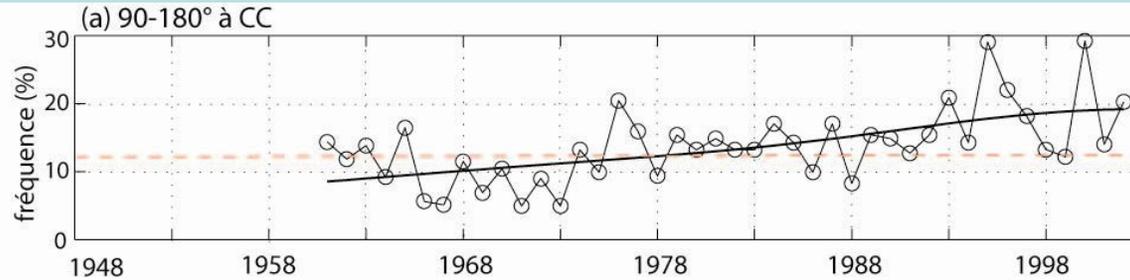
= Principal cause de la remontée du niveau marin moyen via l'effet stérique

Réchauffement synchrone du réchauffement global  
(~ + 0.8 °C au 20<sup>ème</sup> siècle)

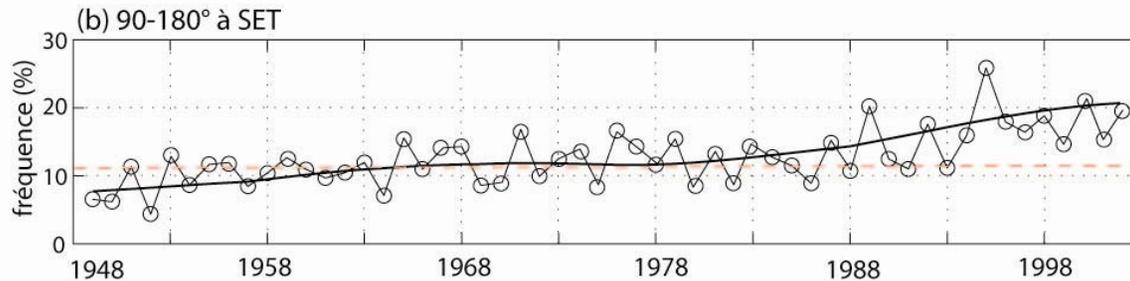
Réchauffement post 1975 en partie associé à l'augmentation de la concentration atmosphérique en GES liée aux activités humaines

# Forçage de l'augmentation des surcotes ?

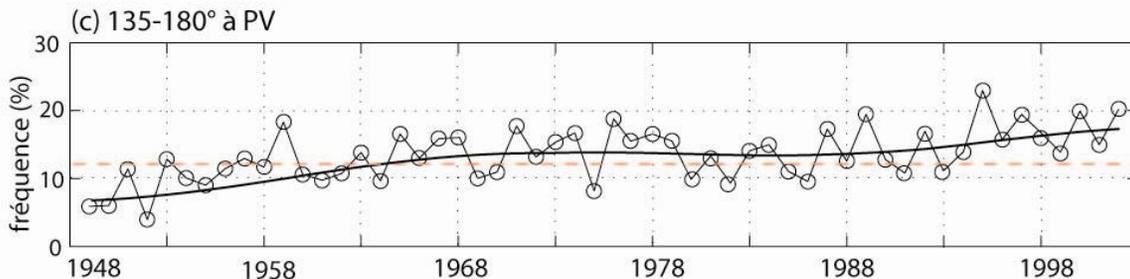
## Dans le Golfe du Lion...



**Fréquence des vents de 90°-180° à Cap Couronne :**  
**+ 0.25 %/an** (1961-2003)



**Fréquence des vents de 90°-180° à Sète :**  
**+ 0.14 %/an** (1949-2003)



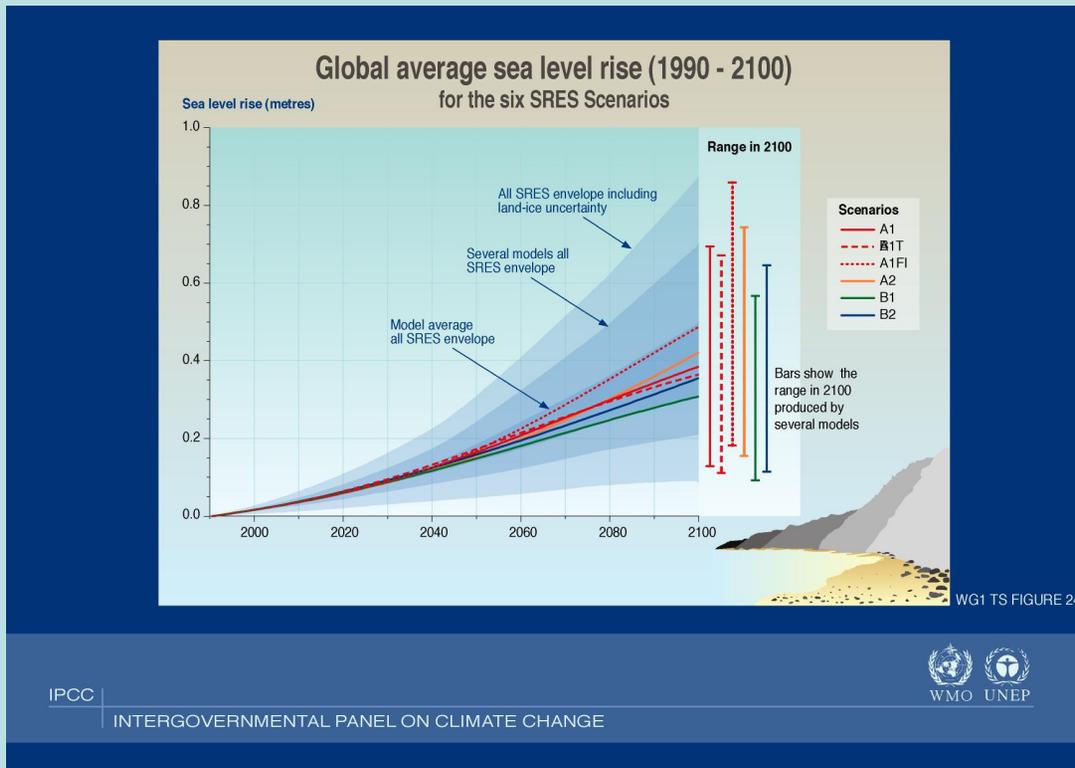
**Fréquence des vents de 90°-180° à Port-Vendres :**  
**+ 0.13 %/an** (1949-2003)

**Augmentation de la fréquence et de la vitesse des vents d'afflux de sud à sud-est dans l'ensemble du Golfe du Lion dans la deuxième moitié du 20<sup>ème</sup> siècle**

## 4. Prévision de la hauteur des pics de niveau marin au 21 me siècle

Le scénario **A2** (pessimiste) et **B2** (optimiste)

En terme de niveau marin moyen...



Scénario **A2** :

Min. : + 1.5 mm/an

Moy. : + 4 mm/an

Max. : + 7.5 mm/an

Scénario **B2** :

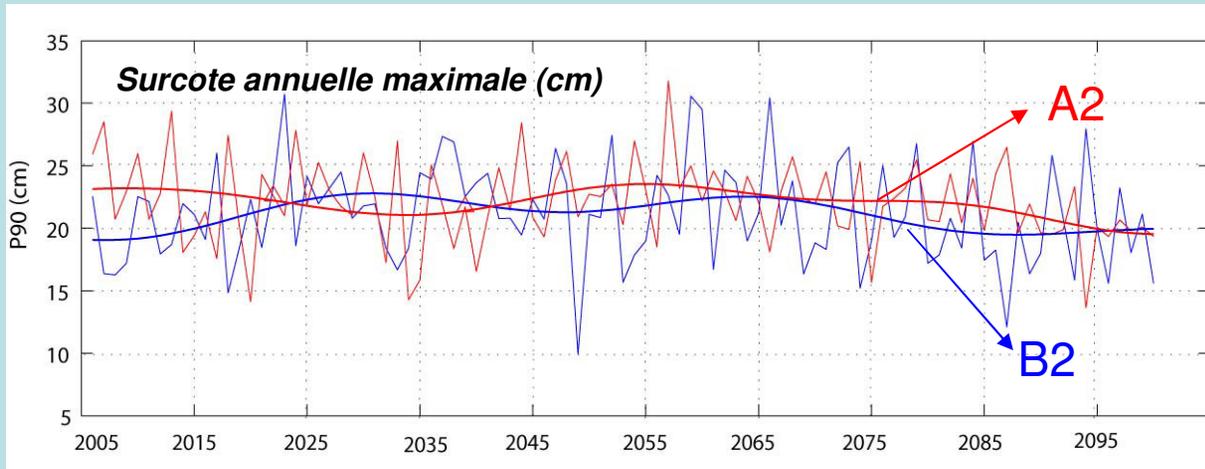
Min. : + 1 mm/an

Moy. : + 3.3 mm/an

Max. : + 6.5 mm/an

L' IPCC: projections de hausse du niveau marin moyen suivant différents scénarios de changement climatique: essentiellement via la dilatation thermique de la masse d'eau liée au réchauffement

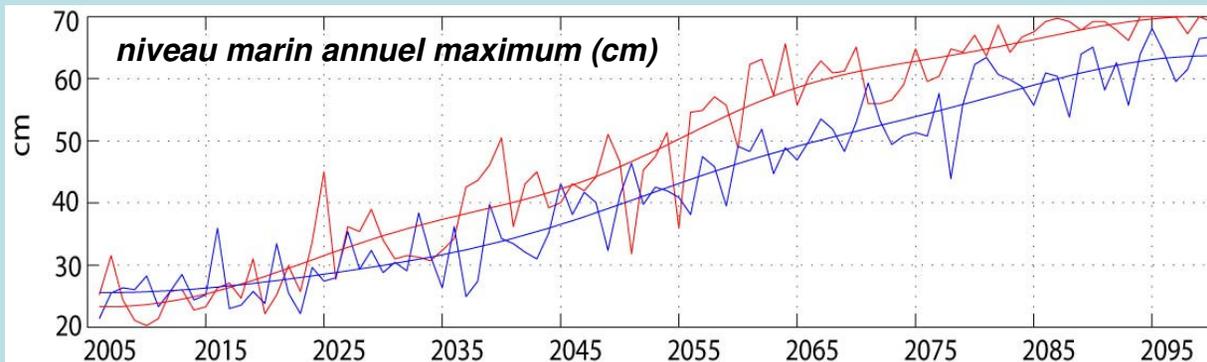
## En terme de surcotes / tempêtes...



Stationnarité de la hauteur des surcotes extrêmes au 21ème siècle (2005-2100) dans A2 et B2

**Même si les surcotes / tempêtes restent stationnaires, elles vont se produire sur un niveau marin moyen inéluctablement de plus en plus haut... d'où l'élévation de la hauteur des pics qui seront réellement atteints au niveau du littoral :**

Ex: hausse du niveau marin moyen de + 3.4 mm/an dans A2 et + 3 mm/an dans B2



**Forte hausse de la hauteur du niveau marin annuel maximum ....+ 40 cm en 100 ans, même dans le scénario optimiste**

## Quelques chiffres...

### La fréquence des pics de niveau marin > 100 cm:

**temps de retour actuel = 100 ans**

• Scénario le plus optimiste: *le changement climatique suit le scénario B2 et le niveau marin s'élève à une vitesse de + 3mm/an:*

- En 2050 : pic > 100 cm en moyenne **+ de 5 fois par ans**
- En 2100: pic > 100 cm en moyenne **+ de 10 fois par ans**

• Scénario le plus pessimiste: *le changement climatique suit le scénario A2 et le niveau marin s'élève à une vitesse de + 7.5 mm/an:*

- En 2050: pic > 100 cm en moyenne **+ de 20 fois par ans**
- En 2100: pic > 100 cm en moyenne **+ de 70 fois par ans**

En raison de l'élévation du niveau marin moyen, les temps de retour des niveaux marins extrêmes vont considérablement se réduire même dans le scénario optimiste du changement climatique

## Pour conclure

- Changement climatique observé ces 10 dernières années :
  - Émissions de CO<sub>2</sub> planétaire : + 1 %/an entre 1990 et 1999, **+ 3.3 %/an depuis 2000** ; (Raupach *et al.*, 2007)
  - Hausse du niveau marin moyen : entre **+ 3.4 mm/an et + 4 mm/an de 1995 à 2005** ; (Rahmstorf *et al.*, 2007)
- Observations récentes du changement climatique (CO<sub>2</sub>, niveau marin) suivent le scénario A2 et s'éloignent de B2.
- Au 21<sup>ème</sup> siècle, le principal impact du changement climatique sur les niveaux marins extrêmes dans le Golfe du Lion = **vitesse de la hausse du niveau marin moyen** et non pas une recrudescence des tempêtes.