



Performances et évolutions du modèle opérationnel de prévision des surcotes HYCOM (2D)

A. Pasquet, R. Baraille, Didier Jourdan, H. Michaud
SHOM

D. Paradis, P. Ohl
Météo-France/PreviMar



HOMONIM – Projet Météo-France / SHOM (DGPR)

Historique, Observation, MOdélisation des Niveaux Marins

Objectifs

■ Amélioration de la modélisation du niveau d'eau et des vagues

- Modélisation hydrodynamique
- Modélisation des états de mer
- Capitalisation opérationnelle dans le dispositif VVS
- Calendrier

Phase 1 : 2013-2015

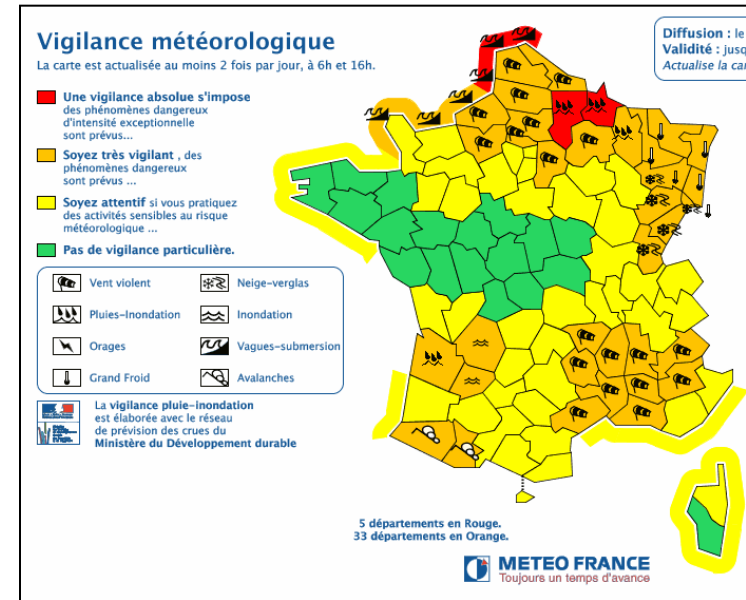
- Configurations opérationnelles HYCOM et WW3 sur les façades métropolitaines
- 3 montées de niveau

Phase 2 : 2016-2019

- Développement d'un système de prévision sur l'Outre-Mer
- Modélisation très haute résolution (THR) sur zones à enjeux

■ Amélioration des capacités d'observations

■ Amélioration des modèles bathymétriques



Calcul des surcotes

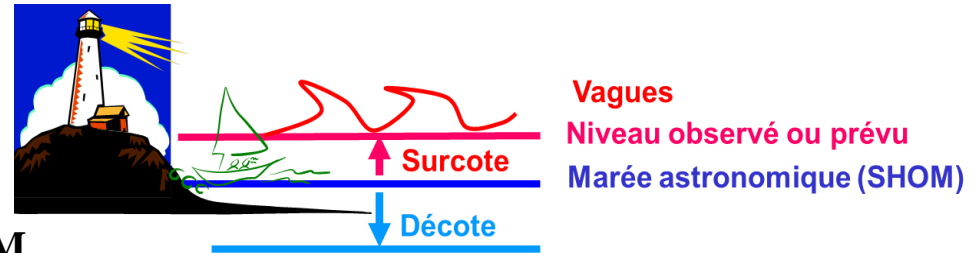
Surcote

Dépassement du niveau de la marée astronomique résultant des conditions météorologiques

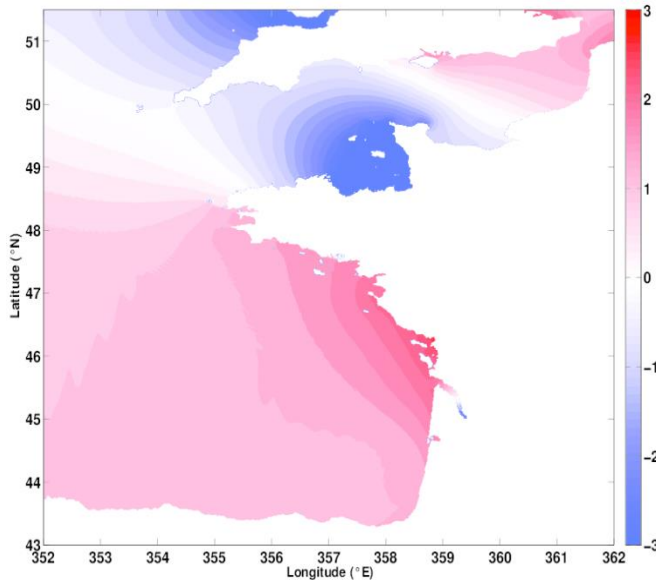
Surcote observée :

Niveau observé – prédiction de marée SHOM

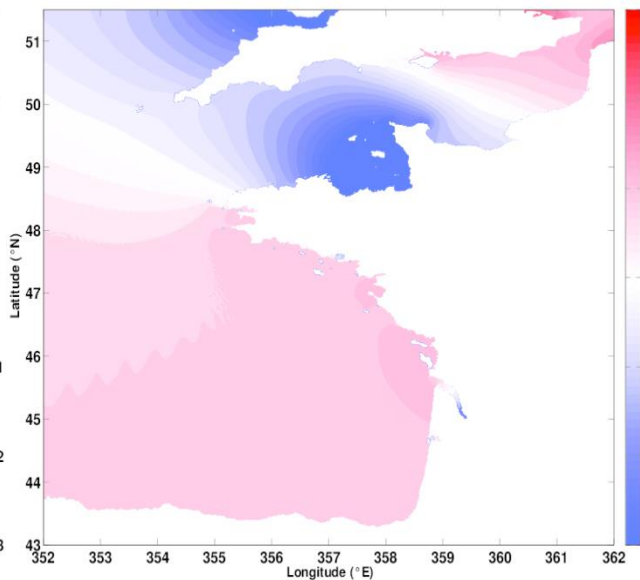
Surcote modélisée HYCOM :



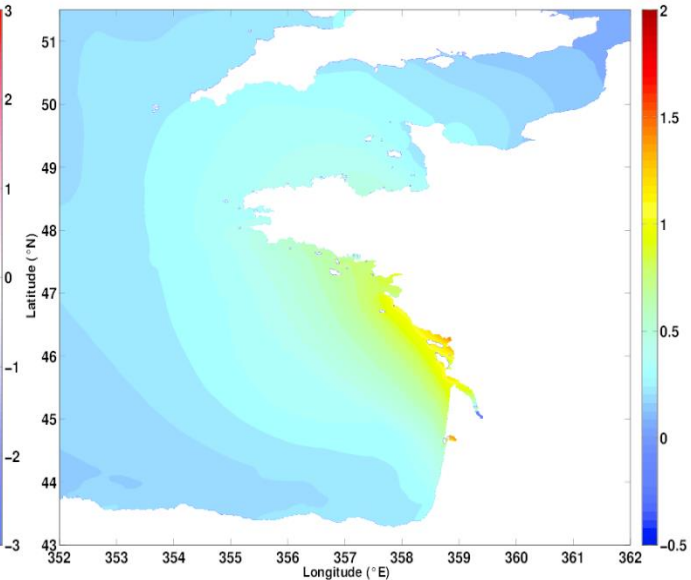
SSH (marée+vent+pression)



SSH (marée seule)



Surcote modélisée



Configurations HYCOM

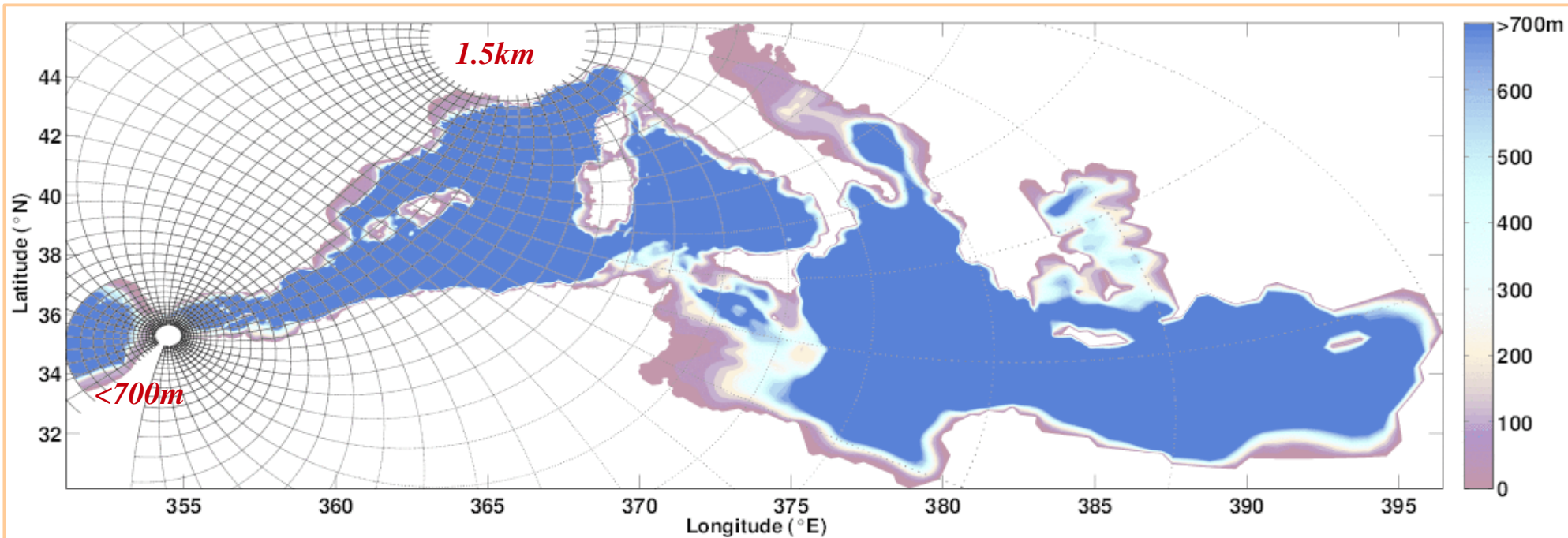
Configuration Méditerranannée (MED) (V3)

■ Description

- MNT 500 m (SHOM, Homonim)
- Grille curviligne , maille 1.5km
- Friction sur le fond : $2,5.e-3$
- Pas de marée
- Stress de vent paramétré selon Charnock (constant)

Critères clé :

- Etendue du domaine
- Résolution à Gibraltar



Configurations HYCOM

Configuration Gascogne-Manche-Mer du Nord (ATL) (V3)

■ Description

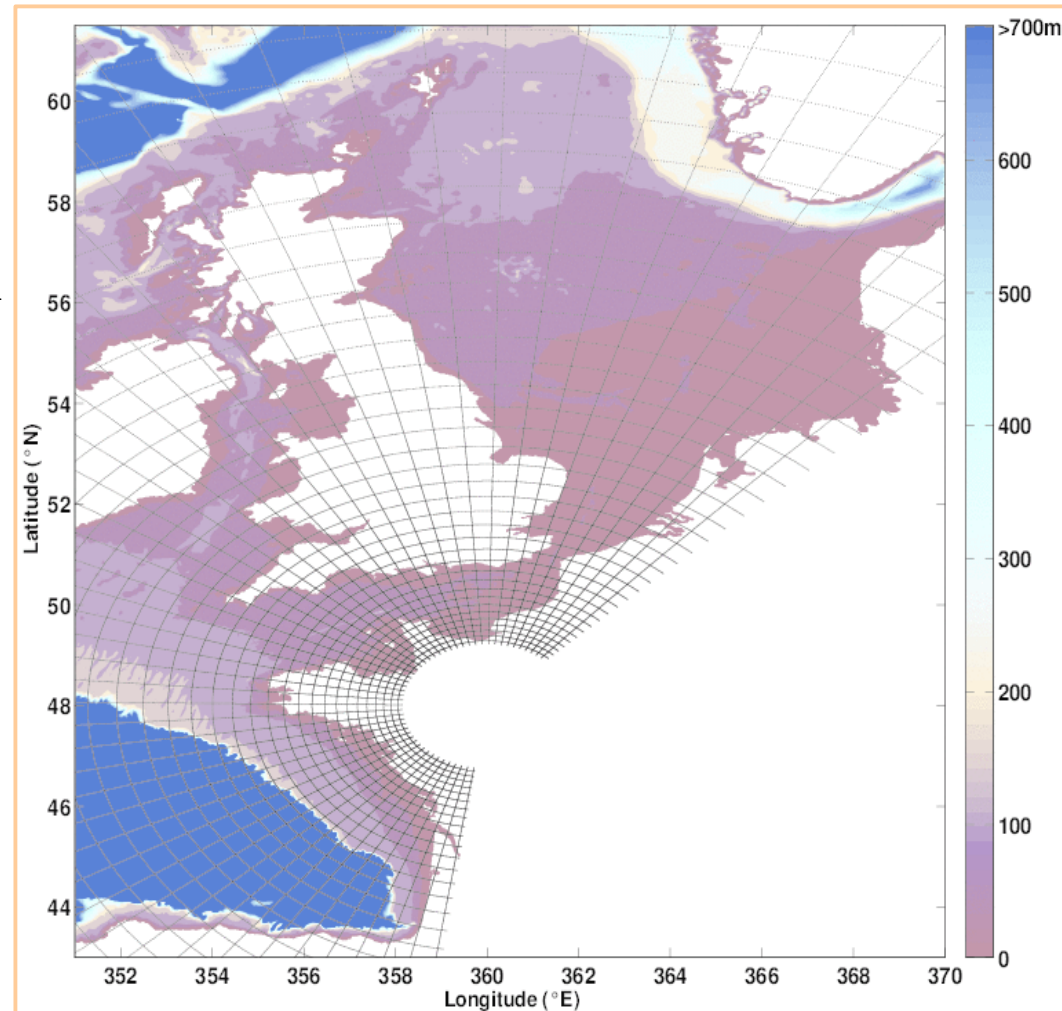
- MNT 500 m (SHOM, Homonim)
- Grille curviligne , maille de 500m à 2km
- Friction sur le fond : spatialement variable

Adaptée à la configuration, obtenue par optimisation stochastique

- Forcée en hauteur d'eau par NEA 2011 (Lyard F., LEGOS)
- Stress de vent paramétré selon Charnock (constant)

Critères clé:

- Etendue du domaine
- Marée correcte
- Friction de fond spatialement variable



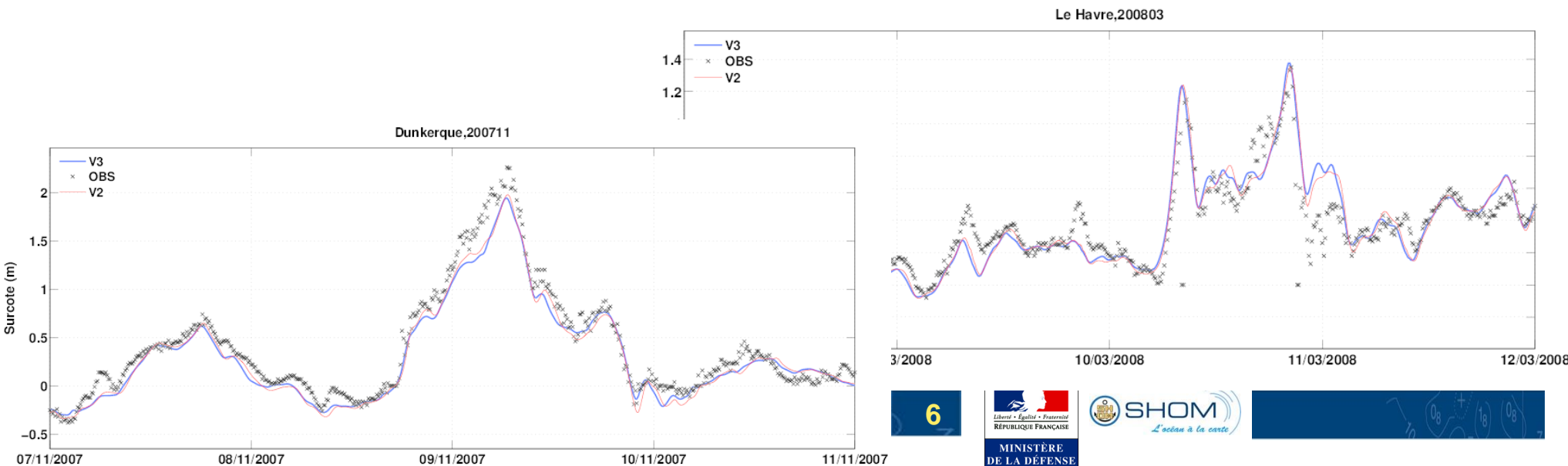
Performances du système de prévision des surcotes

■ Validation / Performances (protocole Météo-France)

- 22 tempêtes
- Un an de simulation 2010-2011
- Hiver 2013-2014
- Comparaison aux marégraphes du réseau RONIM

Indicateur statistique	Atlantique	Méditerranée
EQM marée PM(cm)	15	N/A
Déphasage marée PM (min)	16	N/A
EQM surcote (cm)	8	8
Erreur aux pics (cm)	-10	-9

EQM : Erreur Quadratique Moyenne



Détermination de la friction de fond

Comment déterminer C_b ?

Observations , échelles spatiales ?

Marégraphes, radars HF

Métrique pour mesurer l'erreur sur la marée (fonction coût) ?

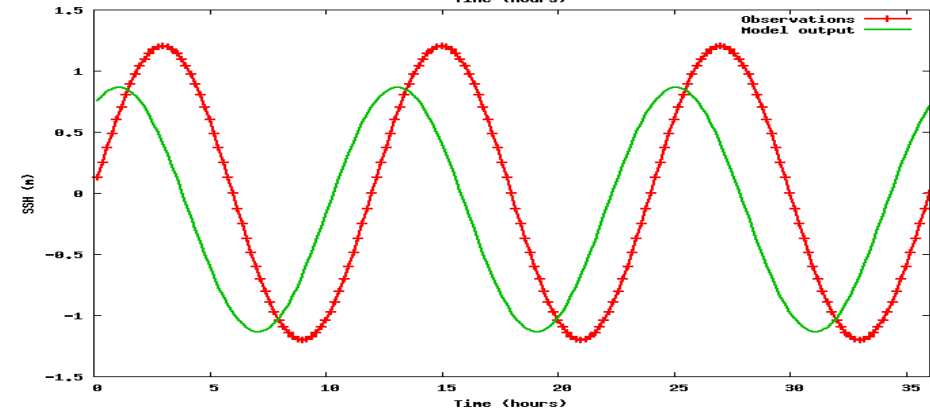
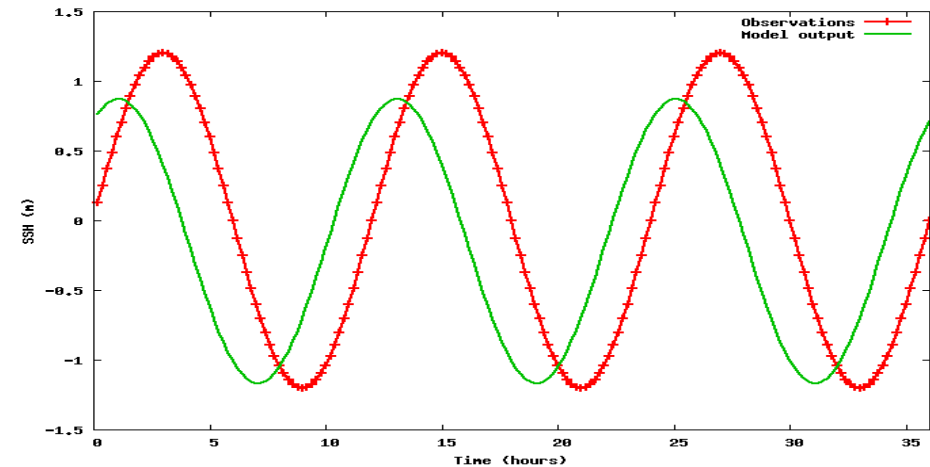
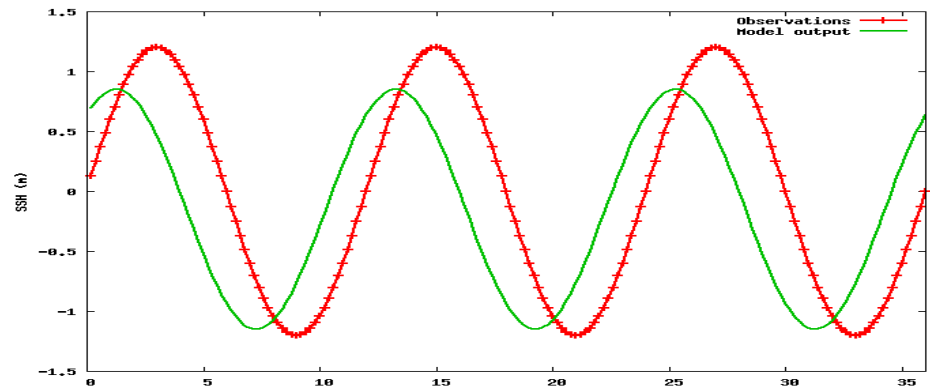
- Erreur sur le déphasage
- Erreur sur l'amplitude

Ecart-type des erreurs aux plus hautes et basses mers

- Erreur sur le biais

Méthode de minimisation de la fonction coût ?

- Approche stochastique
- Approche variationnelle



Approche stochastique par perturbations simultanées

■ Optimisation stochastique

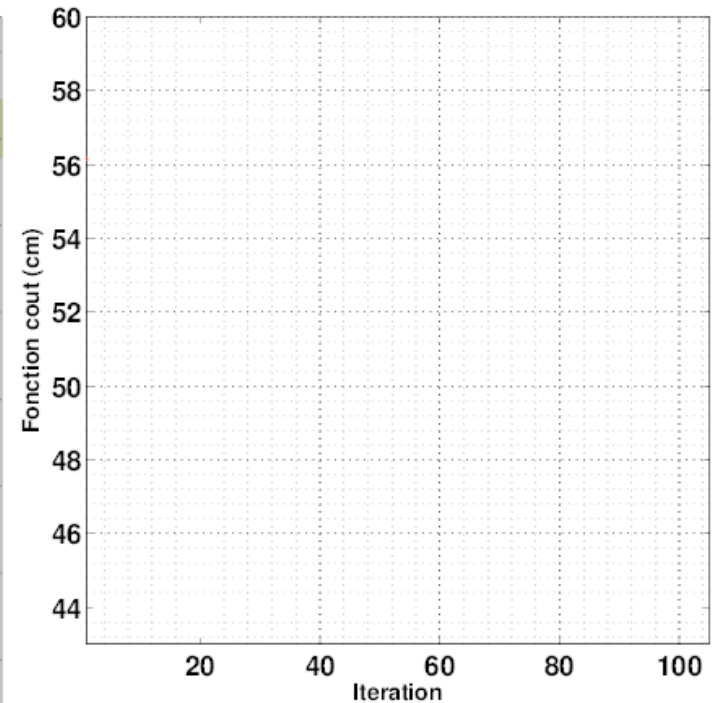
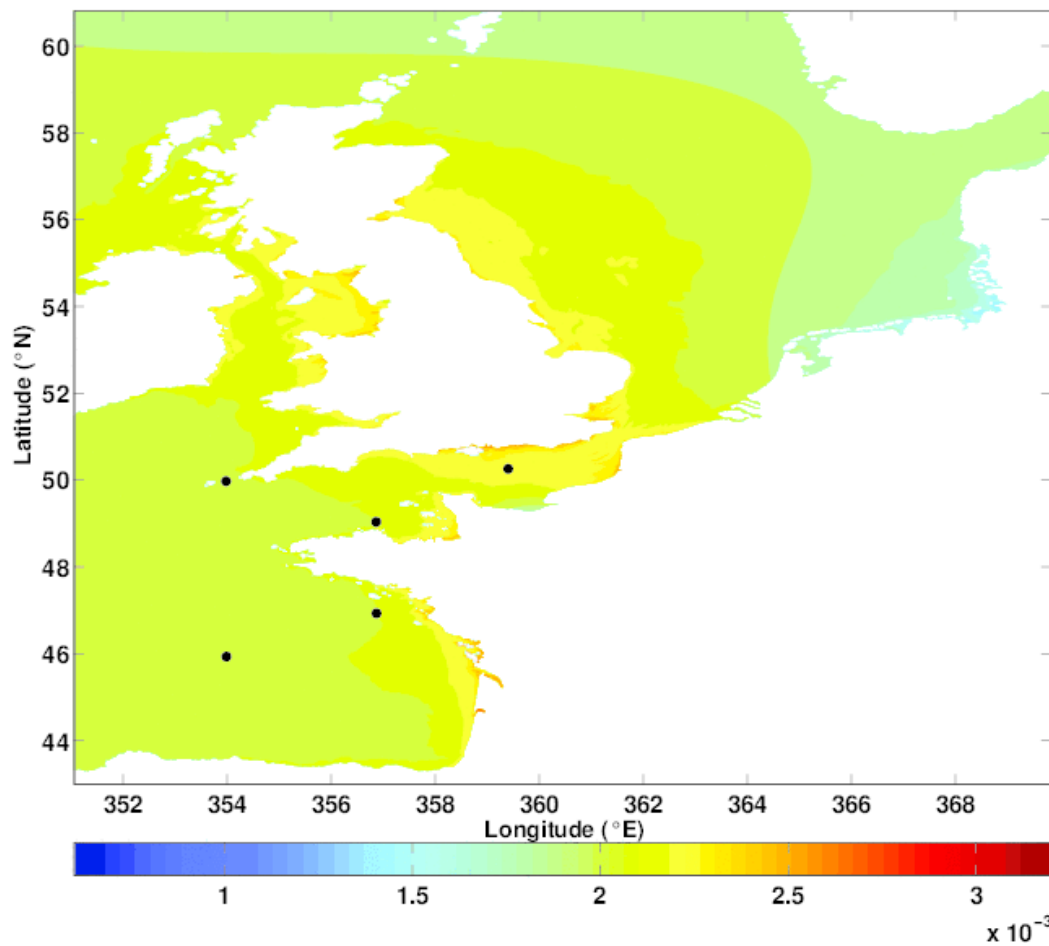
Spall J.C. (2000), *Adaptive Stochastic Approximation by the Simultaneous Perturbation Method*, IEEE Transactions on Automatic Control, vol.45, pp.1839-1853

Boutet M., Lathuilière C., Hoang H.S., Baraille R. (2014), *Estimation of friction parameters in a barotropic tide model using stochastic methods*, Tellus A (en cours de revue)

■ Paramètres de l'expérience

- Perturbations aléatoires de la longueur de rugosité z_0
- Estimation du z_0 et calcul du C_b sur des points de colocation puis interpolation bi-cubique
- Fonction coût :
 - ECT aux PM et BM, 6 mois de simulation
 - Observations : ~200 marégraphes
- Raffinement des points de colocation → échelles de plus en plus fines

Exemple d'optimisation stochastique du Cb



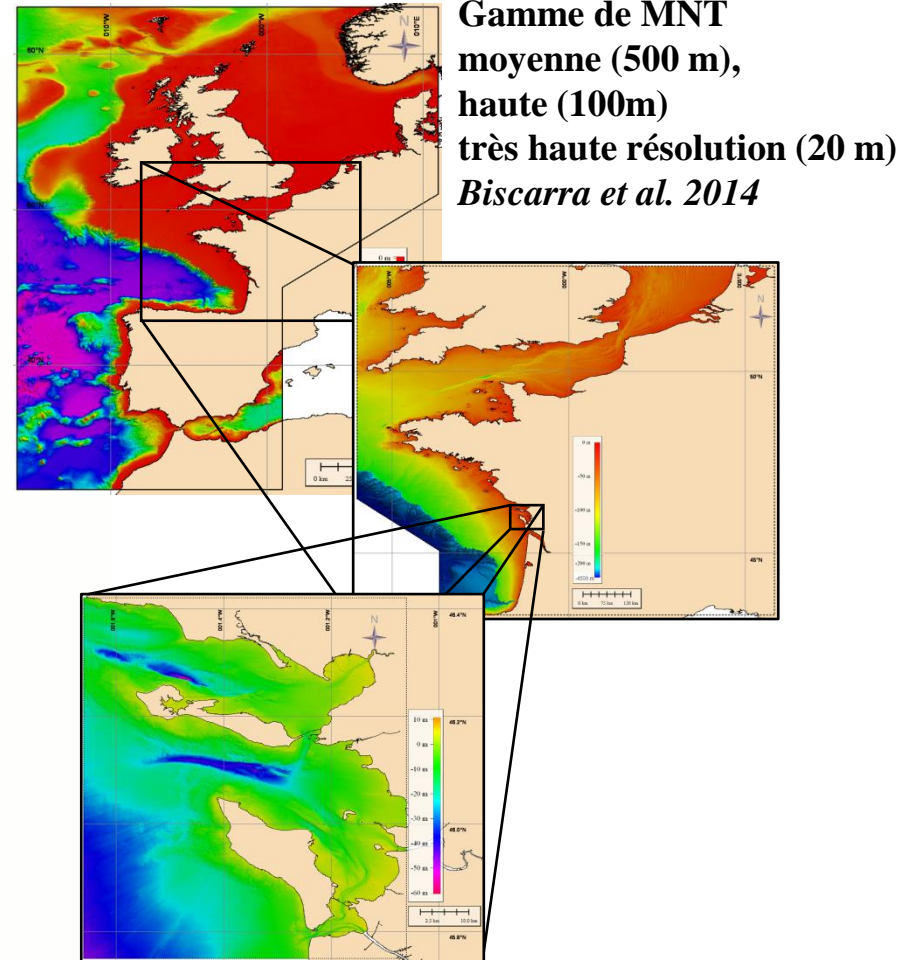
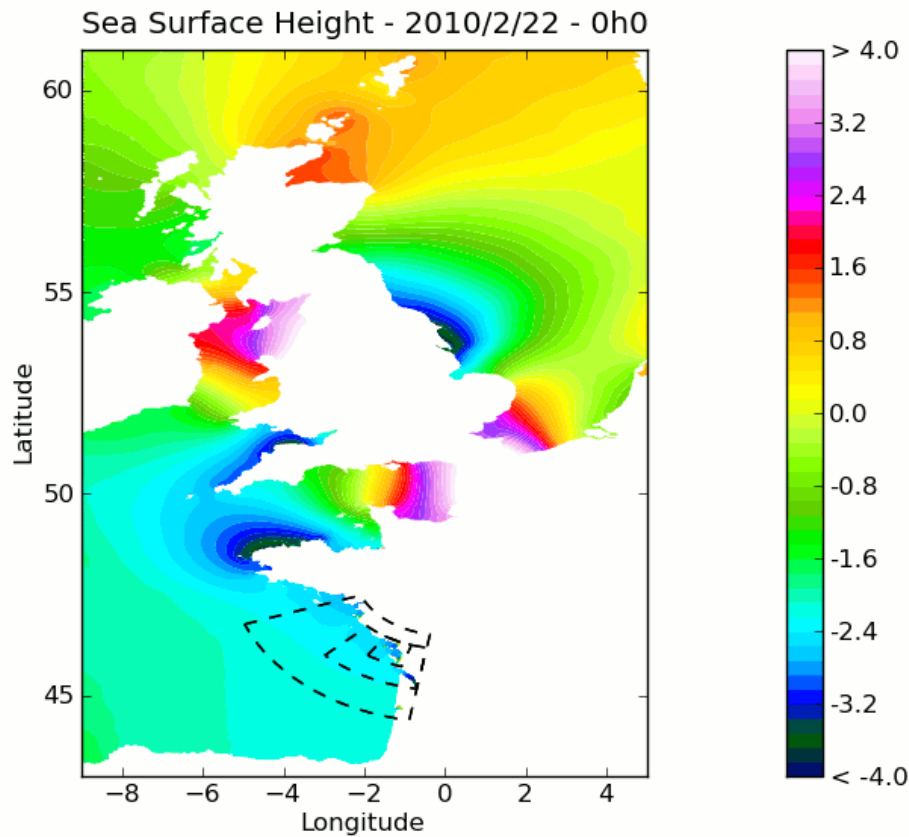
- Fonction Coût = Somme des écart-types de l'erreur aux PM et BM
- **Amélioration de 20 %**

Approche stochastique - Axes d'amélioration

- **Densification du réseau marégraphique au-delà de 51°N**
- **Fonction coût prenant en compte les erreurs en phase**
- **Stratégie de distribution spatiale des points de colocation**
- **Ajout d'un outils d'analyse harmonique et de prédiction**
 - **Contrôle du spectre de marée des signaux comparé et de référence**

Modélisation THR sur zones à enjeux

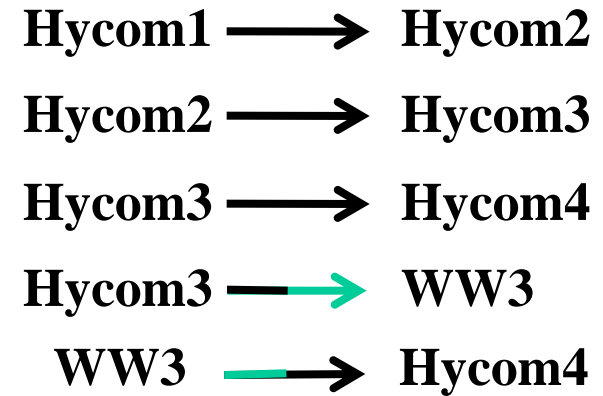
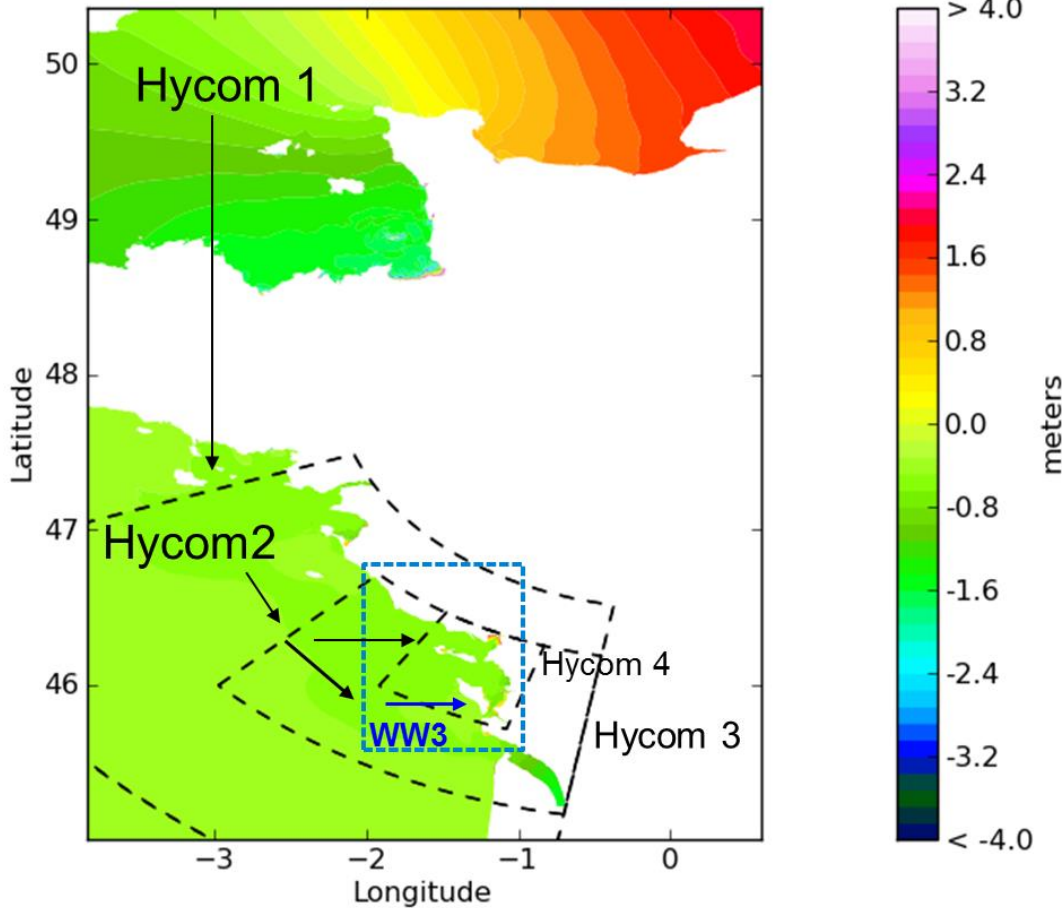
Imbrication HYCOM avec Oasis/Mct



Modélisation THR sur zones à enjeux

Couplage HYCOM/WW3 avec Oasis/Mct

Sea Surface Height - 2010/2/24 - 21h1

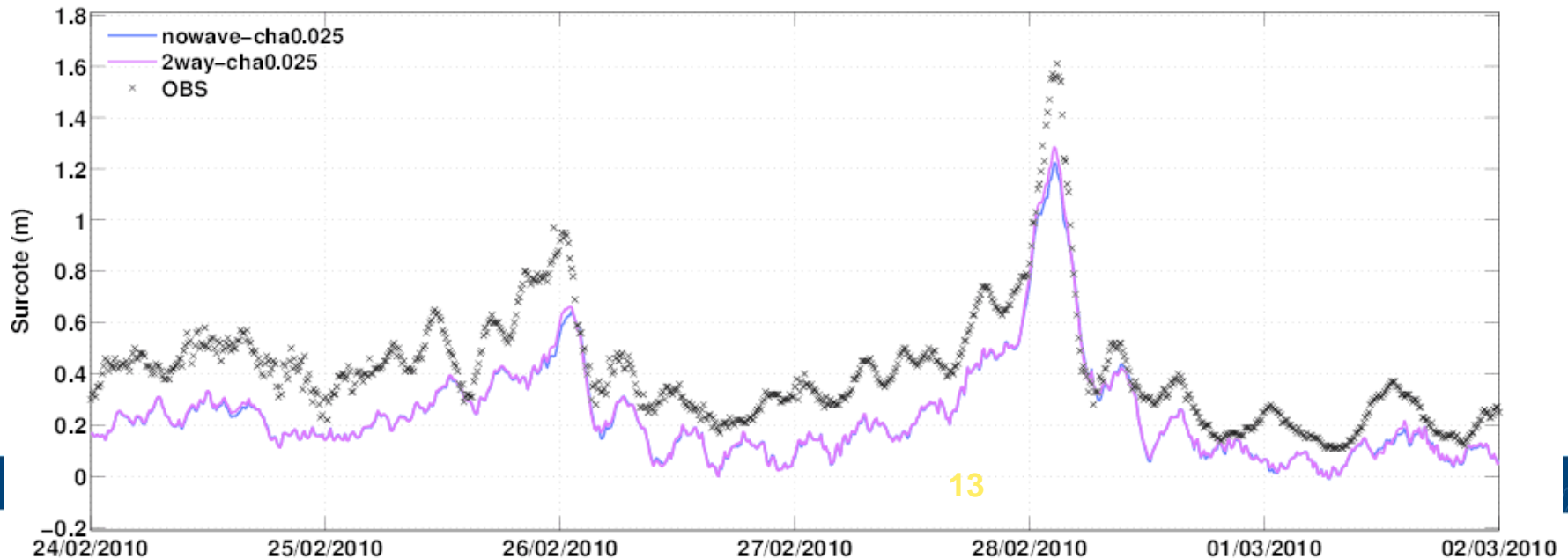
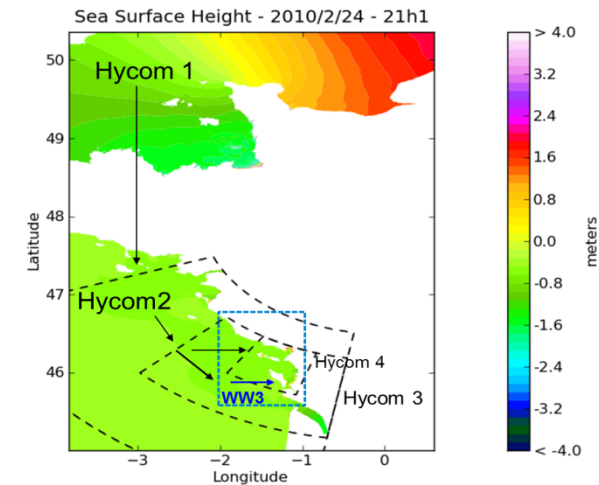


Modélisation THR sur zones à enjeux

Simulation de la tempête Xynthia HYCOM/WW3

Prise en compte des états de mer sur la surcote

- **Couplage direct**
 - Wave setup de 6 cm à La Rochelle
 - Autres cas d'étude plus significatifs à réaliser (ex : Joachim, hiver 2013-2014)
- **Stress de vent dépendant de l'état de mer (« Charnock variable »)**
 - Trop énergétique dans les tests actuels



Phase 2 – 2016-2019

Modélisation THR sur zones à enjeux

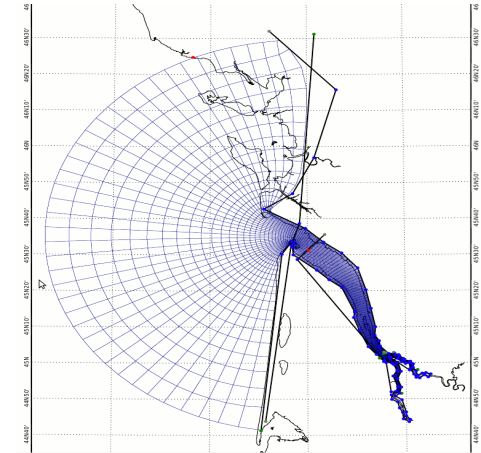
- Détermination des zones à enjeux
- Comparaisons 2D/3D
- Etudes de débordement
- Interfaçage HYCOM avec des modèles estuariens

Montées de niveau des configurations sur façades métropolitaines

- Grille plus homogène et résolue sur l'ATL (~500m)
 - Cb par approche stochastique
 - Configurations imbriquées
 - Gestion des découvrants
- Couplage HYCOM / WW3

Système de prévision sur l'Outre-Mer

- Océan Indien Sud-Ouest
- Antilles - Guyanne



Allain D. (LEGOS)
Maillage Gironde obtenu avec POCVIP

Merci de votre attention



Modélisation THR 3D

Mère

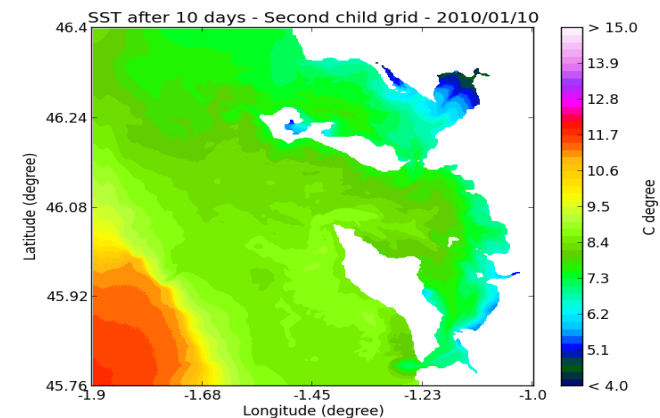
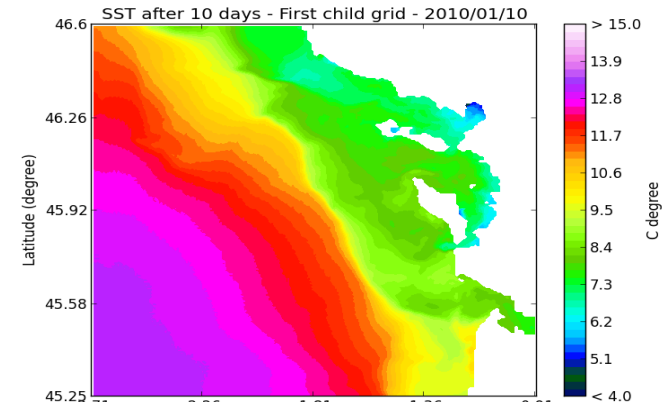
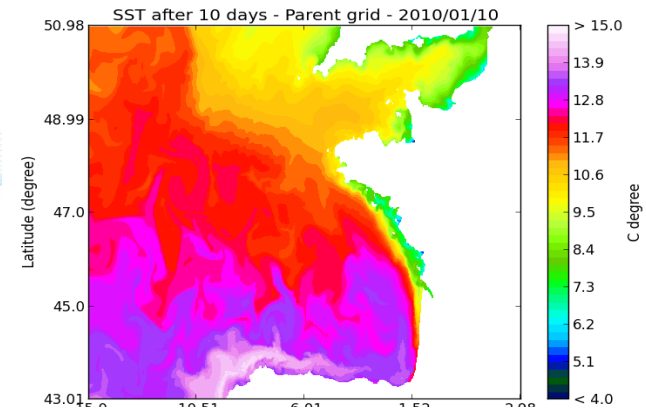
- Extension: $[-15W; 3E] \times [43N; 51N]$
- Résolution moyenne : 1800m
- Grille Verticale : 40 niveaux
- Dimensions: 720x471

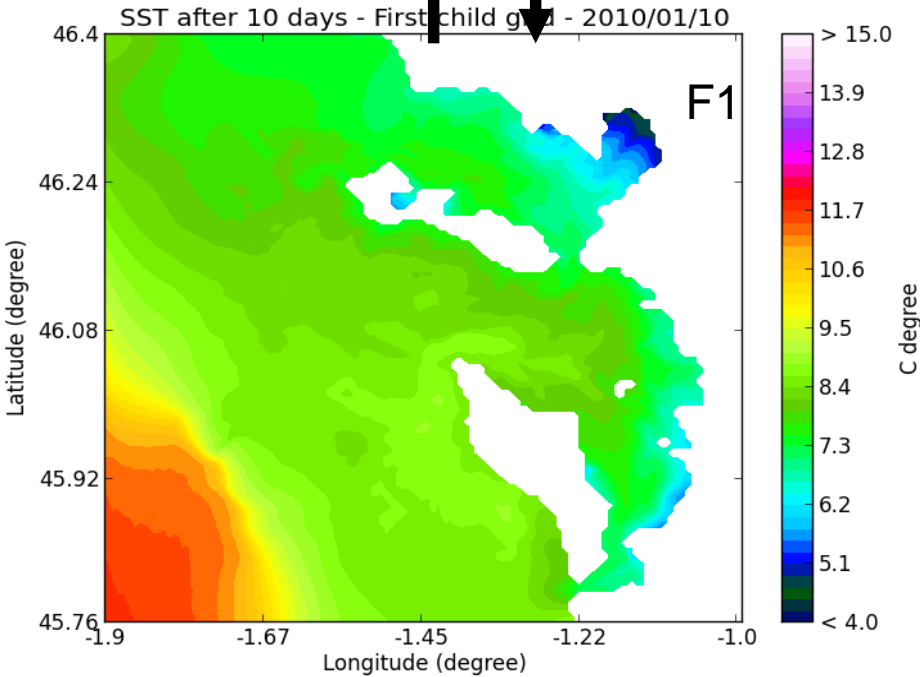
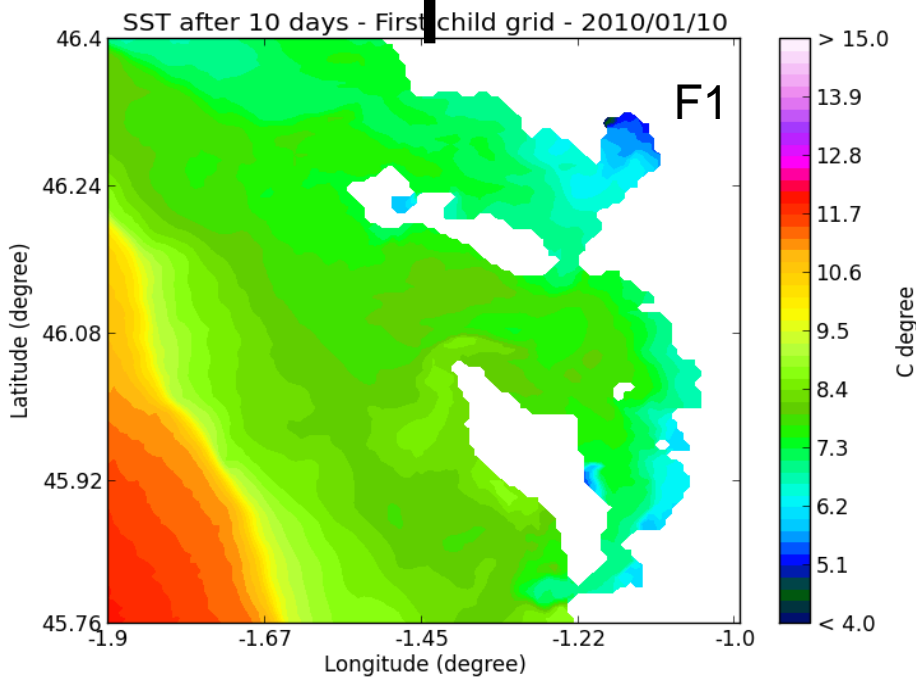
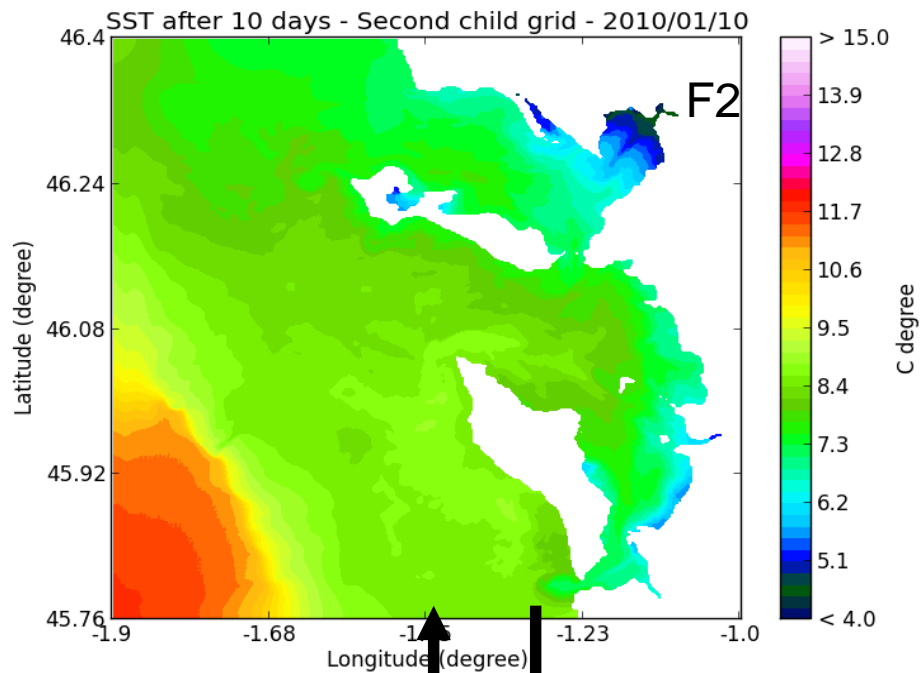
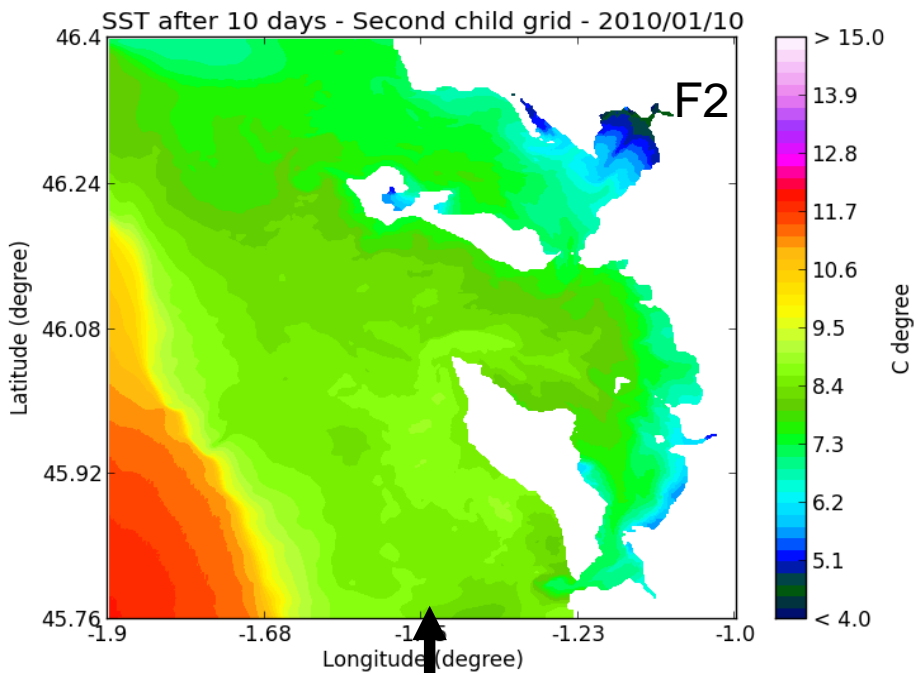
Fille1

- Extension: $[-2.7W; -0.9W] \times [45.25N; 46.5N]$
- Résolution moyenne : 640m
- Grille verticale : 40 niveaux
- Dimensions : 235x217

Fille2

- Extension: $[-1.9W; -1W] \times [45.75; 46.4]$
- Résolution moyenne : 200m
- Grille verticale : 25 niveaux
- Dimensions : 325x334





Contexte

- Événements dramatiques liés aux phénomènes de submersions rapides

- Mars 2008 : tempête Johanna
- Février 2010 : tempête Xynthia

- Démarche et plan d'action de l'État

- Plan Submersions Rapides (PSR)
 - Cadre de coordination
 - Identifie un chantier pour : « améliorer l'anticipation des submersions marines »

- Réponse de Météo-France, du SHOM, du Ministère de l'écologie et du Ministère de l'énergie

- La vigilance vagues-submersion (VVS)

- Contribution scientifique de Météo-France et du SHOM

- Action d'amélioration des capacités de prévision
 - Projet HOMONIM (Historique, Observation, MODélisation des Niveaux N)

