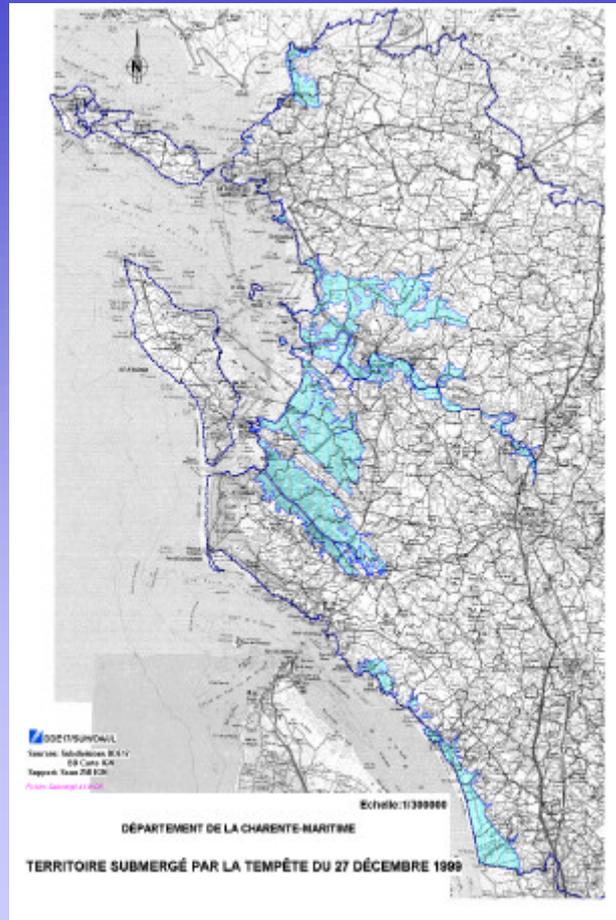


Interaction des marées et des tempêtes sur le littoral charentais : modélisation des surcotes



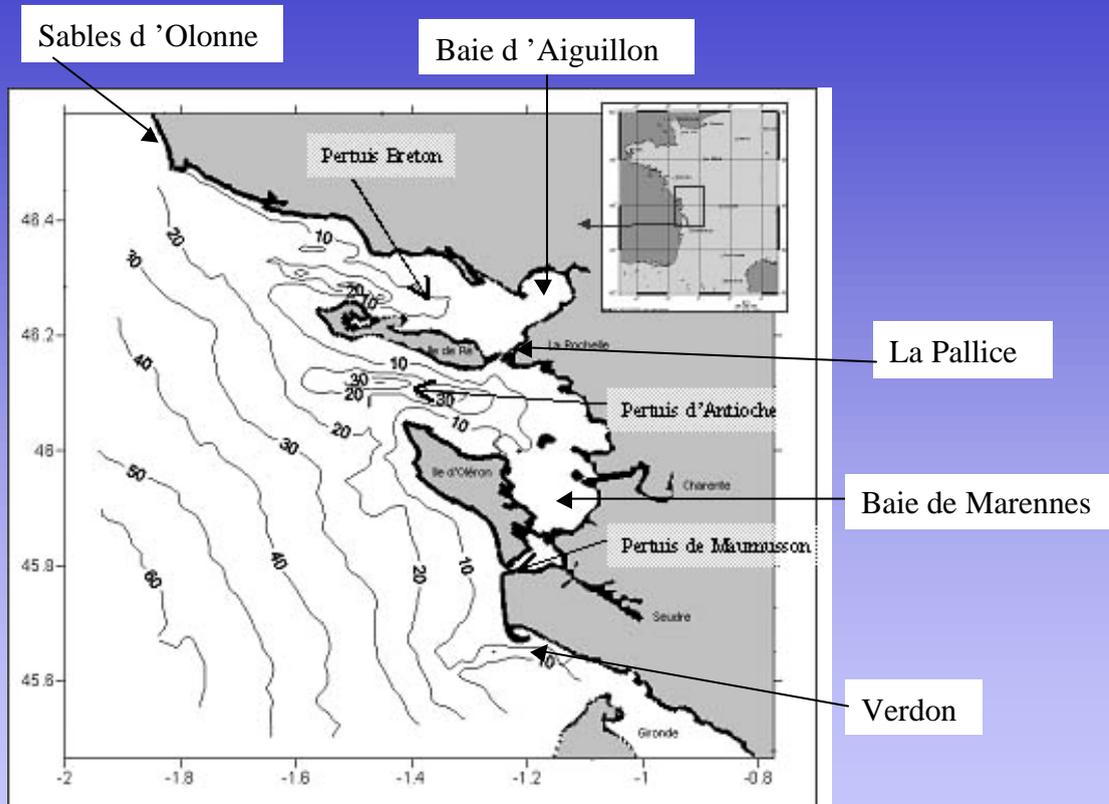
NICOLLE Amandine

KARPYTCHEV Mikhail



18 avril 2006

LES PERTUIS CHARENTAIS



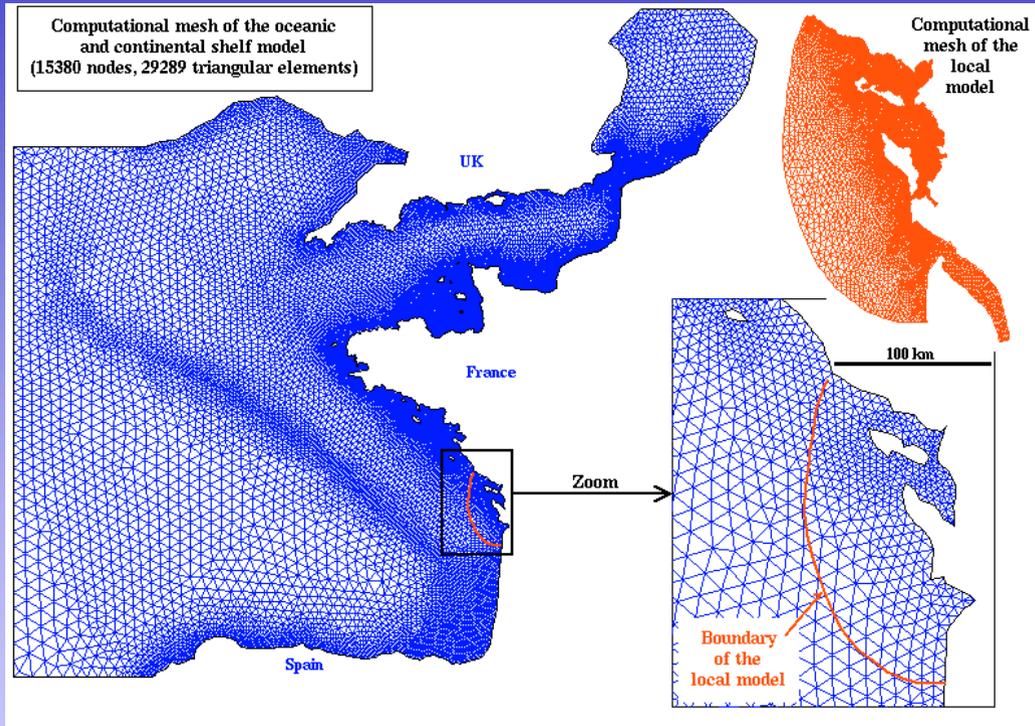
Estrans : baie de Marennes et d'Aiguillon

Marée semi-diurne : onde dominante = M2

Marnage : 4 mètres en moyenne

Houle dominante : direction W et NW

Modélisation : maillage



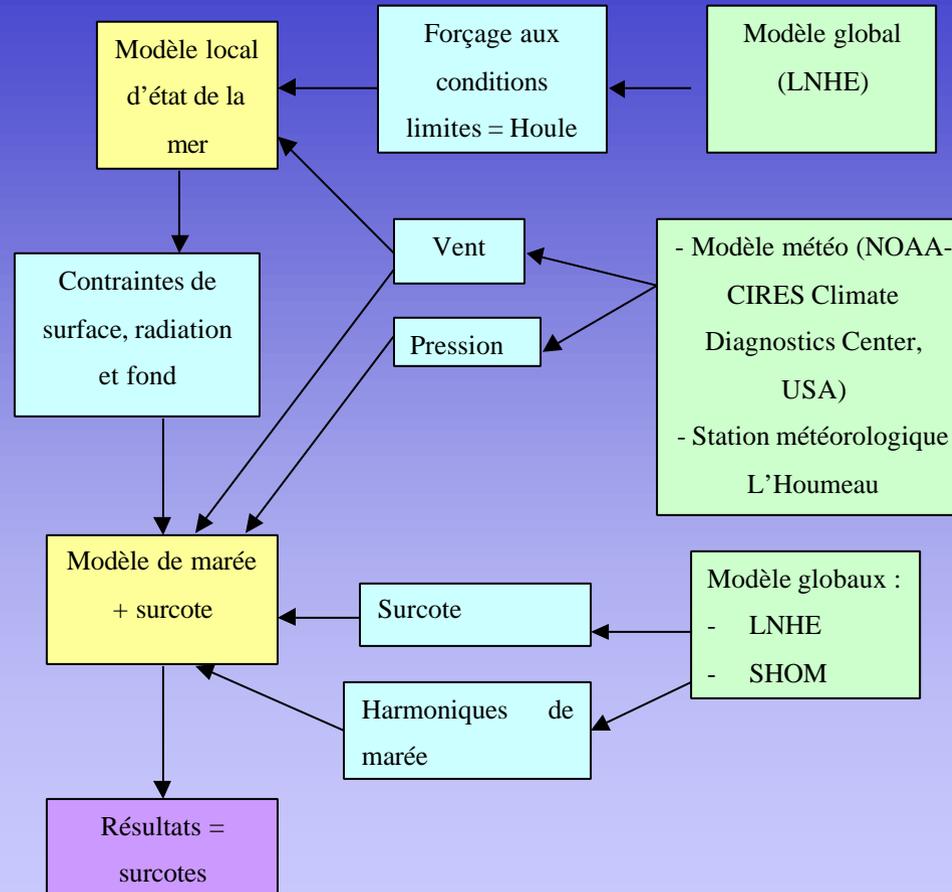
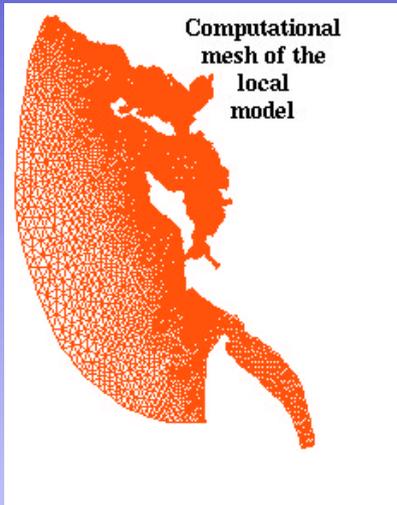
Modèle à large échelle du plateau continental développé par le LNHE d'EDF

Modèle local = 3457 nœuds

largeur des mailles : 5 km au large et 200 m près des côtes

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

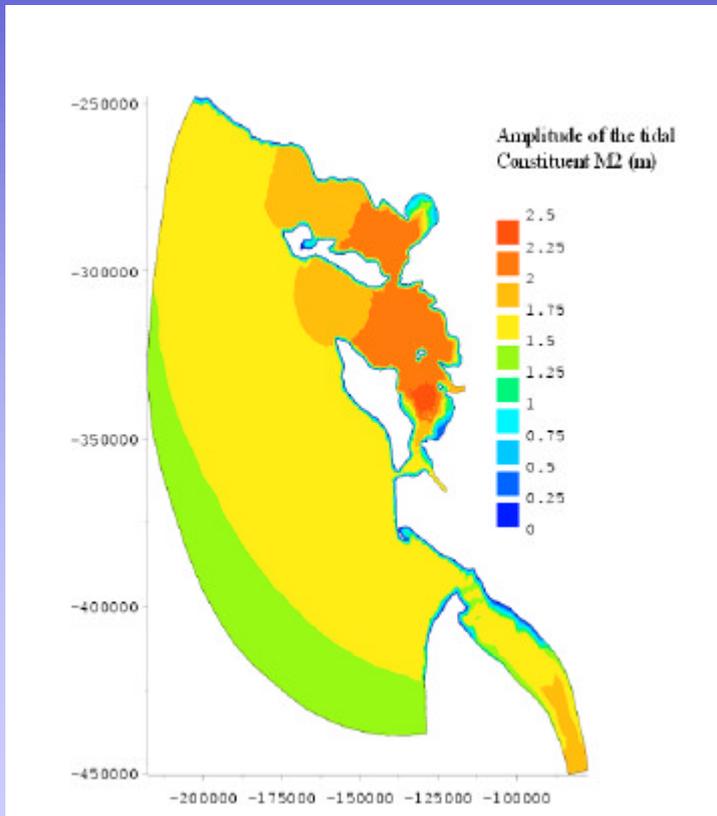
Modélisation : méthode



Modélisation : modèle tidal

TELEMAC 2DH

$$\mathbf{r} \left(\frac{\partial \vec{U}}{\partial t} + \vec{U} \nabla \vec{U} + f \vec{U} \right) = \mathbf{r} \left(-g \nabla h + \left(\frac{C_f}{H} * \sqrt{u^2 + v^2} \right) \vec{U} + \mathbf{u} \nabla \vec{U} \right)$$



U = vitesse

Cf = coefficient quadratique de frottement sur le fond = 0.006

f = paramètre de Coriolis

g = constante gravitationnelle

H = hauteur d'eau

? = surface libre

? = densité de l'eau

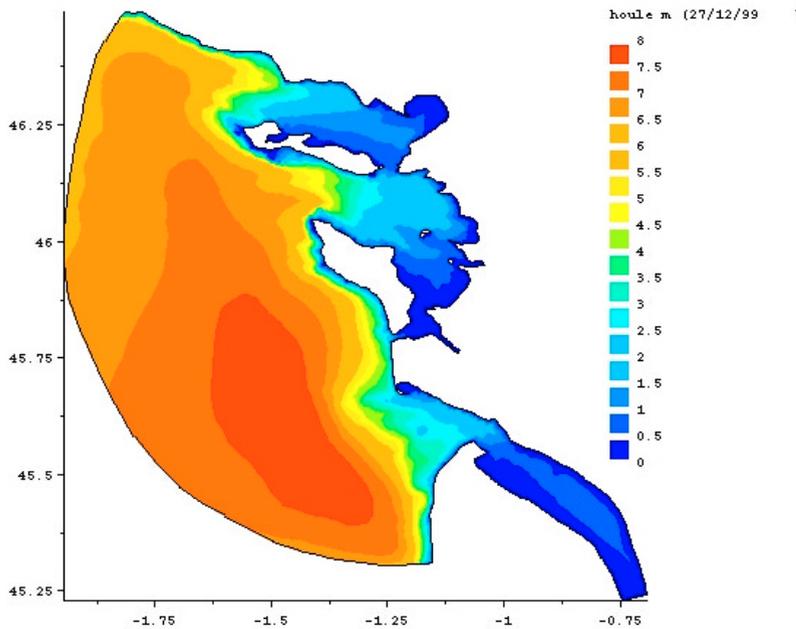
? = coefficient de viscosité turbulente

Modélisation : modèle de houle

TOMAWAC

$$\frac{\partial(B.\ddot{F})}{\partial t} + C_x \frac{\partial(B.\ddot{F})}{\partial x} + C_y \frac{\partial(B.\ddot{F})}{\partial y} + C_\theta \frac{\partial(B.\ddot{F})}{\partial \theta} + C_{fr} \frac{\partial(B.\ddot{F})}{\partial fr} = B.Q$$

$$\text{with: } F(f, \theta) = \frac{C_g}{C_g + \bar{U}.k/k} \ddot{F}(fr, \theta)$$



F = spectre d'onde

fr = fréquence

t = temps

B = coefficient = $c.c_g/2\pi s^2$

x,y = coordonnées spatiales

c = vitesse de phase

? = direction de propagation

c_g = vitesse de groupe

s = pulsation

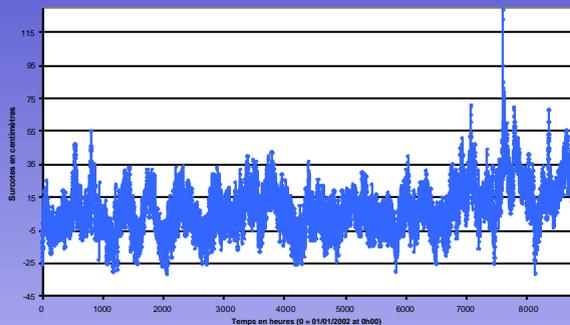
Surcotes : observations (année 2002)

Surcote = niveau marin observé - prédictions SHOM

Données SONEL

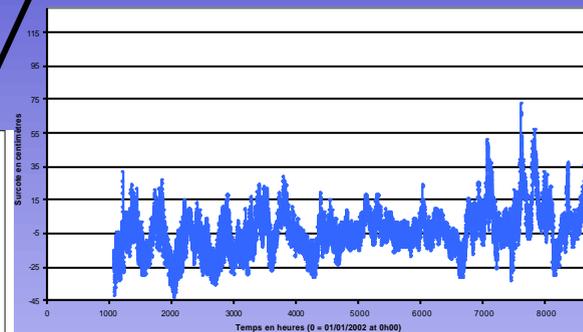
La Pallice :- 0.31 m et + 1.29 m

Surcotes observées à La Pallice en 2002



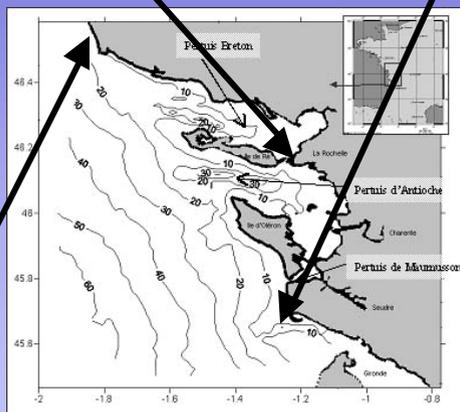
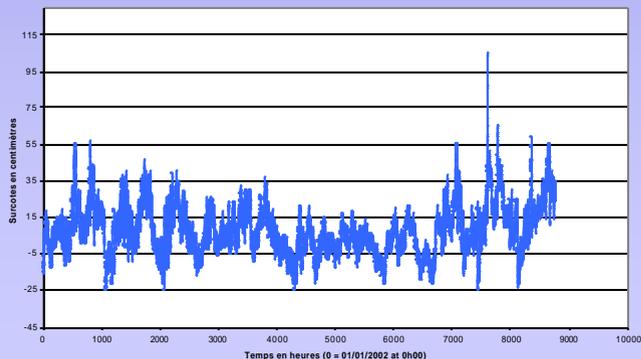
Verdon : - 0.43 m et + 0.73 m

Surcotes observées à Verdon en 2002



Sables d'Olonne :- 0.25 m et + 1.05 m

Surcotes observées aux Sables d'Olonne en 2002



Surcotes + fortes à La Pallice

Verdon : + de décotes

Modélisation : modèle de surcote

Ajout au modèle tidal de 2 termes sources :

Pression :

$$S\vec{p} = \begin{pmatrix} Sx \\ Sy \end{pmatrix} = -\frac{1}{r} \text{grad}(Pa)$$

Pa = pression atmosphérique

ρ = masse volumique de l'eau

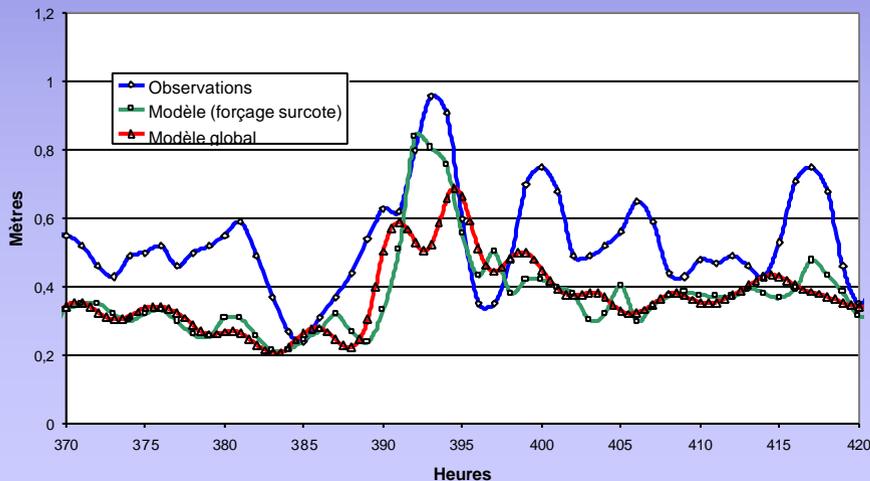
Vent :

$$S\vec{v} = \begin{pmatrix} Sx \\ Sy \end{pmatrix} = \frac{1}{hr} \vec{ts}$$

ts = contrainte de surface

h = hauteur d'eau

Surcote du 24/10/99 à La Pallice



Surcote = 1 mètre

pic sous-estimé de 15 centimètres par modèle local et de 30 cm par modèle global

Modélisation : effets d 'interaction houle / marée

Contrainte de surface :

$$\mathbf{t} = \mathbf{r}_a * C_d * u_{10}^2$$

t = contrainte de surface

ρ_a = densité de l 'air

C_d = coefficient de frottement en surface

u_{10} = vitesse du vent mesurée à 10 mètres d 'altitude

C_d dépend de la vitesse du vent mais aussi de l 'état de la mer

Contrainte sur le fond :

$$\mathbf{t}_b = \mathbf{t}_{cb} + \mathbf{t}_{wb}$$

$$\mathbf{t}_{cb} = \frac{1}{2} \rho f_c u^2$$

$$\mathbf{t}_{wb} = \frac{1}{2} \rho f_w u_{wbm}^2$$

t_b = contrainte sur le fond

t_{cb} = contrainte sur le fond due au courant

t_{wb} = contrainte sur le fond due à la houle

ρ = densité de l 'eau

f_c = coefficient de frottement sur le fond dû au courant

u = vitesse du courant

f_w = coefficient de frottement sur le fond dû à la houle

u_{wbm} = vitesse orbitale de la houle

Contrainte de radiation :

$$S_{rad} = \begin{pmatrix} S_x \\ S_y \end{pmatrix} = -\frac{1}{h\rho} \begin{pmatrix} \frac{dS_{xx}}{dx} + \frac{dS_{xy}}{dy} \\ \frac{dS_{yx}}{dx} + \frac{dS_{yy}}{dy} \end{pmatrix}$$

S_{rad} = contrainte de radiation

S_x = contrainte de radiation suivant x

S_y = contrainte de radiation suivant y

ρ = densité de l 'eau

h = hauteur d 'eau

Résultats = tempête d'octobre 1999

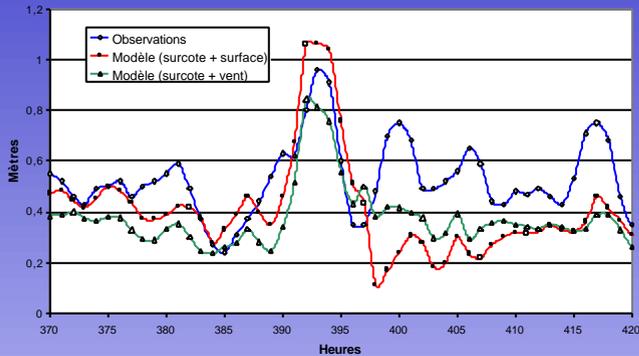
Contrainte de surface :

Marée = VE ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 0.7 m

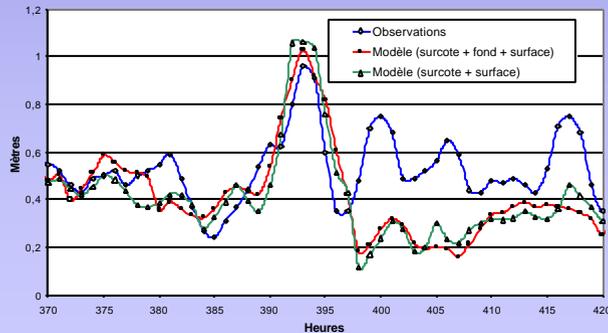
Vent : WNW ; 18 m/s

Surcote à La Pallice (octobre 1999)



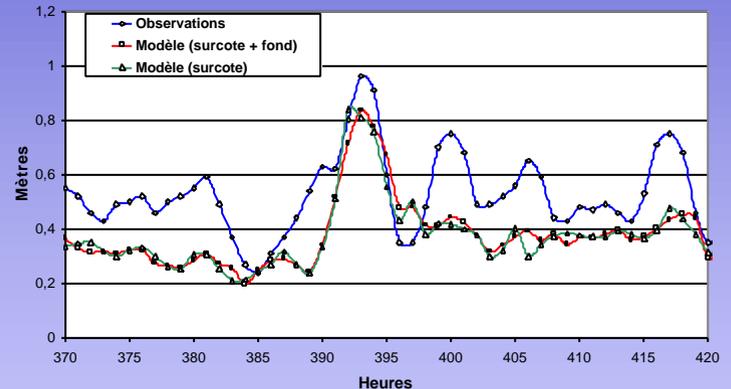
Contraintes de surface et de fond :

Surcote à La Pallice (octobre 1999)



Contrainte de fond :

Surcote à La Pallice (octobre 1999)



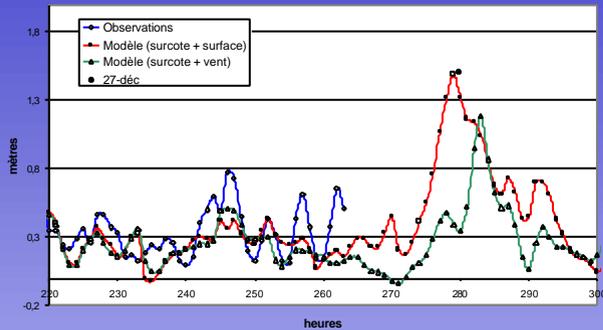
Surcote observée d'1 mètre

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

Résultats = tempête de décembre 1999

Contrainte de surface :

Surcote à La Pallice (décembre 1999)



26 /12 /1999 :

Marée = ME ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 0.9 m

Vent : NW ; 20 m/s

27 /12 /1999 :

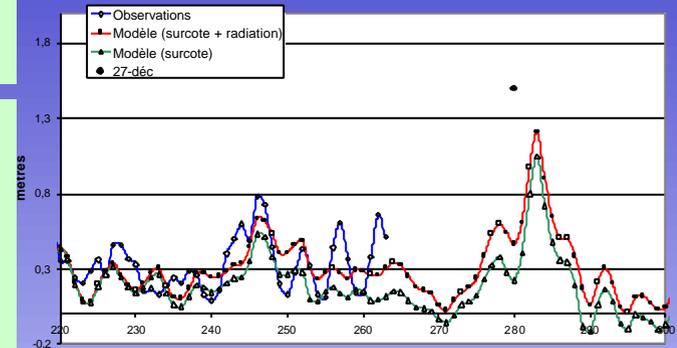
Marée = ME ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 1 m

Vent : W ; 33 m/s

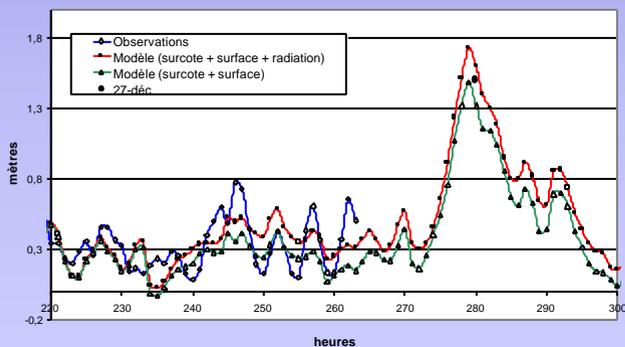
Contrainte de radiation :

Surcote à La Pallice (décembre 1999)



Contraintes de surface et de radiation :

Surcote à La Pallice (décembre 1999)

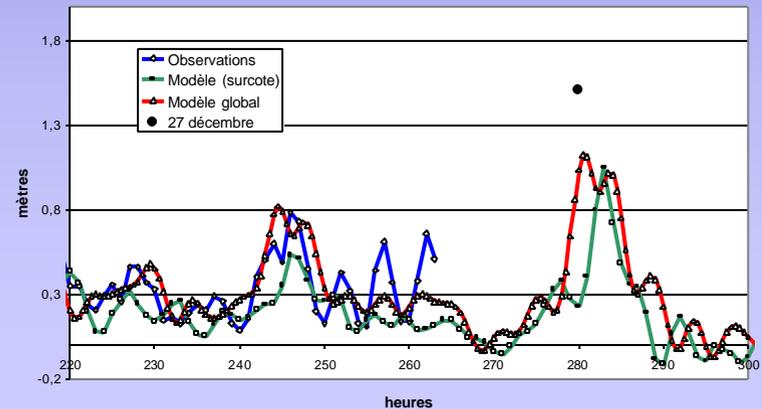


Pic d '1 m 50 =
contrainte de
surface
indispensable.

Pic de 80 cm =
modèle global
suffit

Modèle global :

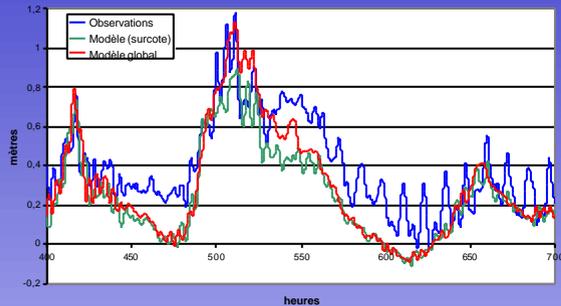
Surcote à La Pallice (décembre 1999)



Résultats = tempête de novembre 2000

La Pallice :

Surcote à La Pallice (05/11/2000)



Modèle global :

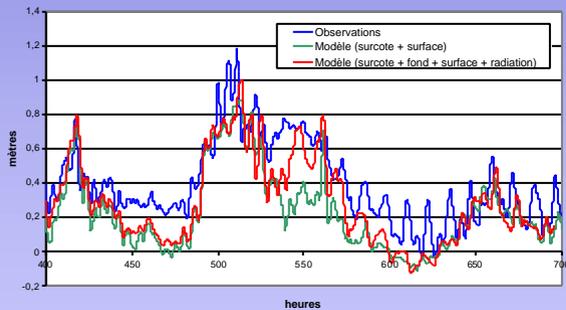
La Pallice :

Marée : revif ; mi-flot

Houle : SW ; HS = 0.6 m

Vent : SE ; 17 m/s

Surcote à La Pallice (5 novembre 2000)



Modèle local :

Verdon :

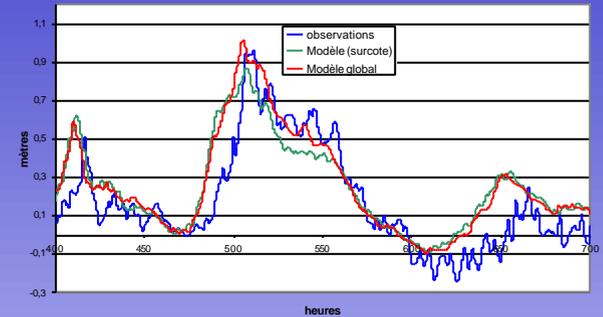
Marée : revif ; mi-flot

Houle : W ; HS = 1.6 m

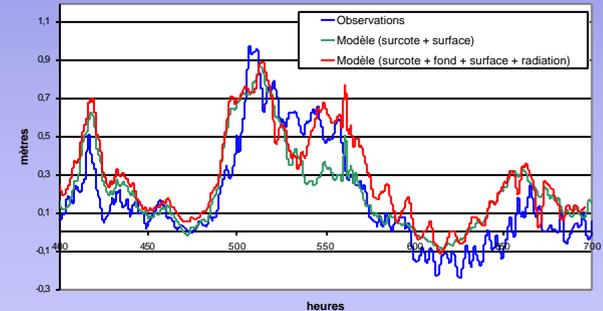
Vent : SE ; 17 m/s

Verdon :

Surcote au Verdon (5/11/2000)



Surcote au Verdon (5 novembre 2000)



Pic de 80 cm = bien prédit

Pic de 1m20 = sous-estimé

surcotes observées de 40 cm entre les 2 pics non prédites

Pic de 50 cm sur-estimé

Modélisation des surcotes : Conclusion

A cause des petites profondeurs et de la géométrie complexe des Pertuis Charentais, il est indispensable pour des prévisions réalistes de surcote de :

- 1) prendre en compte l'impact de la houle (Janssen, 1989 ; 1991)
- 2) paramétriser l'interaction courant / houle dans la formulation du frottement sur le fond (Christoffersen et Jonsson, 1985)
- 3) prendre en compte les contraintes de radiation qui peuvent jouer un rôle important dans la prédiction des pics de surcote (exemple : 26/12/1999). (Longuet-Higgins, Stewart, 1964)