

# Modélisation des interactions marée - houle - surcote dans les Pertuis Charentais (Golfe de Gascogne)

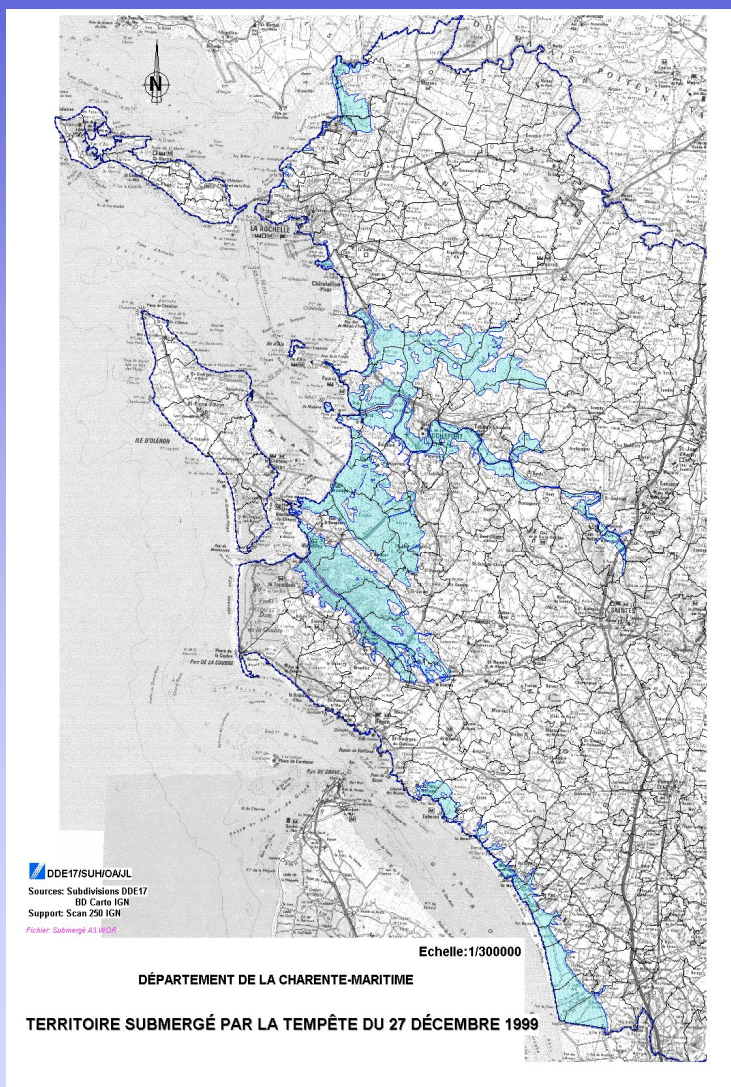


22 novembre 2006

NICOLLE Amandine  
KARPYTCHEV Mikhail

# Contexte

## Tempête de décembre 1999

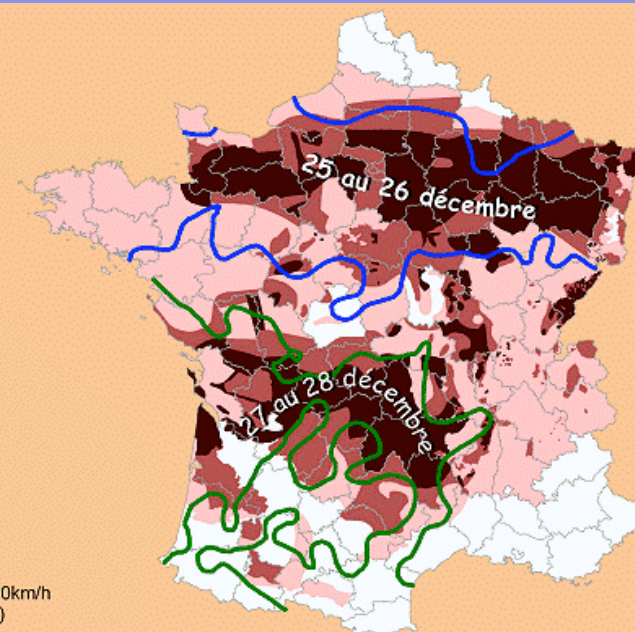


### Estimation des dégâts après les tempêtes de décembre 1999

Carte réalisée par  
l'Inventaire Forestier National (IFN),  
pour le compte de la  
Direction de l'Espace Rural et  
de la Forêt (DERF),  
présentant les zonages de dégâts  
forestiers fournis par les Services  
Régionaux de la Forêt et du Bois  
(SRFB) pour les départements  
concernés.

- pas de dégâts
- dégâts diffus
- dégâts sévères
- dégâts massifs

~ limites des vents de 120km/h  
(source : météo-france)



pas de dégâts : dégâts inexistant ou non significatifs  
dégâts diffus : essentiellement destruction dispersée d'arbres isolés ou de petits groupes d'arbres (moins de 5 ares)  
dégâts sévères : présence significative de surfaces détruites de plus de 5 ares, mais rareté de destructions de plus de 4 ha d'un seul tenant  
dégâts massifs : présence significative de surfaces détruites de plus de 4 ha

## Objectifs

- Comment les surcotes se propagent-t-elles dans les Pertuis?
- Quels sont les mécanismes physiques responsables de la génération et de l'amplification des surcotes dans notre région?
- Comment prendre en compte les interactions entre les ondes de tempête, de marée, de la houle et du vent dans un modèle numérique?
- Peut-on reconstruire le signal de surcote lors de la tempête de décembre 1999?

# **Plan de la présentation**

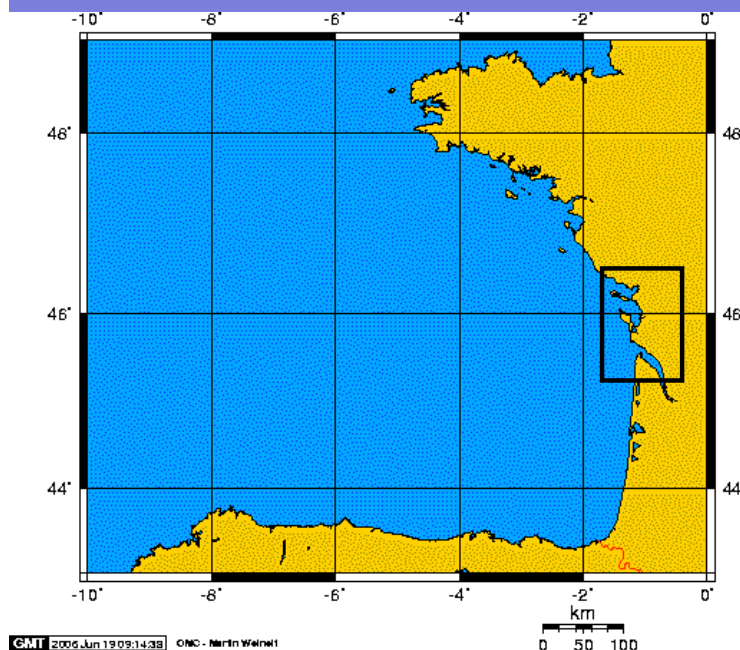
**Présentation du site d'étude**

**Modélisation numérique des marées**

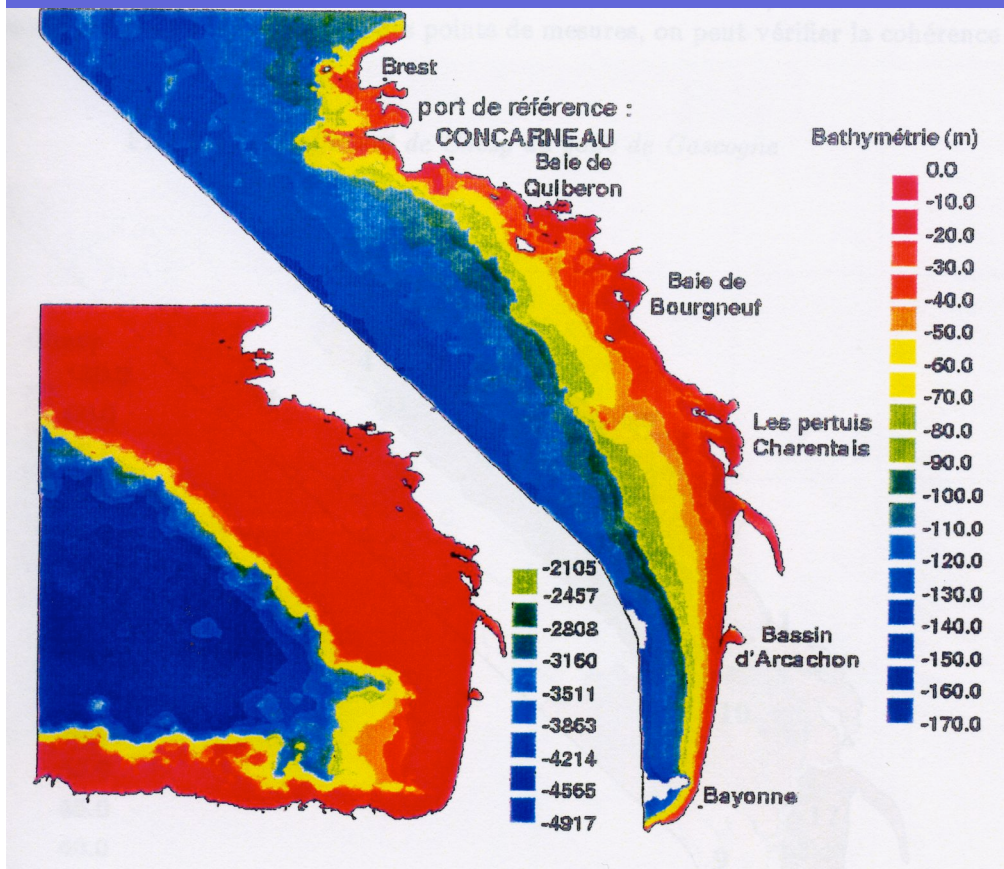
**Modélisation numérique des surcotes**

**Conclusions et perspectives**

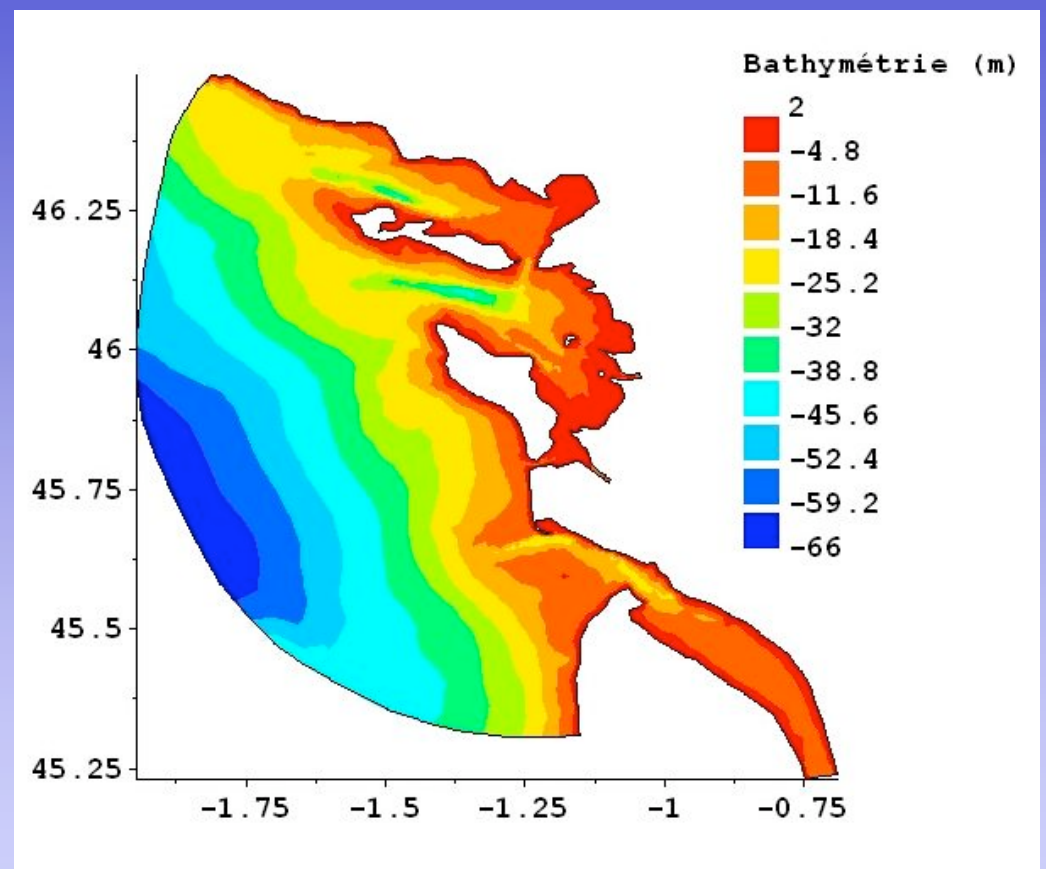
## Présentation de la zone d'étude



## Présentation de la zone d'étude



Source : SHOM



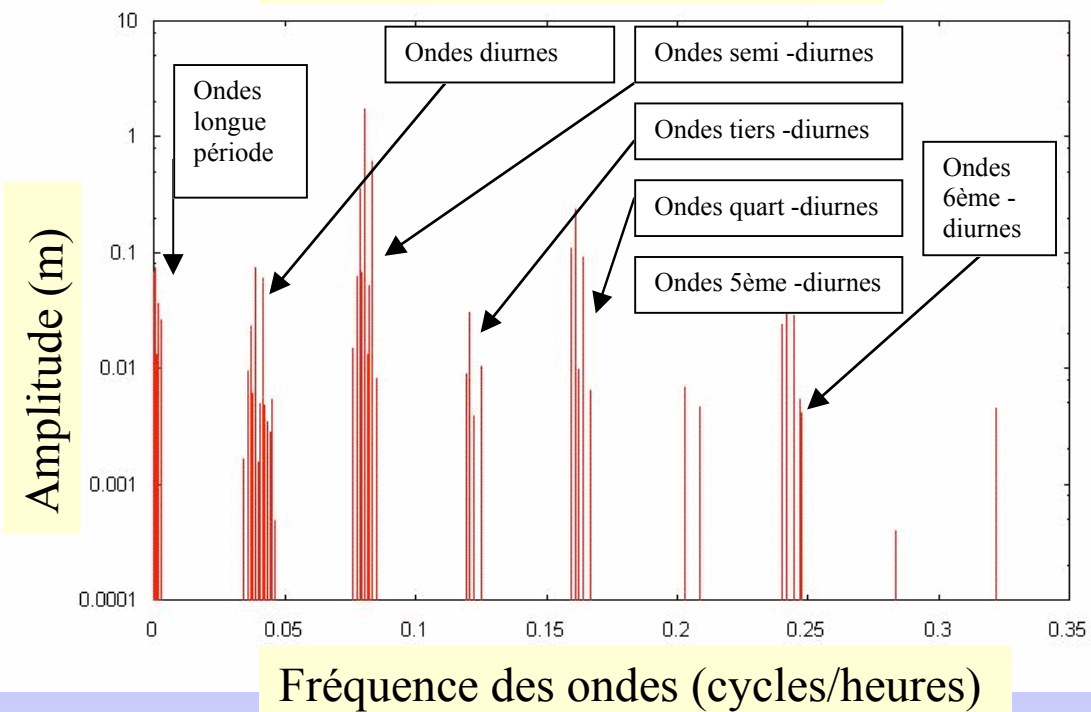
Mer peu profonde

2 fosses bathymétriques

Nombreux estrans

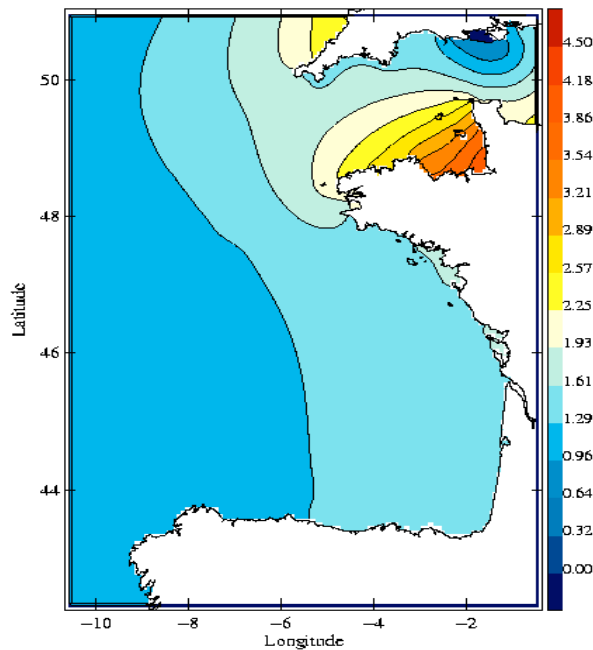
# Marée

Spectre de marée à La Pallice

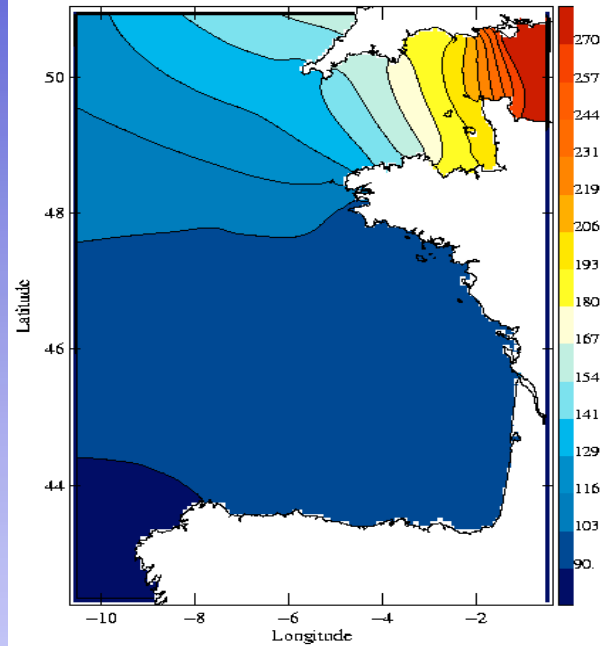


Marée semi-diurne

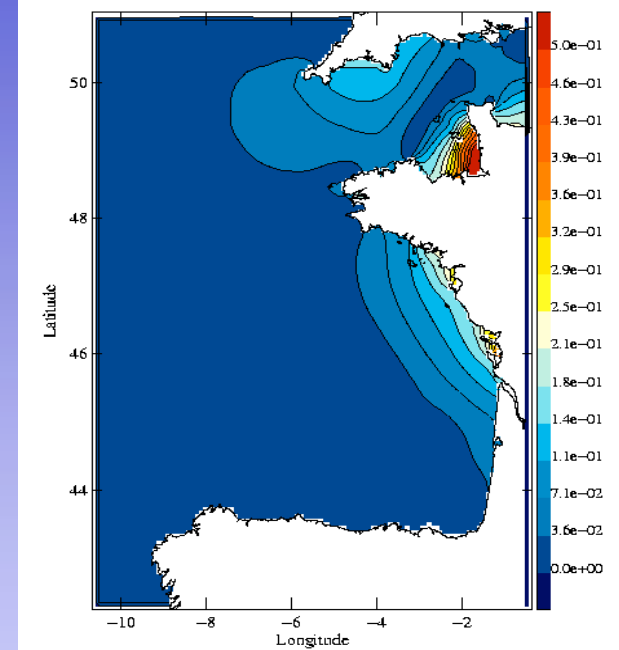
# Marée



Amplitude de l'onde M2 (m)



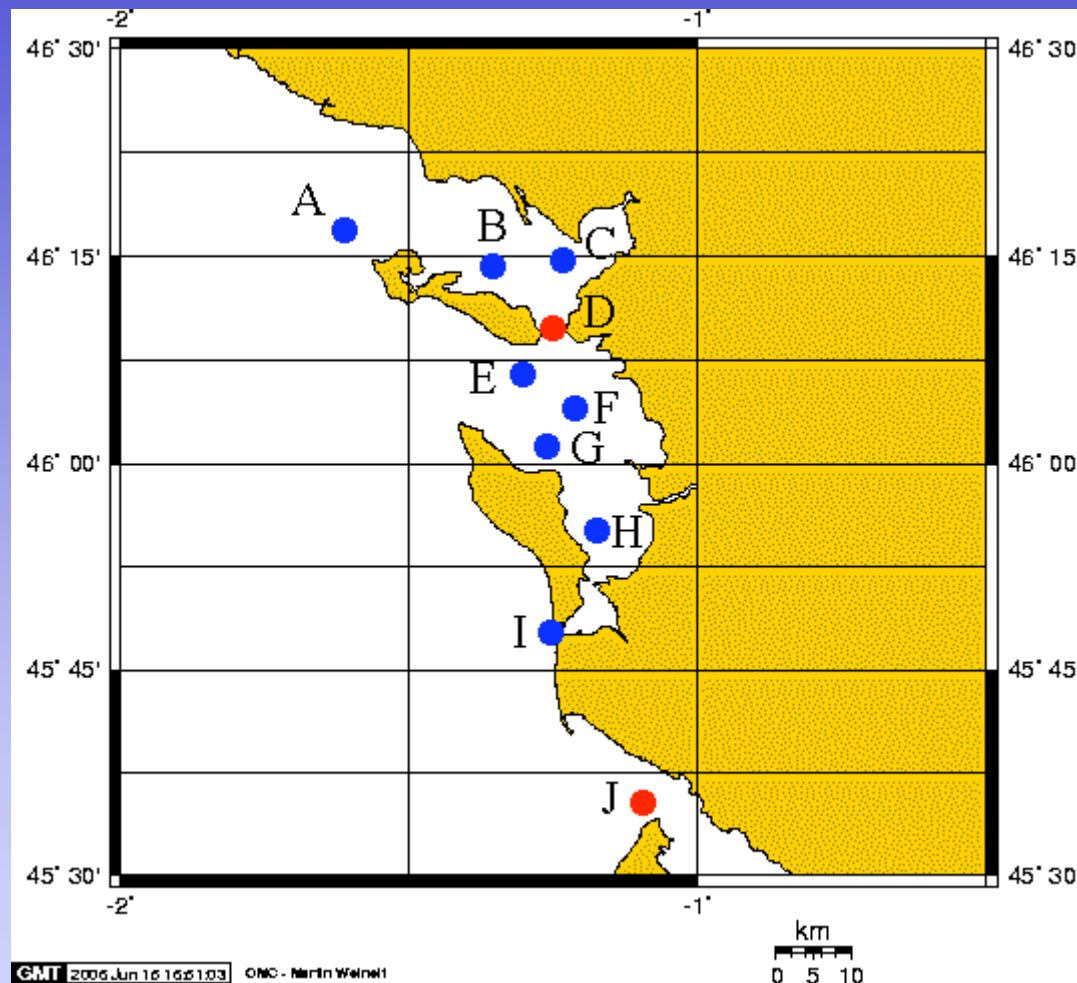
phase de l'onde M2 (deg)



Amplitude de l'onde M4 (m)

Source : partie tidale du modèle MOG2D (LEGOS)

## Marée

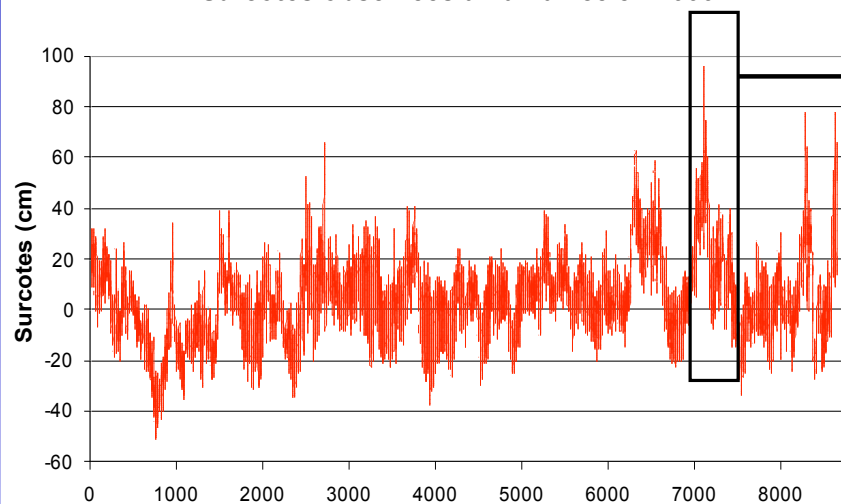


10 Sites d'observations marégraphiques : A = Baleineaux ; B = Saint Martin de Ré ; C = Aiguillon, D = La Pallice ; E = Balise ; F = Ile d'Aix ; G = Fort Boyard ; H = Chapus ; I = Pointe de Gatseau ; J = Verdon ; K = Sables d'Olonne

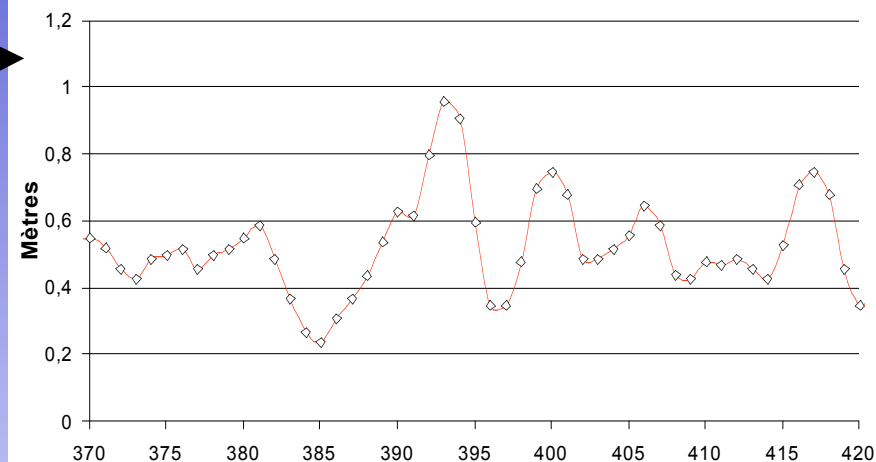
## Surcotes (observations à La Pallice)

Surcote = niveau marin observé - hauteur de marée

Surcotes observées à La Pallice en 1999

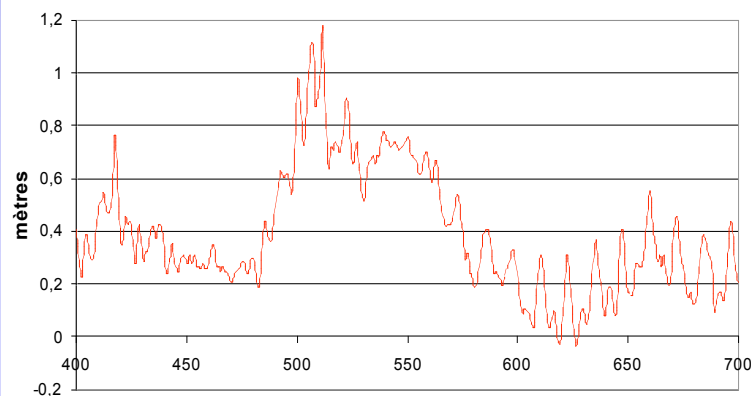


Surcote du 24/10/99 à La Pallice



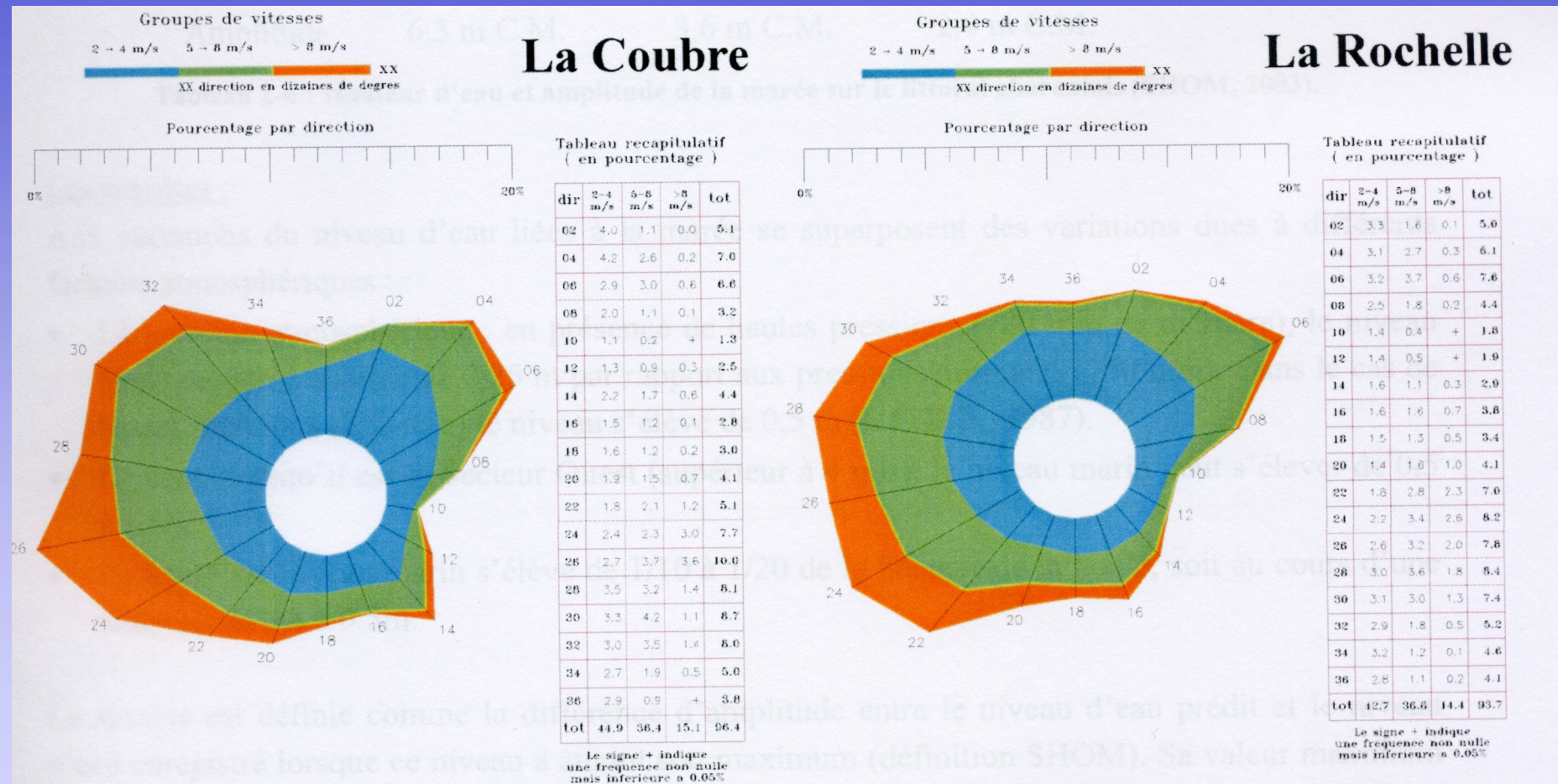
370 heures = 23/10/99 à 2h

Surcote à La Pallice (05/11/2000)



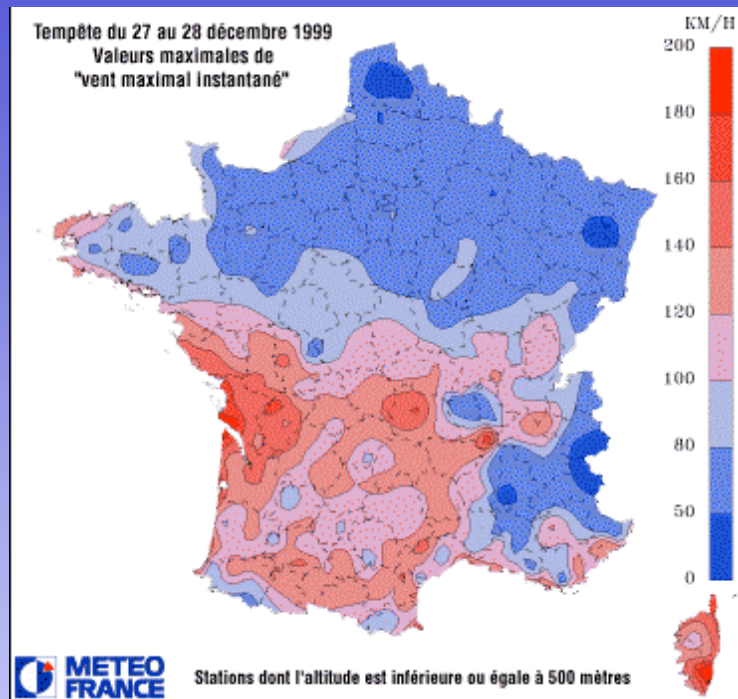
400 heures = 31/10/2000 à 16h

# Vent



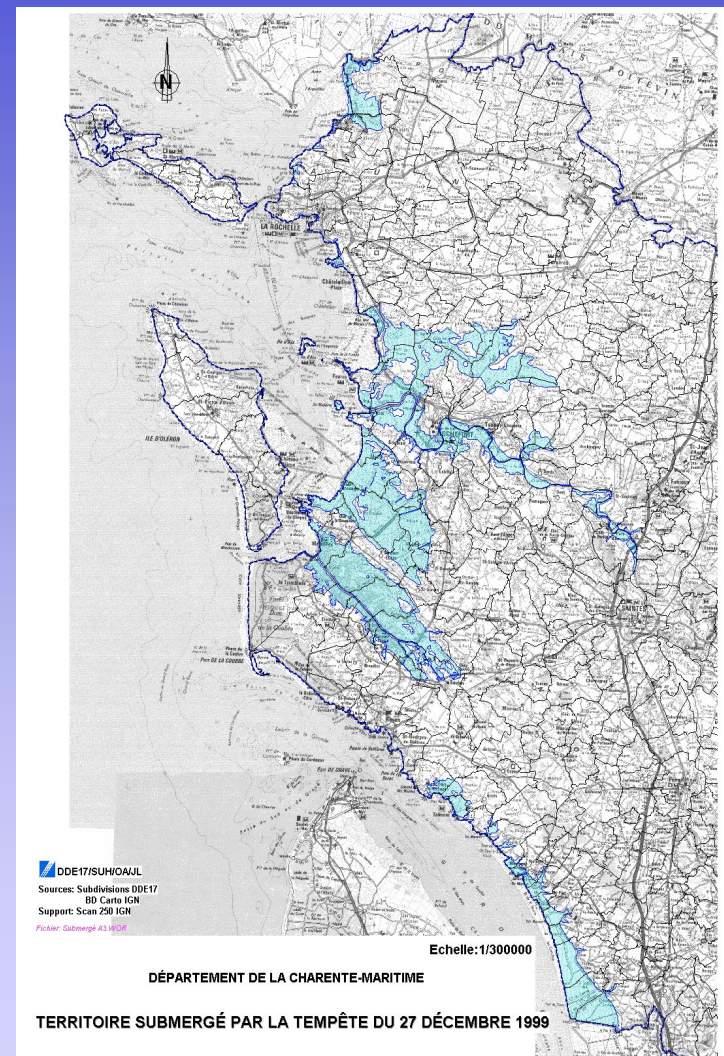
Source : METEOFRANCE (figures d'après N. Weber)

## Vent



VENT MAXIMAL mesuré aux stations suivantes  
( direction d'origine, vitesse en km/h, et heure légale )

|                        |               |     |                              |
|------------------------|---------------|-----|------------------------------|
| LA ROCHELLE            | Ouest         | 158 | 18h32 (hors service à 18h53) |
| CHATEAU d'OLÉRON       | Sud-Ouest     | 166 | 18h                          |
| ROYAN-MEDIS            | Ouest         | 194 | 19h15                        |
| St Germain de Lusignan | Ouest         | 133 | 19h                          |
| SAINTES                | Sud-Ouest     | 148 | 18h                          |
| St AGNANT              | Ouest         | 162 | 18h15                        |
| St Clément de Baleines | pas de donnée | 198 | 17h30 (heure estimée)        |
| St Denis d'Oléron      | Sud-Ouest     | 198 | 16h09 (puis hors service)    |



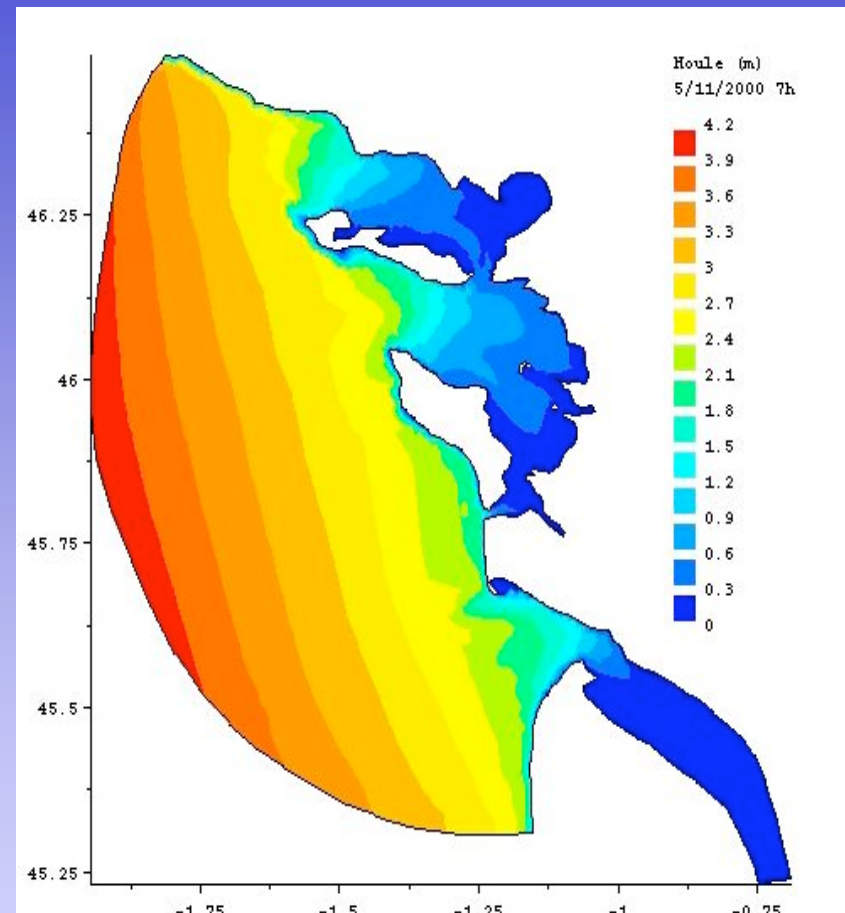
Tempête décembre 1999 : 160 km/h à La Pallice

## Houle

Hauteur significative  $> 10$  m

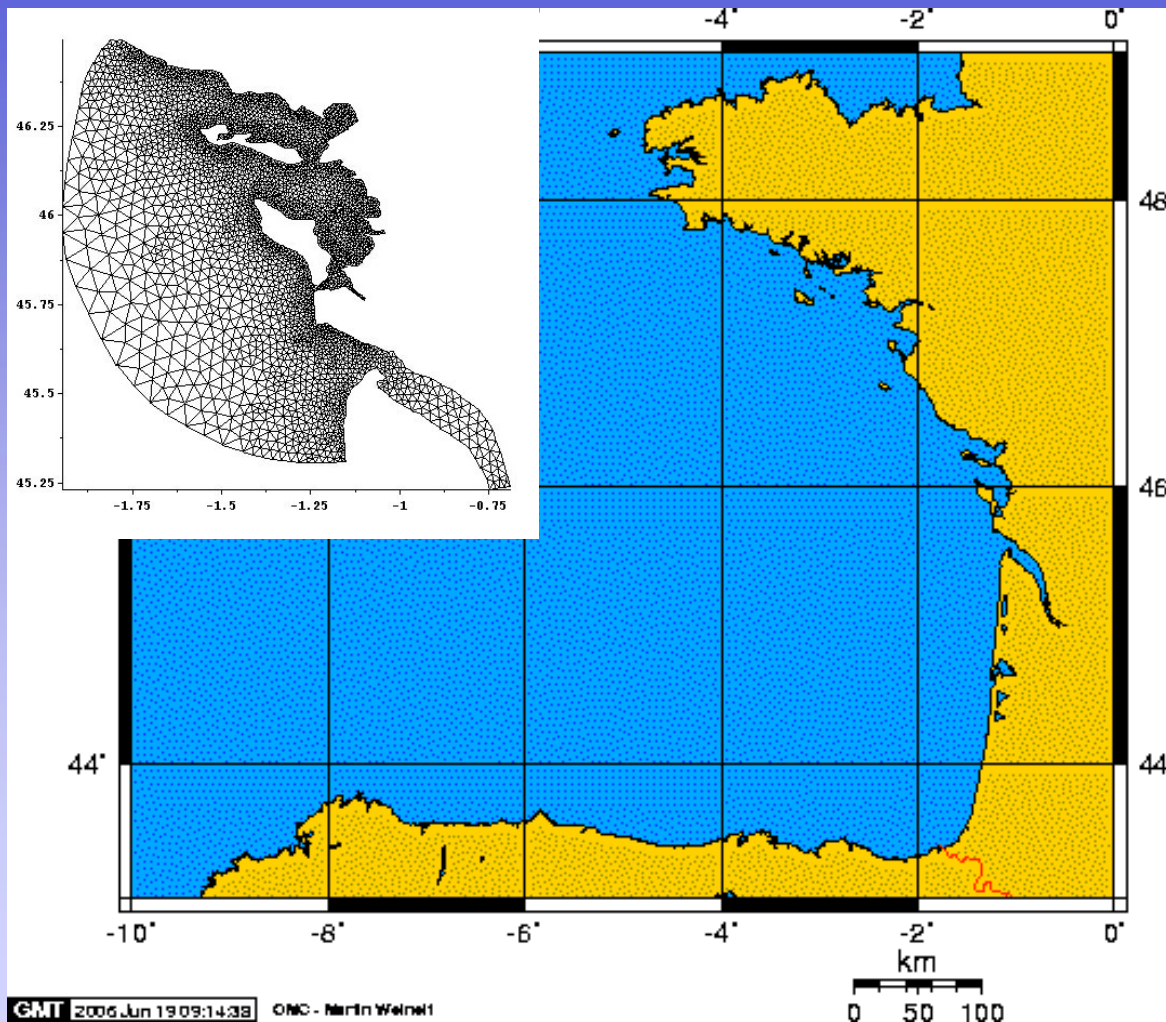
Période de pic : 8 à 13 s

direction dominante : O / NO



Hauteur significative issue du modèle numérique d'état de la mer (5/11/2000)

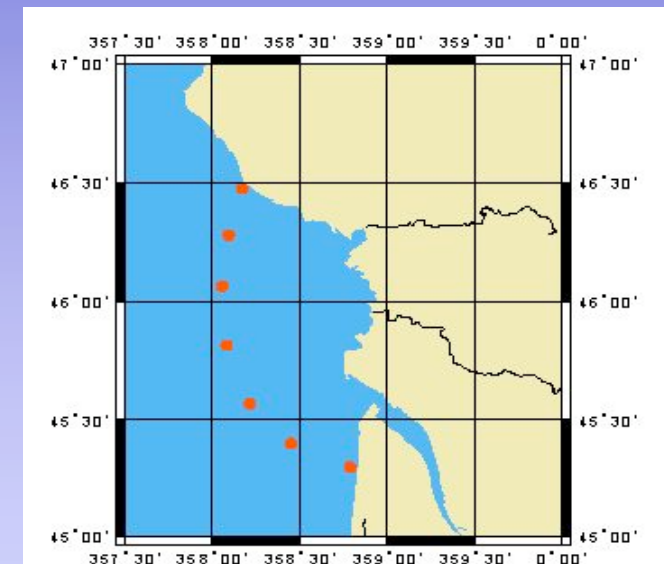
## Présentation du modèle



Modèle barotrope de marée

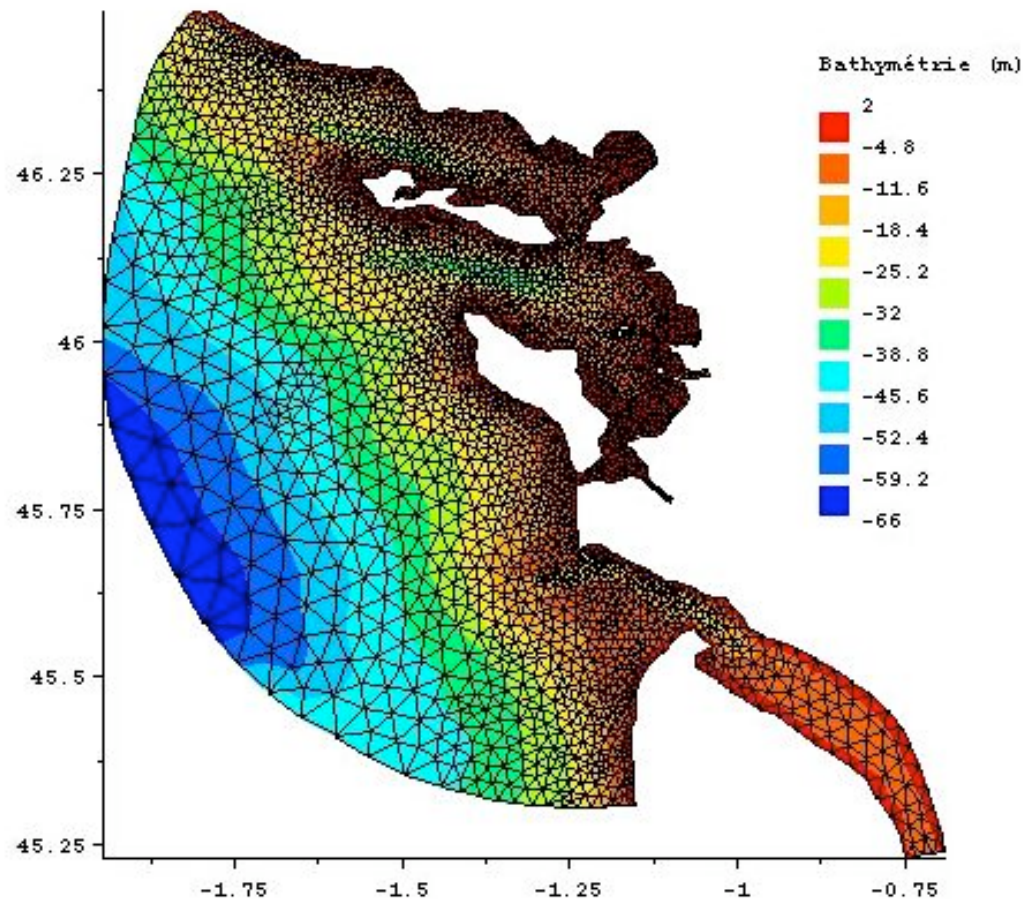
Equations de Saint Venant

Logiciel TELEMAC développé par le LNHE



Conditions limites : 10 constituants  
tidaux principaux donnés par le  
SHOM : M2, S2, N2, K2, L2, NU2,  
O1, K1, M4, SA.

## Présentation du modèle



Maillage utilisé : 3457  
nœuds

largeur des mailles :

- large : 3 km

- côtes : 100 m

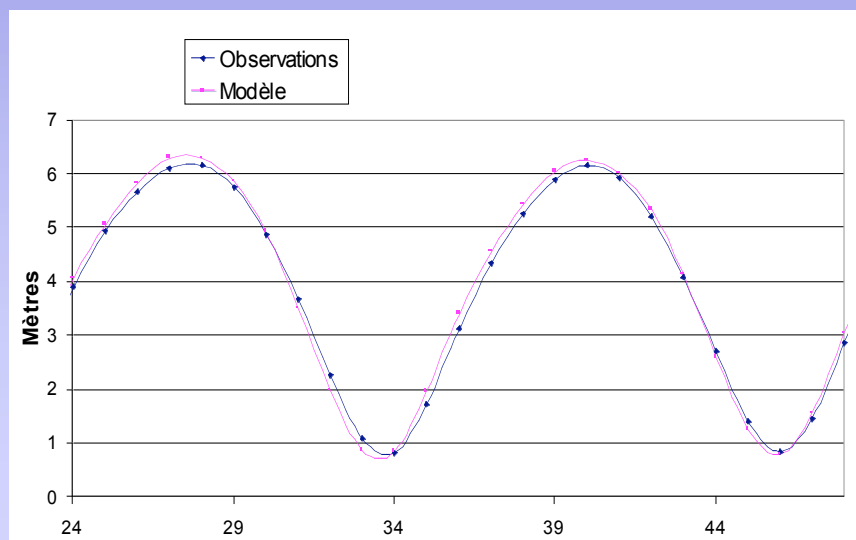
*Tests de résolution :*

jusqu'à 9312 nœuds

précision (erreur max sur  
amplitude) = **0.1 cm**

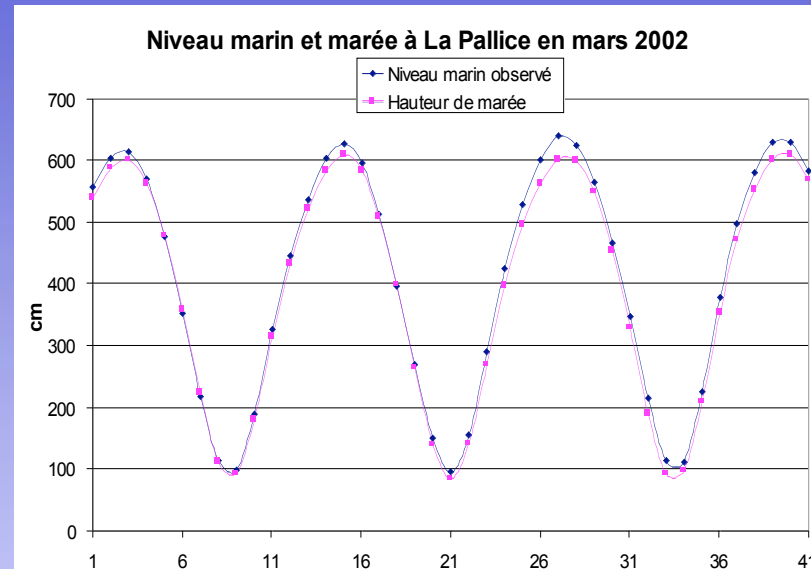
## Validation du modèle

| <i>Onde</i> | Ecart type moyen en<br>amplitude (cm) | Ecart type moyen en<br>phase (deg) |
|-------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| O1          | 0.22                                  | 5.0                                |
| K1          | 0.24                                  | 3.2                                |
| N2          | 0.97                                  | 3.2                                |
| <b>M2</b>   | <b>2.34</b>                           | <b>5.6</b>                         |
| S2          | 2.01                                  | 3.5                                |
| M4          | 0.77                                  | 12.6                               |



## Principe de la modélisation des surcotes

Surcote = niveau marin observé - hauteur de marée



Niveau de la mer

Etat de la mer

TELEMAC

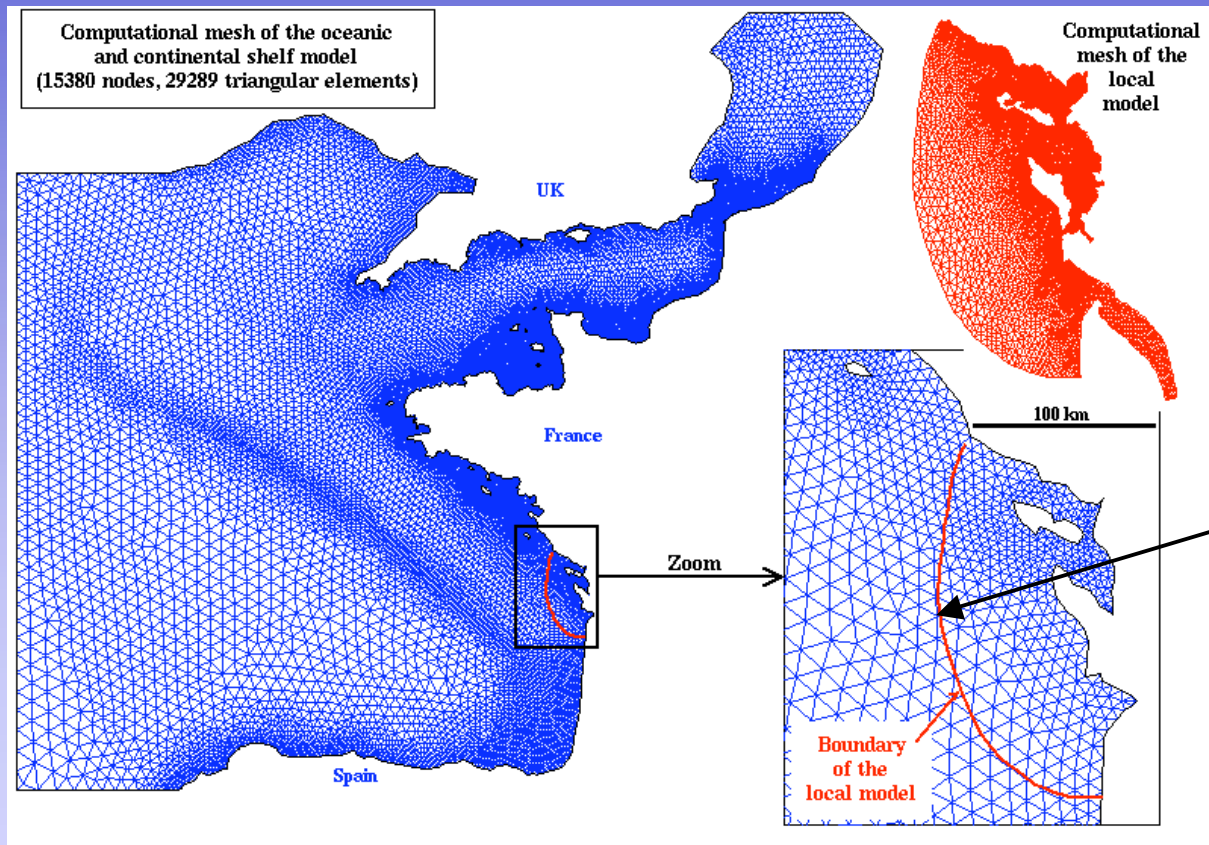
+

TOMAWAC

=

SURCOTE

## Modèle d'état de la mer

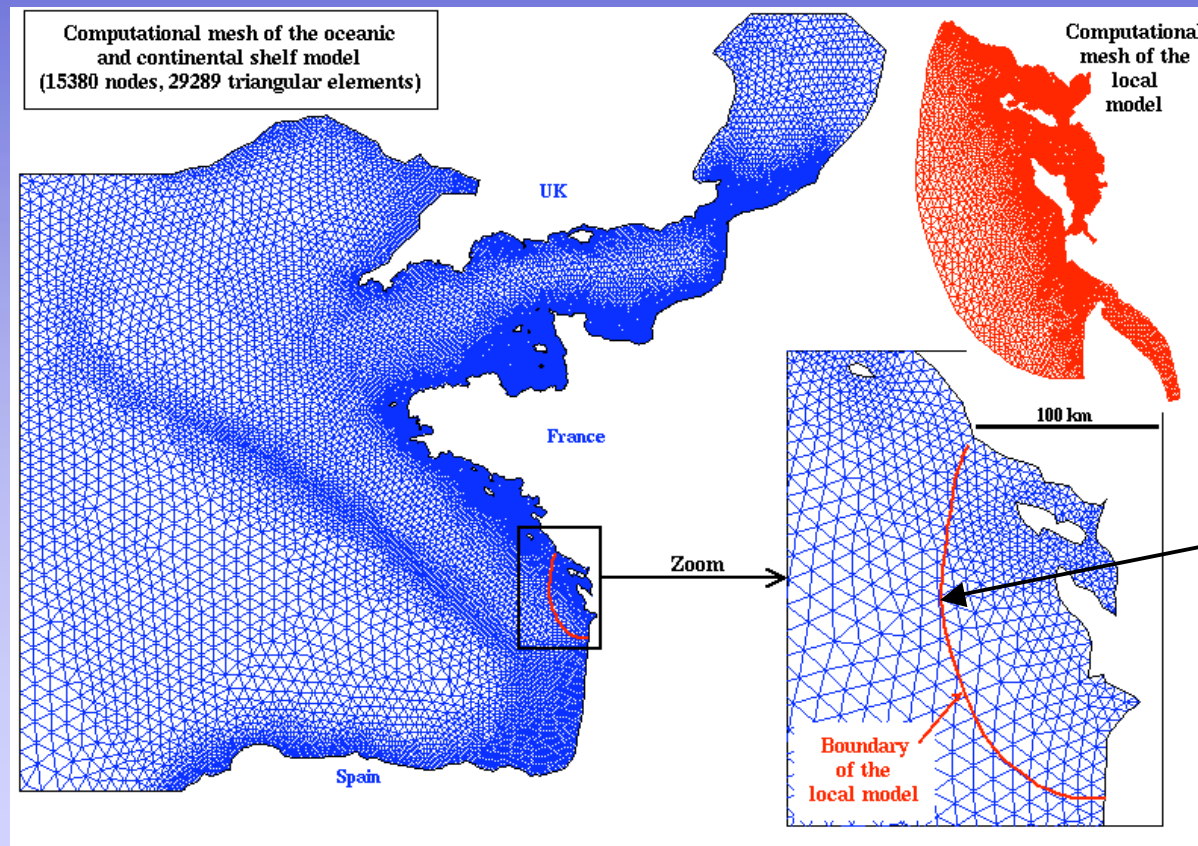


Logiciel TOMAWAC

Equation d'évolution de la densité spectro-angulaire de la houle

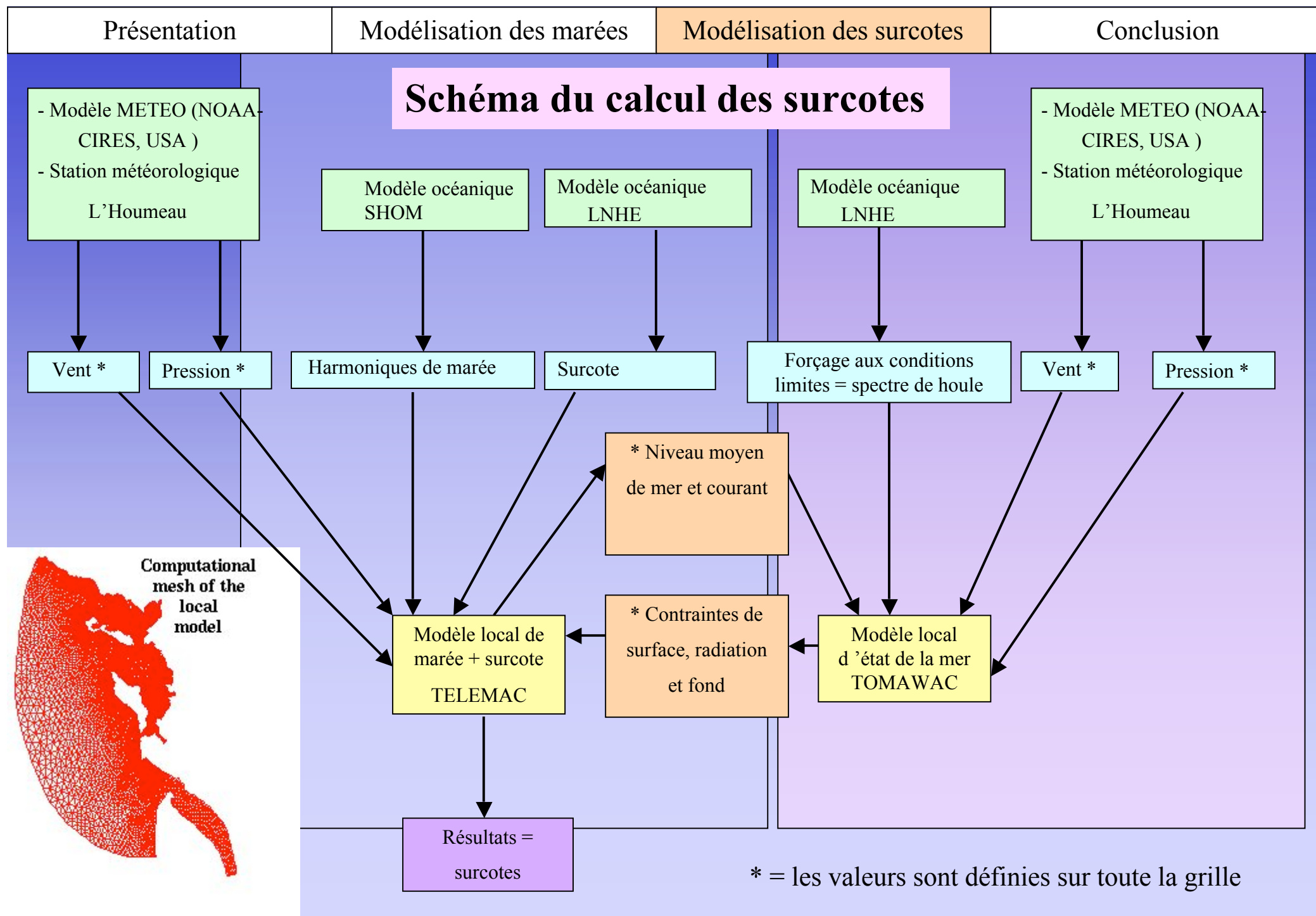
Forçage par le spectre de houle venant du large

## Modèle de niveau de la mer



Logiciel TELEMAC

Forçage par la hauteur de marée et de surcote venant du large



## Interactions avec la houle

### Contrainte de surface :

I formule empirique :

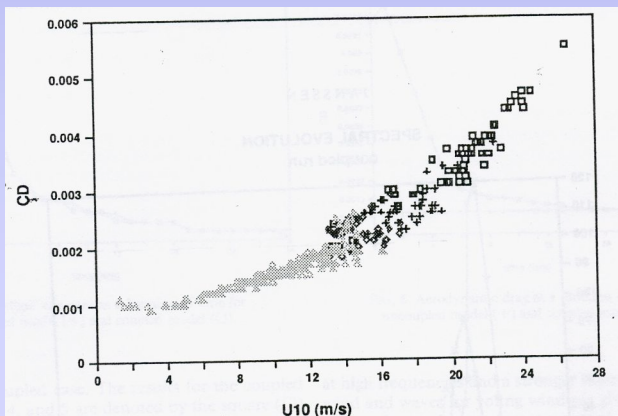
$$\tau_s = \rho_a * C_d * U_{10} * \dot{U}_{10}$$

$$C_d = C_d(U_{10})$$

(ex : Smith et Banke, 1975)

II Théorie de Janssen (1991)

$$\tau_s = \tau_w + \tau_t$$



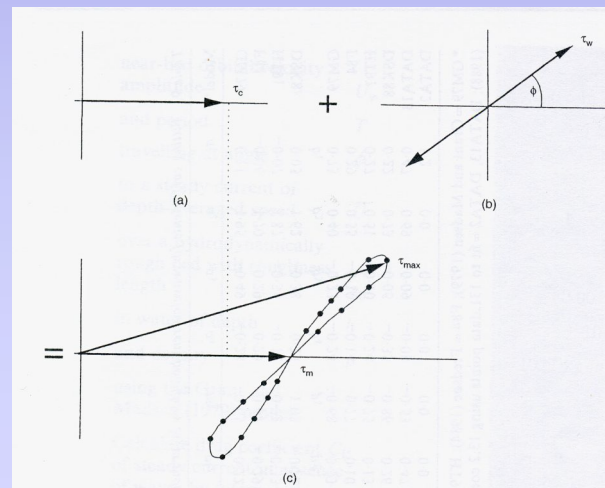
### Contrainte sur le fond :

I formule classique :

$$\tau_b = \tau_{cb}$$

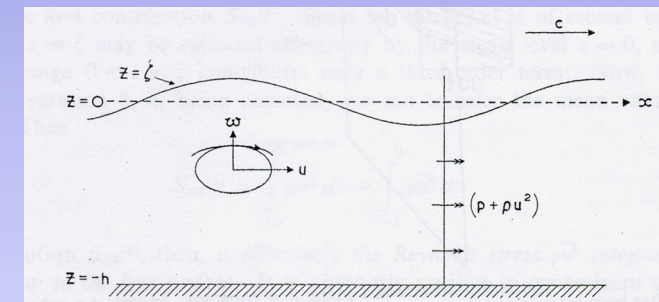
II Théorie de Christoffersen et Jonsson, 1985

$$\tau_b = \tau_{cb} + \tau_{wb}$$



### Contrainte de radiation :

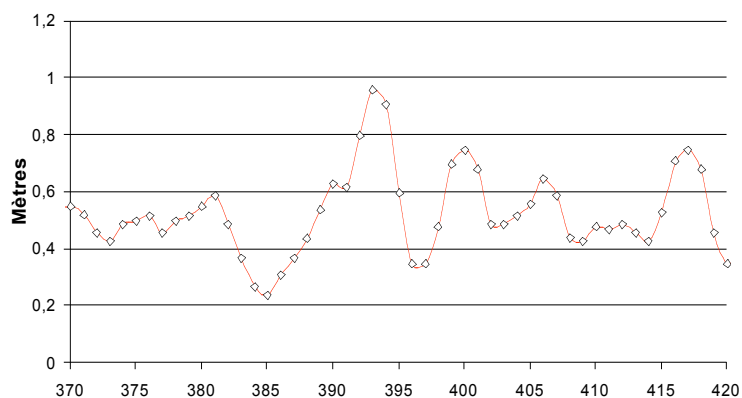
excès de quantité de mouvement dû à la présence de la houle (Longuet-Higgins, Stewart, 1964)



## Tempêtes simulées

Octobre 1999

Surcote du 24/10/99 à La Pallice



370 heures = 23/10/99 à 2h

Octobre 1999 :

Marée = VE ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 0.7 m

Vent : WNW ; 18 m/s

Novembre 2000

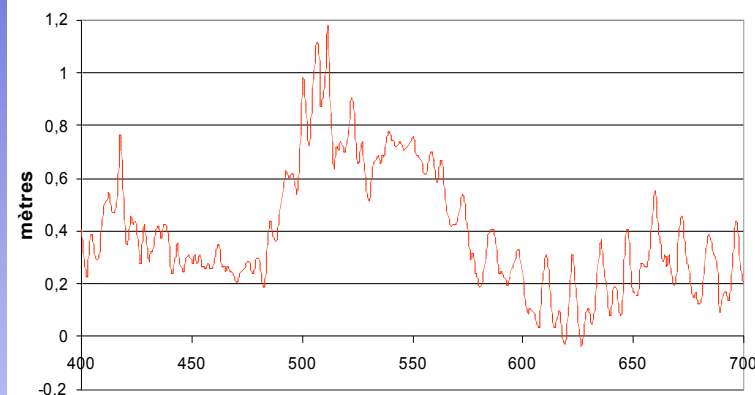
Novembre 2000 :

Marée : revif ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 0.6 m

Vent : SE ; 17 m/s

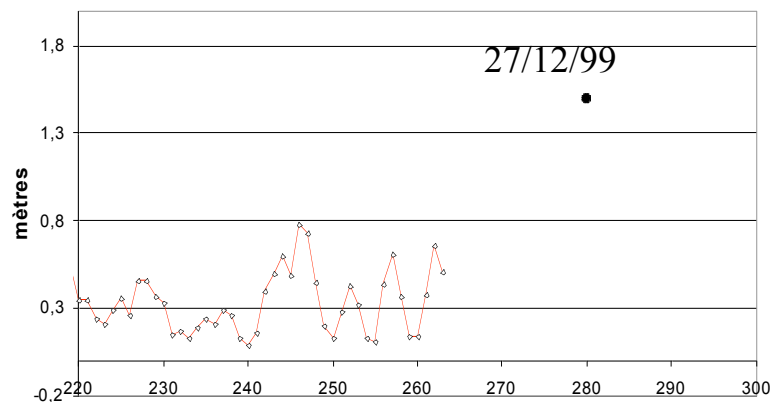
Surcote à La Pallice (05/11/2000)



400 heures = 31/10/2000 à 16h

Décembre 1999

Surcote à La Pallice (décembre 1999)



220 heures = 25/12/1999 à 4h

Décembre 1999 :

Marée = fin déchet ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 1,5 m

Vent : W ; 33 m/s

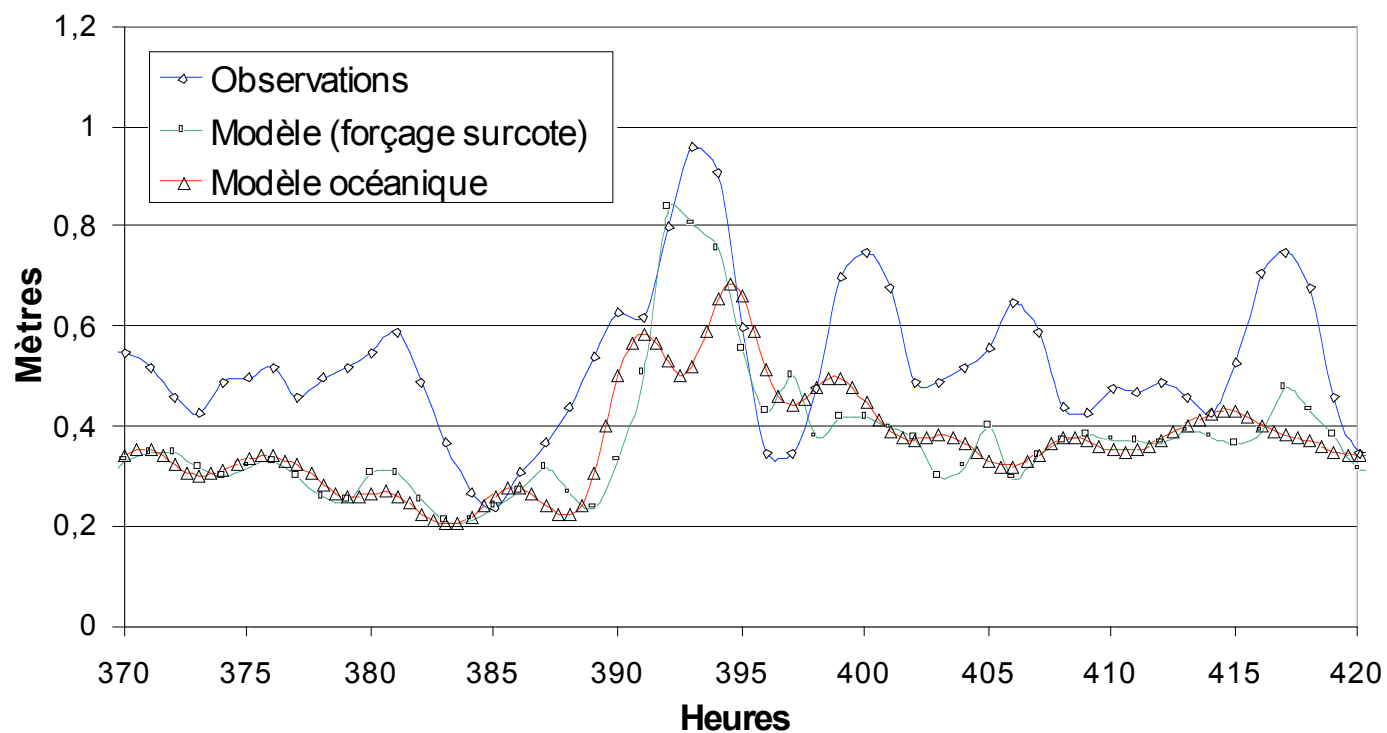
***Objectif : comprendre les effets de***

- 1) impact de l'onde de surcote venue du large
- 2) action du vent au dessus des Pertuis sans interactions avec la houle
- 3) Apport des interactions avec la houle
  - contrainte de surface
  - contrainte sur le fond
  - contrainte de radiation

## Résultats

Forçage surcote sans couplage avec houle et vent

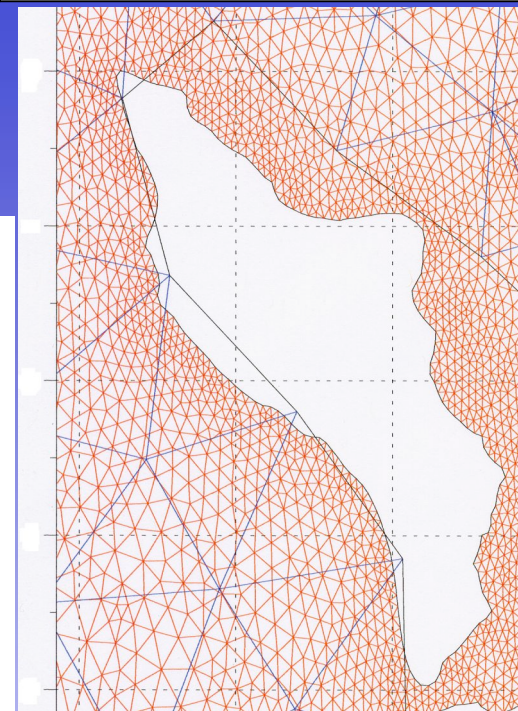
### Surcote du 24/10/99 à La Pallice



370 heures = 23/10/99 à 2h

Modèle océanique : sous-estimation de 30 cm

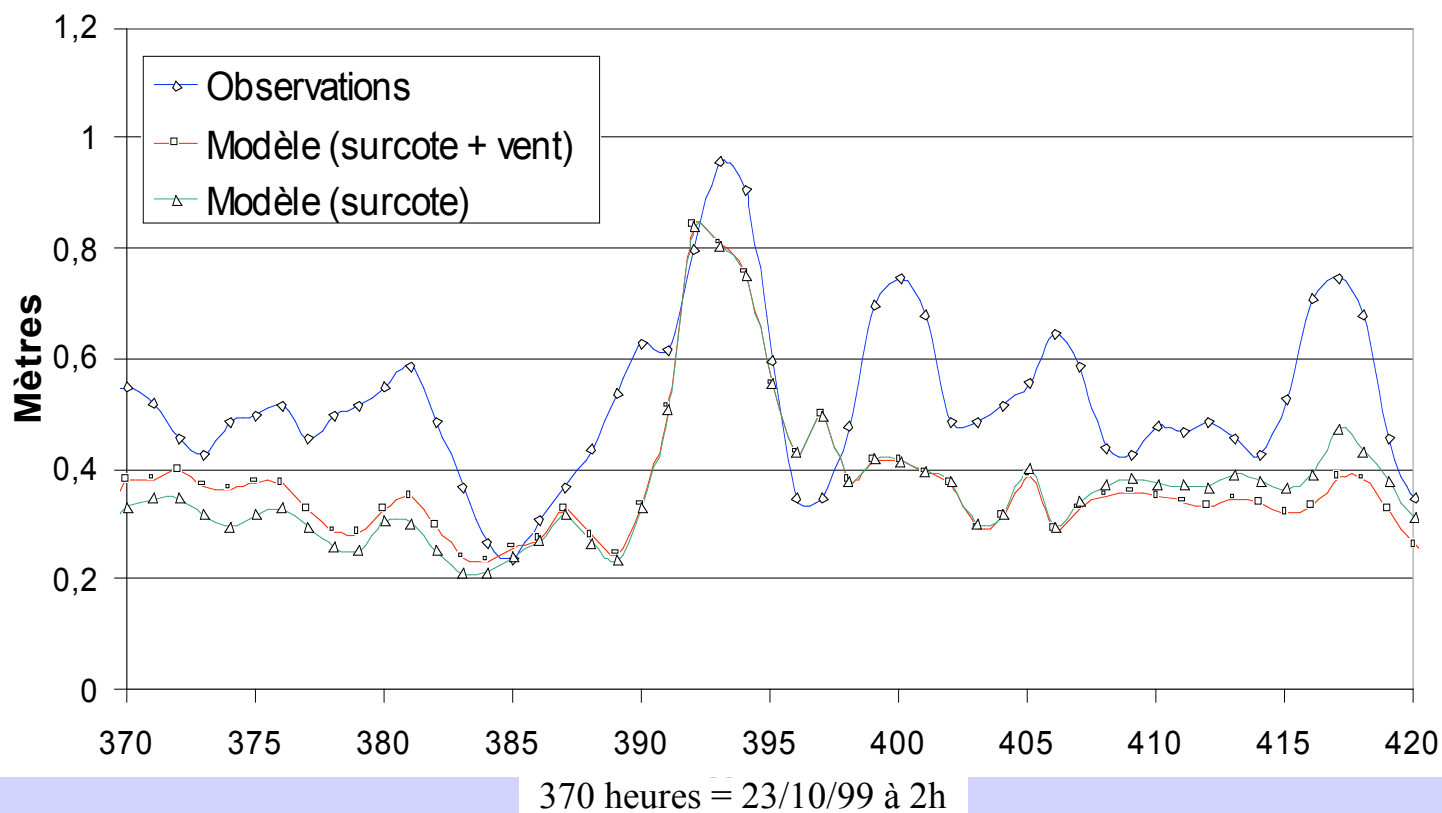
Modèle local : sous-estimation de 15 cm



## Résultats

Forçage surcote + vent + pression sans interactions avec la houle :

### Surcote à La Pallice (octobre 1999)



Formule empirique pour la contrainte de surface non adaptée pour modéliser l'impact du vent

**Résultats = tempête d'octobre 1999**

Marée = VE ; mi-flot

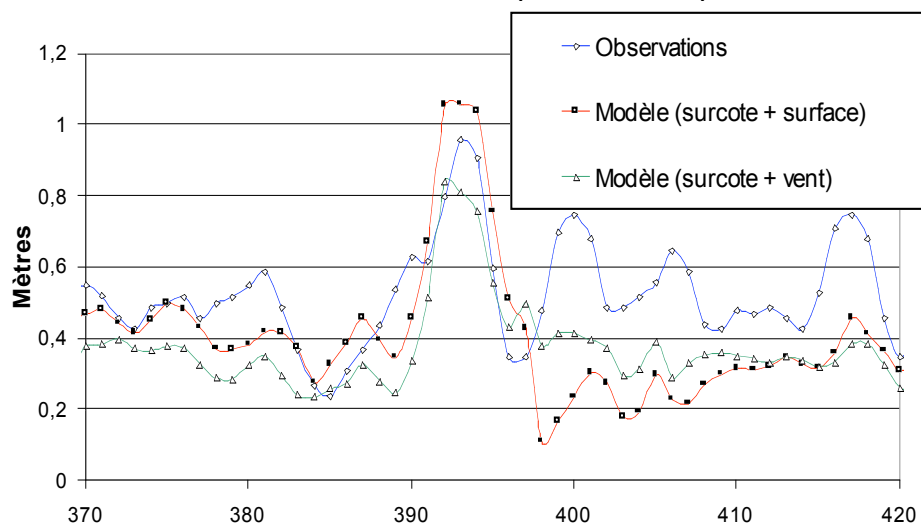
Houle : SW ; HS = 0.7 m

Vent : WNW ; 18 m/s

Contrainte de surface :

Contrainte sur le fond :

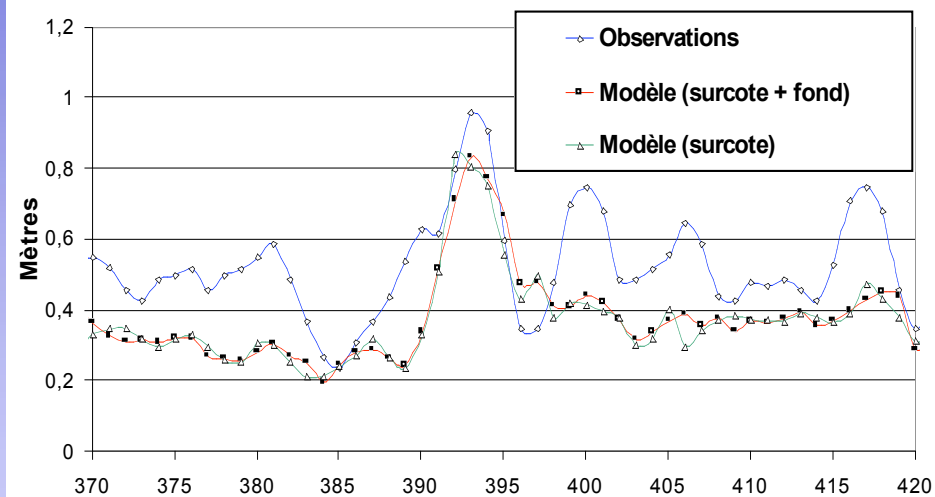
Surcote à La Pallice (octobre 1999)



370 heures = 23/10/99 à 2h

Pic sur-estimé de 6 cm  
forme aplatie

Surcote à La Pallice (octobre 1999)



370 heures = 23/10/99 à 2h

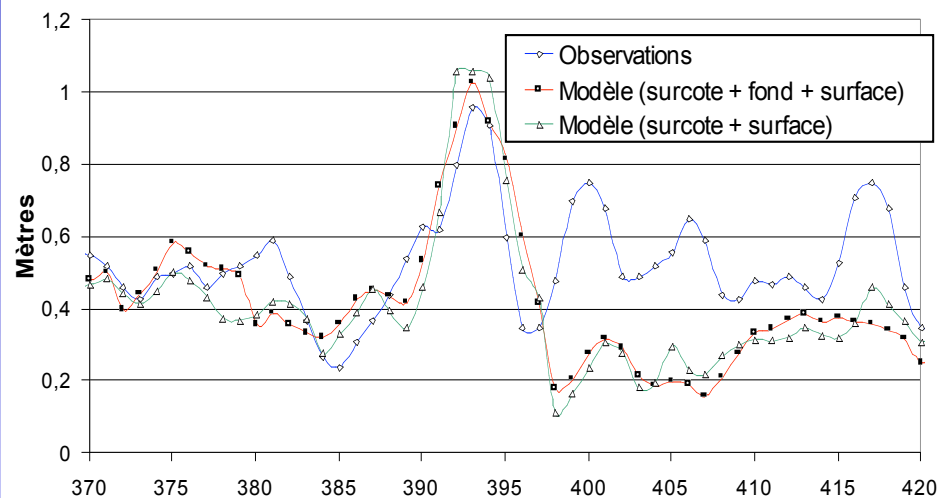
Pic sous-estimé de 15 cm  
meilleure forme

**Résultats = tempête d'octobre 1999**

Contraintes de surface et sur le fond :

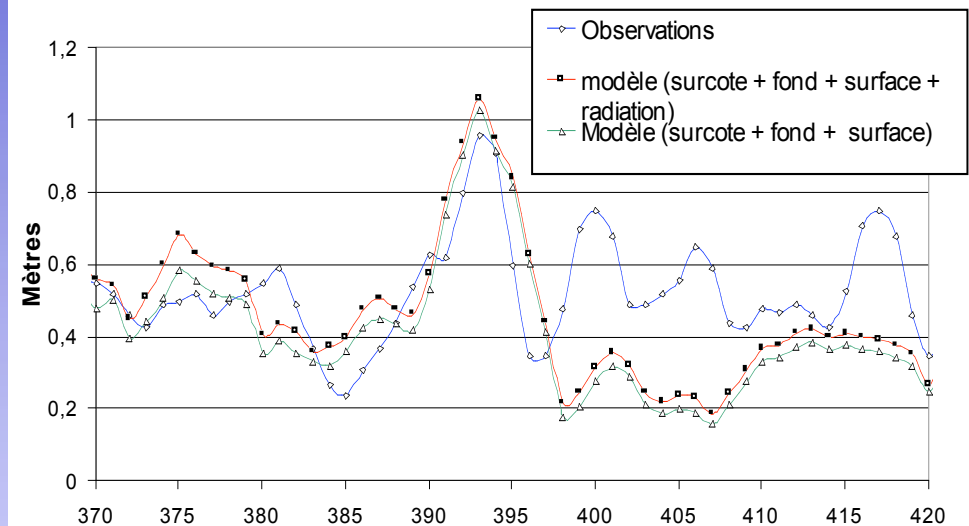
Association des 3 contraintes :

Surcote à La Pallice (octobre 1999)



370 heures = 23/10/99 à 2h

Surcote à La Pallice (octobre 1999)



370 heures = 23/10/99 à 2h

Interaction à travers les contraintes de surface et sur le fond = + de précision dans la modélisation du pic.

**Résultats = tempête de novembre 2000**

Contrainte de surface :

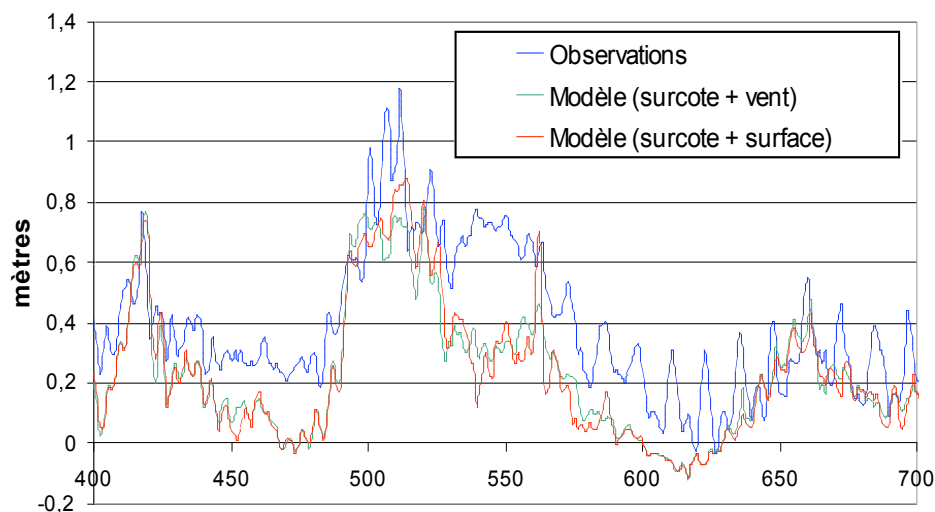
Marée : revif ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 0.6 m

Vent : SE ; 17 m/s

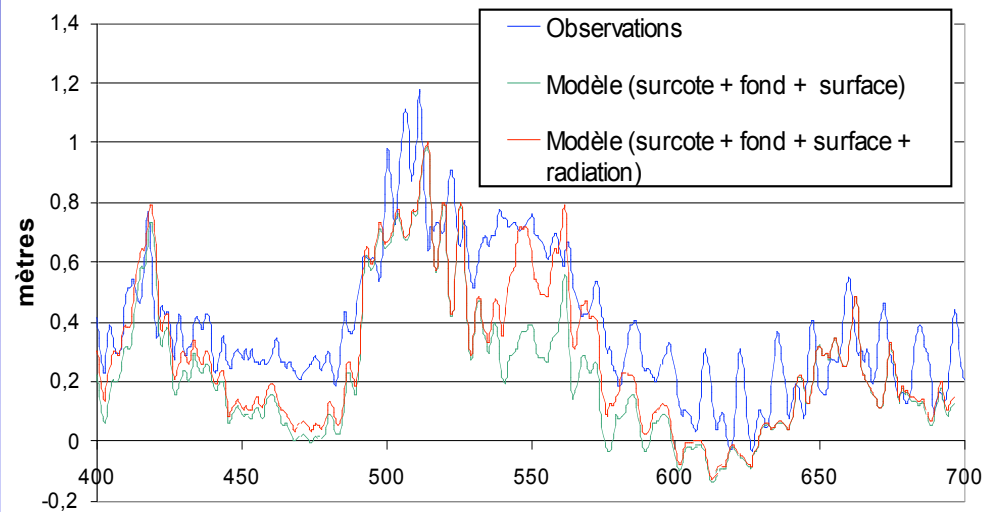
Association des 3 contraintes :

Surcote à La Pallice (5 novembre 2000)



400 heures = 31/10/2000 à 16h

Surcote à La Pallice (5 novembre 2000)



400 heures = 31/10/2000 à 16h

Pic de 80 cm = bien prédit

Pic de 1m20 = sous-estimé

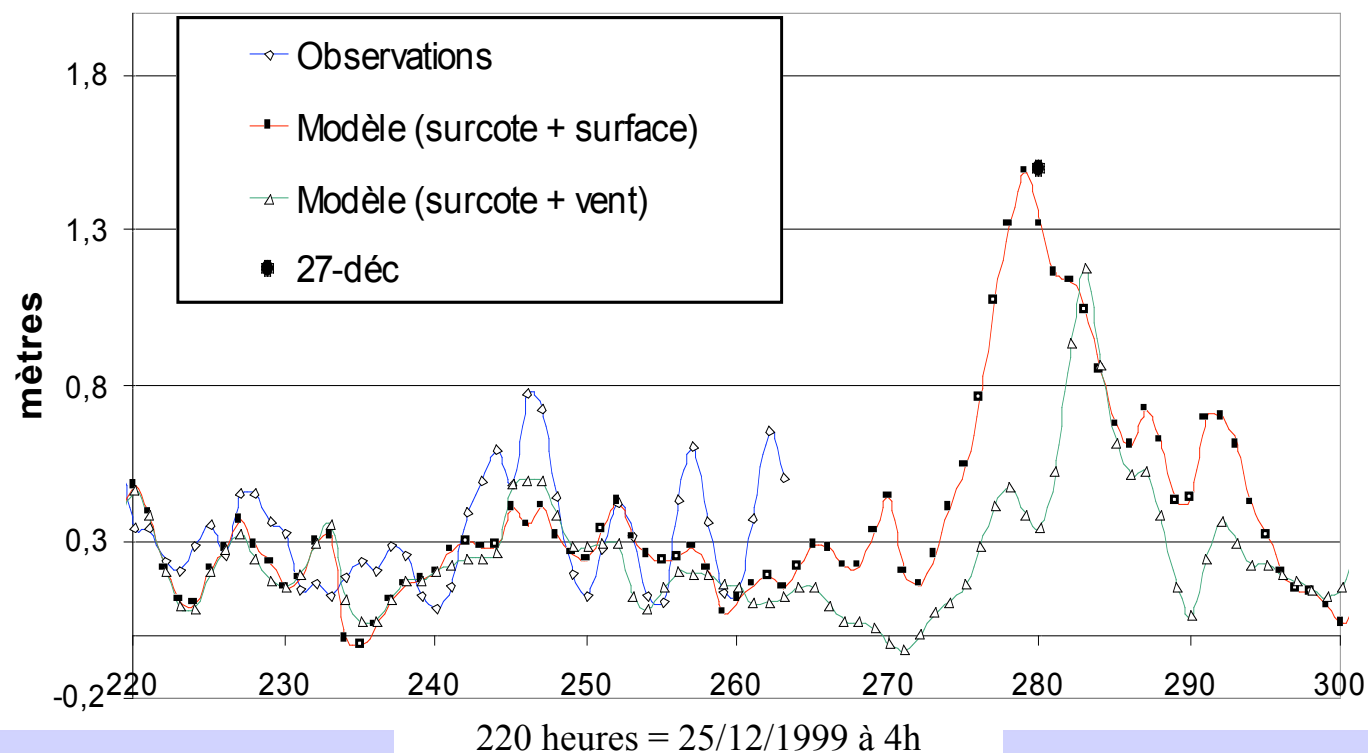
surcotes observées de 20-30 cm entre les 2 pics non prédites

**Résultats = tempête de décembre 1999**

Marée = Fin de déchet ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 1 m

Vent : W ; 33 m/s

**Surcote à La Pallice (décembre 1999)**

Pic d '1 m 50 = contrainte de surface indispensable.

## Conclusion

- 1) Modèle de haute résolution est nécessaire
- 2) Impact des champs de vent et de pression atmosphérique au dessus des Pertuis négligeable si le couplage avec la houle n 'est pas pris en compte
- 3) Méthodologie des simulations des surcotes appliquée à notre région est fiable.
- 4) Prise en compte des phénomènes d 'interactions entre houle et marée dans un modèle à haute résolution est indispensable pour une prédiction précise des surcotes dans les Pertuis.

Merci pour votre attention

