



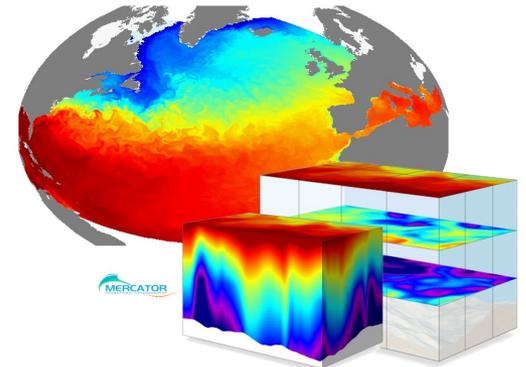
# Intercomparaison dans le golfe de Gascogne

B. Levier, G. Reffray (MERCATOR) : **NEMO-OPA**

P. Marsaleix (POC CNRS) : **SYMPHONIE**

V. Garnier, P. Lazure (IFREMER DYNECO) : **MARS3D**

R. Baraille (SHOM) : **HYCOM**





# Introduction

- **Historique** :
  - projet OPA-SYMPHONIQUE, configuration et forçages communs. Cas tests et simulations réalistes.
  - projet d'intercomparaison avec HYCOM et MARS3D
- **Intérêts** :
  - identifier les forces et faiblesses de chaque code sur des processus physiques spécifiques dans le but d'améliorer les modèles.
  - renforcer les liens entre les équipes.
  - pour MERCATOR, validation des développements pour la configuration régionale.



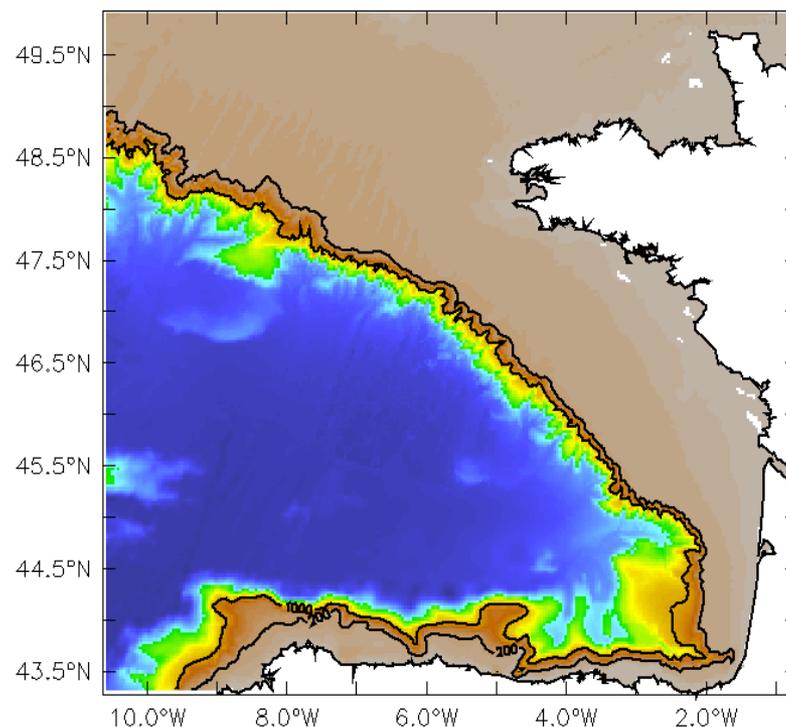
# Etapes du projet

- Création d'une base de données de l'année 2004
- Identification des processus physiques à modéliser
- Elaboration de diagnostics pertinents
- Simulations avec et sans marée ; résultats sous format imposé
- Réalisation des diagnostics
- Discussion, rédaction du rapport final



# Configuration

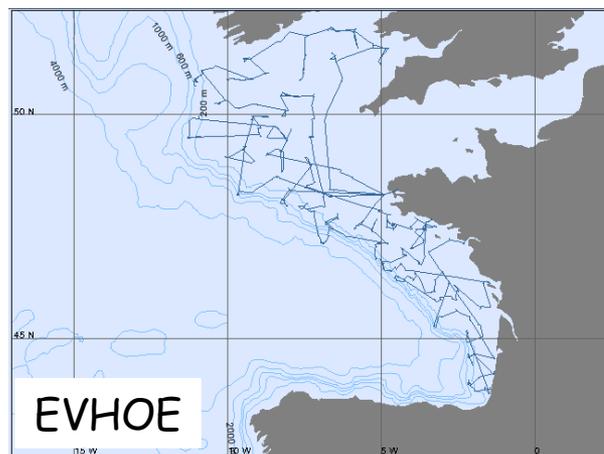
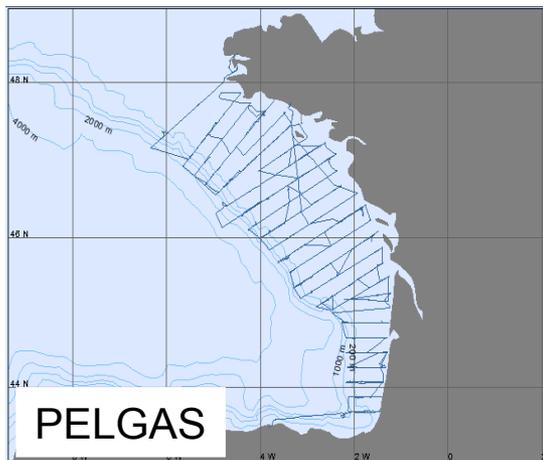
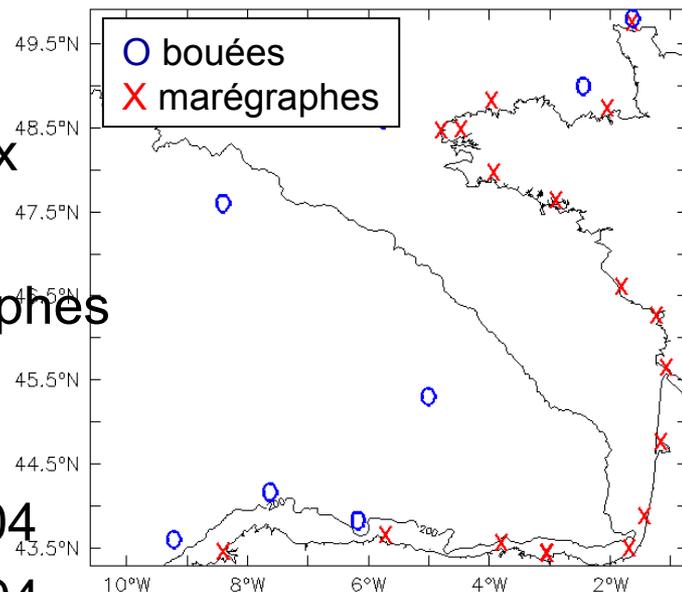
- Résolution horizontale de 3 km
- Bathymétrie SHOM 1 minute
- Forçage aux frontières : système MO nord Atlantique (PSY2v1,  $1/12^\circ$ )
- Forçage atmosphérique : ALADIN ( $0.1^\circ$ , 3 h)
- Marée : MOG2D (9 ondes)
- Run-off : 3 rivières (Adour, Gironde, Loire), journalier
- Année simulée : 2004





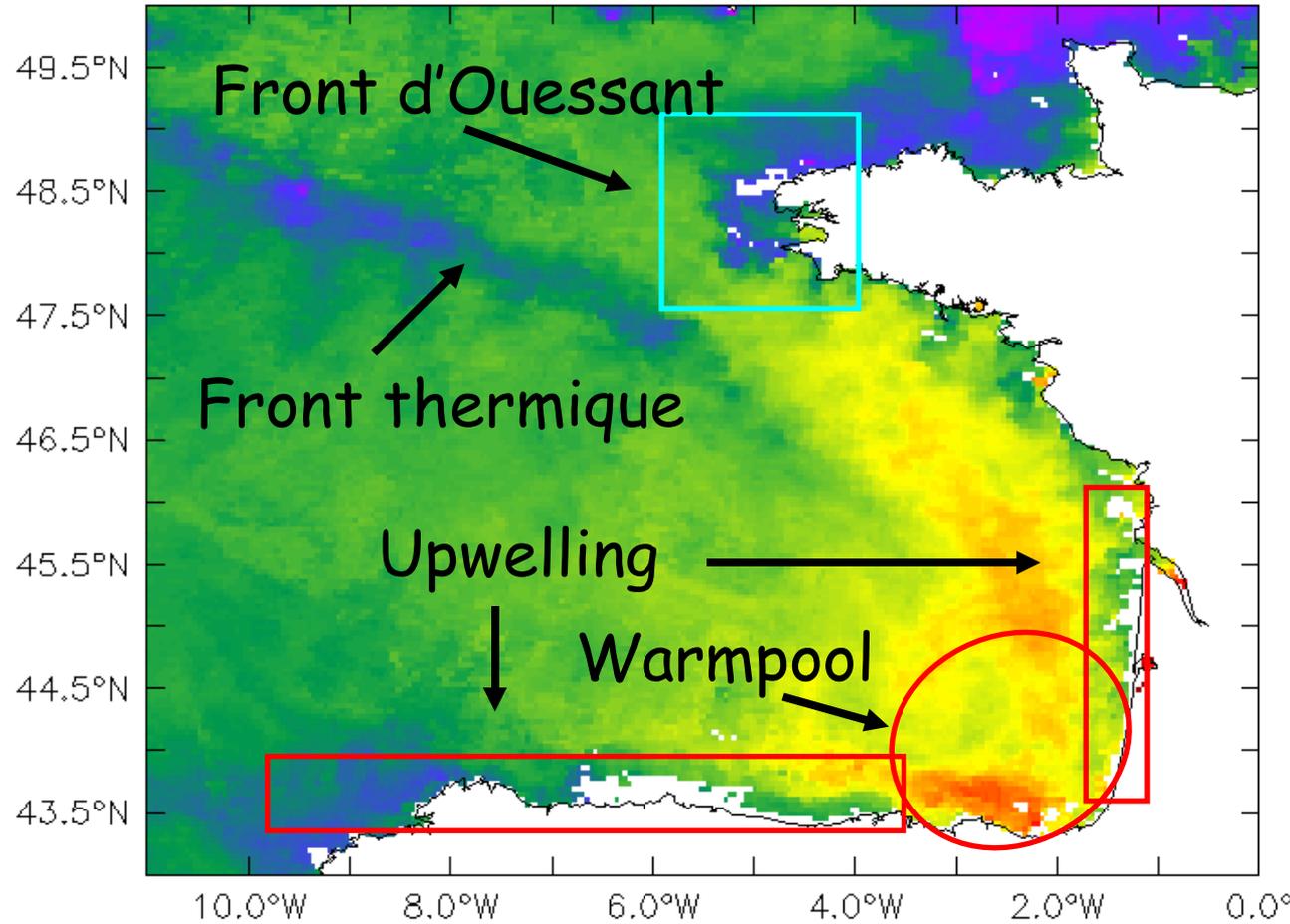
# Base de données

- Climatologie Vandermeirsh, 0.4°, 261 niveaux
- SST MODIS journalière (4 km)
- Séries temporelles : bouées fixes et marégraphes
- Profils in-situ des campagnes PELGAS et EVHOE
  - PELGAS, 75 profils, 28/04/2004 - 23/05/2004
  - EVHOE, 101 profils, 29/10/2004 - 12/12/2004





# Processus



Et aussi :

- Ondes internes
- Bourrelet froid
- Panaches

Image MODIS en juin 2004



# Caractéristiques des modèles (1)

	NEMO-OPA	SYMPHONIE	MARS
<b>Free surface</b>	Time-splitting Linear free surface	Time-splitting	Time splitting ADI (Lazure and Dumas, 2008)
<b>Vertical coordinate</b>	Cartesian + partial-cells 49 levels	Generalized sigma coordinate 43 levels	Sigma coordinate 40 levels
<b>Scalar advection</b>	QUICKEST + ULTIMATE (Leonard, 1979, 1991)	Hybrid 2 <sup>nd</sup> order center and upwind	QUICK (Leonard, 1979)
<b>Scalar horizontal diffusion</b>	-	-	Laplacian : 1m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>
<b>Momentum advection</b>	Form vector conserving energy and enstrophy (Arakawa and Hsu, 1990)	Flux form 2 <sup>nd</sup> order center	Flux form QUICK (Leonard, 1979)
<b>Momentum horizontal diffusion</b>	Biharmonic -5.10 <sup>8</sup> m <sup>4</sup> s <sup>-1</sup>	Laplacian with velocity depending coefficients	Laplacian + Smagorinsky (1963)
<b>Vertical diffusion</b>	TKE + mixing length (Blanke and Delecluse, 1993)	TKE + mixing length (Gaspar <i>et al.</i> , 1990)	TKE + mixing length (Gaspar <i>et al.</i> , 1990)
<b>Surface boundary condition</b>	Bulk formulae (Large and Yeager, 2004)	Bulk formulae (Large and Yeager, 2004)	Bulk formulae (Gill, 1982)



## Caractéristiques des modèles (2)

	NEMO-OPA	SYMPHONIE	MARS
<b>Barotropic time step</b>	4s	4.41s	240s < dt < 500s
<b>Baroclinic time step</b>	240s (ratio : 60)	176s (ratio : 40)	240s < dt < 500s
<b>Barotropic OBC</b>	Characteristic method (Blayo and Debreu, 2005)	Flather (Marsaleix <i>et al.</i> , 2006)	Clamped elevation Neumann condition on the barotropic velocities
<b>Baroclinic OBC</b>	Clamped	Sommerfeld	Gradient = 0
<b>Tracer OBC</b>	Clamped	Upwind advection	Upwind advection
<b>Relaxation layer</b>	Width: 15 points Relaxation time : 1 day Applied only on T and S	Width: 20 points Relaxation time : 0.1 day (external mode) and 1 day (internal mode) Applied on u,v, T and S	Width : 10 points Relaxation time : 5 days
<b>Frequency of the forcings at the open boundaries</b>	Daily	Weekly	Daily



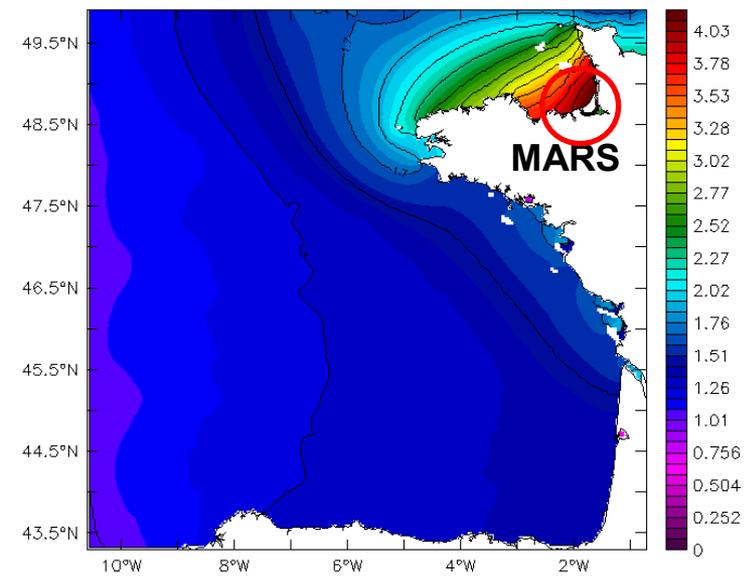
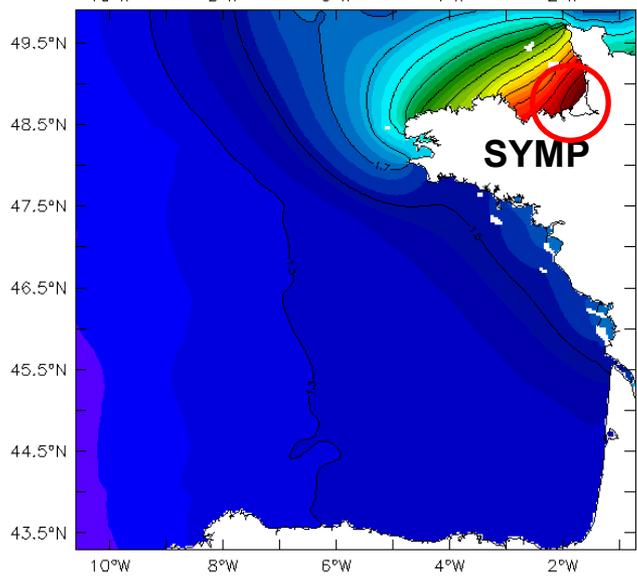
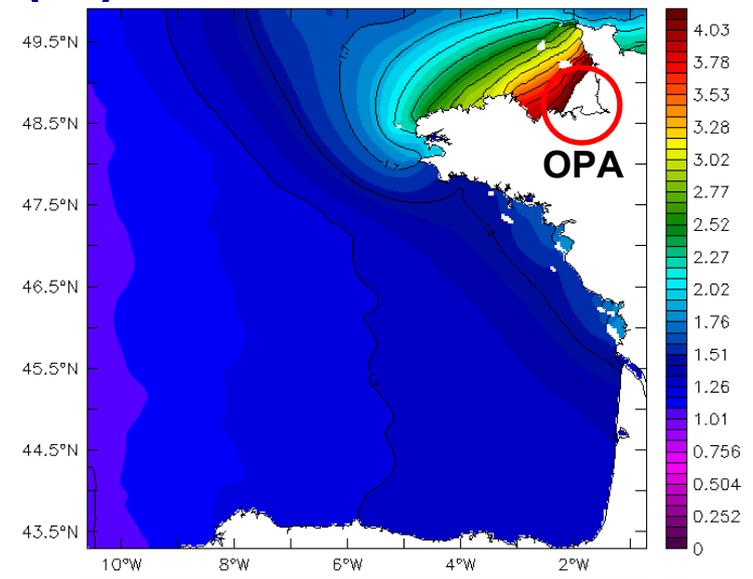
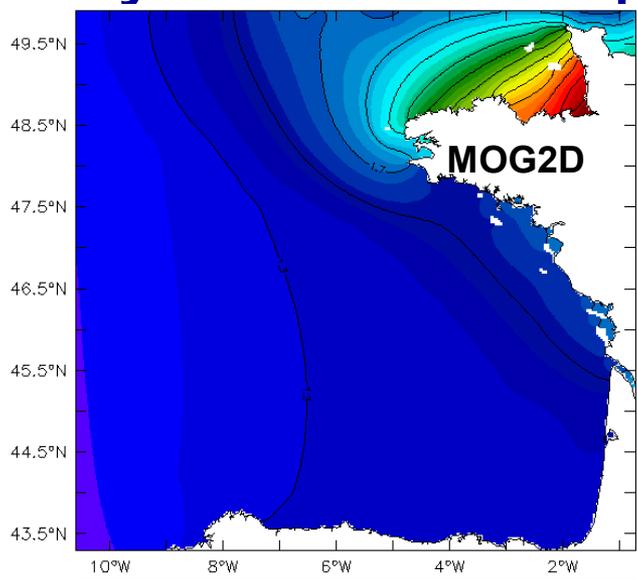
## Caractéristiques des modèles (3)

	NEMO-OPA	SYMPHONIE	MARS
<b>Bathymetry treatment</b>	Threshold: 5.75 m: In order to avoid too many levels in the small depths.	Threshold: 10 m: In order to avoid too many levels in the small depths. In order to conserve a good accuracy of the pressure gradient, the large gradients are smoothed.	In order to avoid eventual instabilities, a weak smoothing is applied for the depths > 150m. Threshold: 10m inside the estuaries.
<b>Initialisation method</b>	Initialisation with interpolated T and S scalars fields from PSY2V1 (1/15° Mercator Ocean North Atlantic system)	Initialisation with interpolated T and S scalars fields, u and v velocity fields and sea surface height from PSY2V1 (1/15° Mercator Ocean North Atlantic system)	Initialisation with interpolated T and S scalars fields from PSY2V1 (1/15° Mercator Ocean North Atlantic system).



# Analyse harmonique (1)

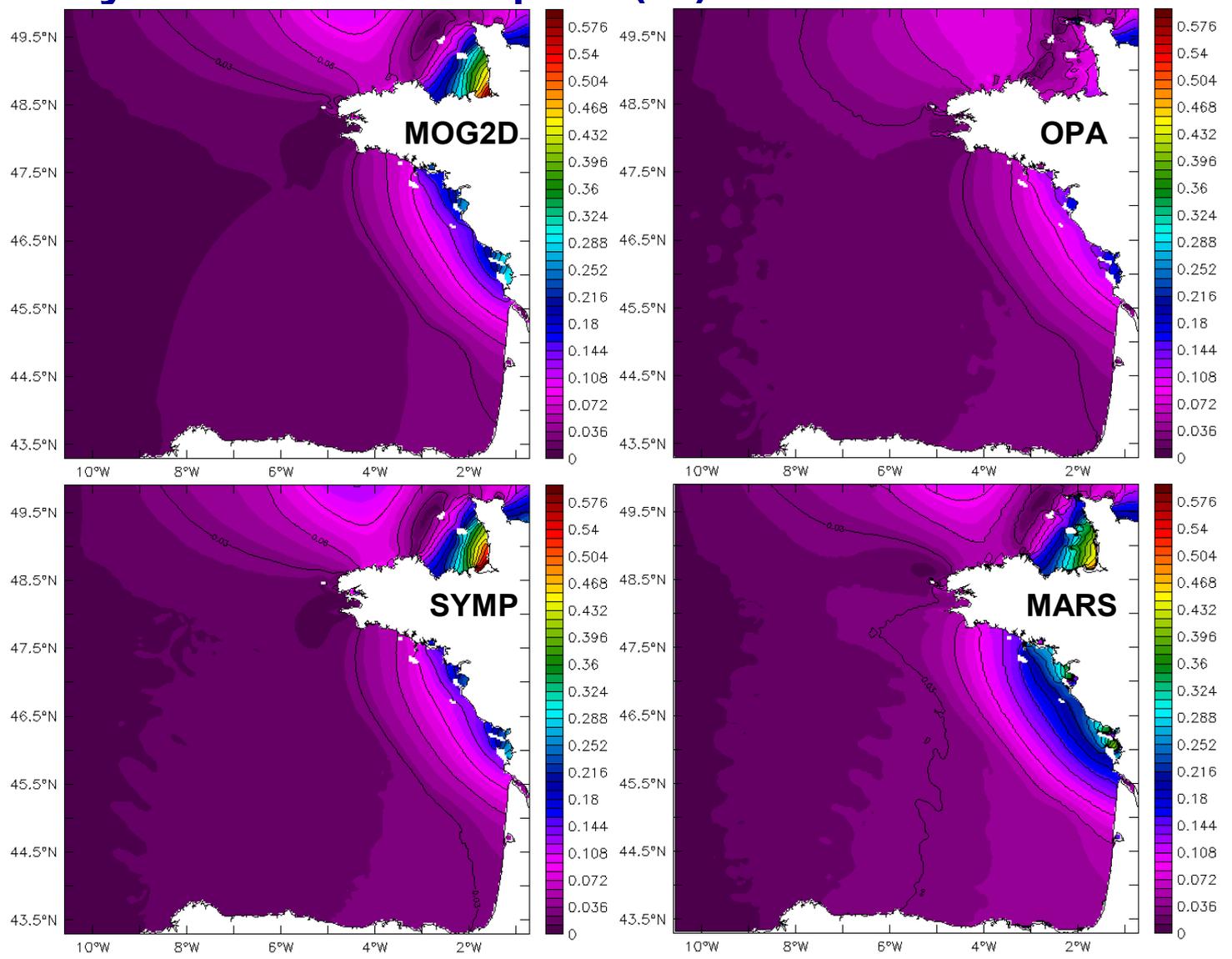
○ M2





# Analyse harmonique (2)

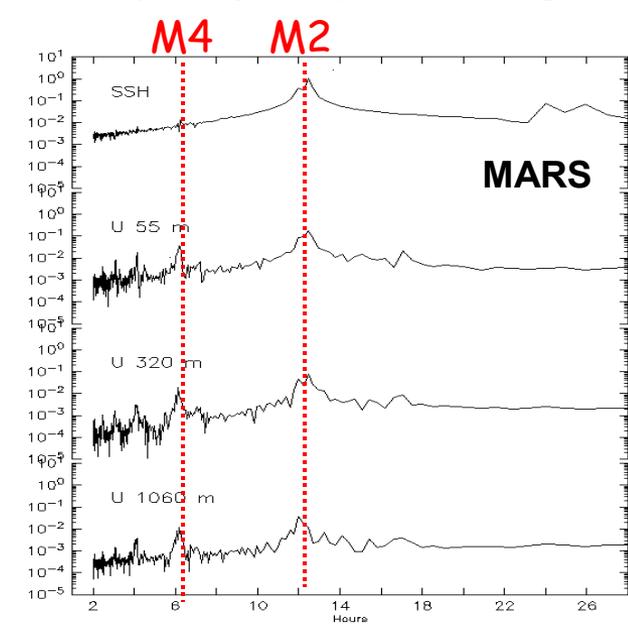
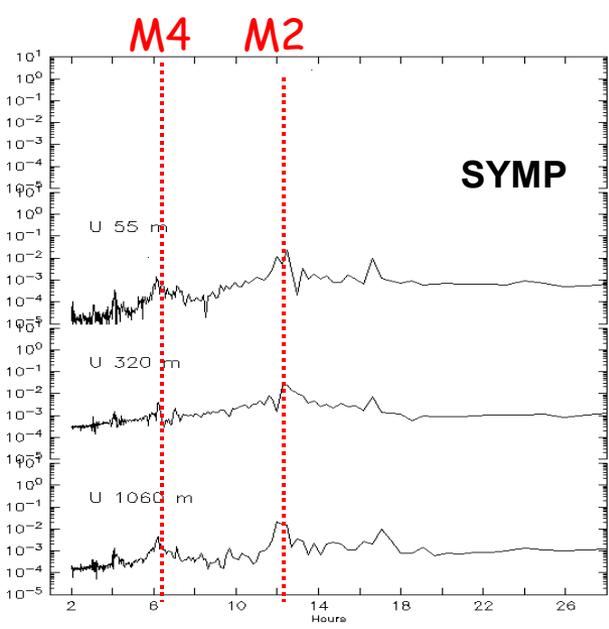
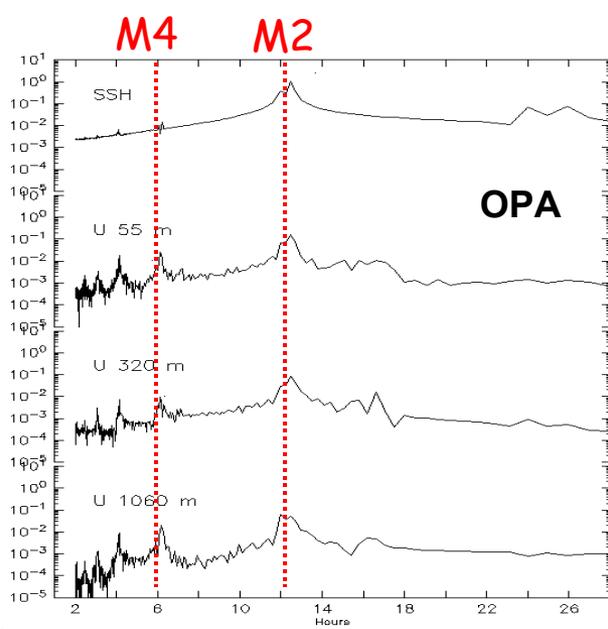
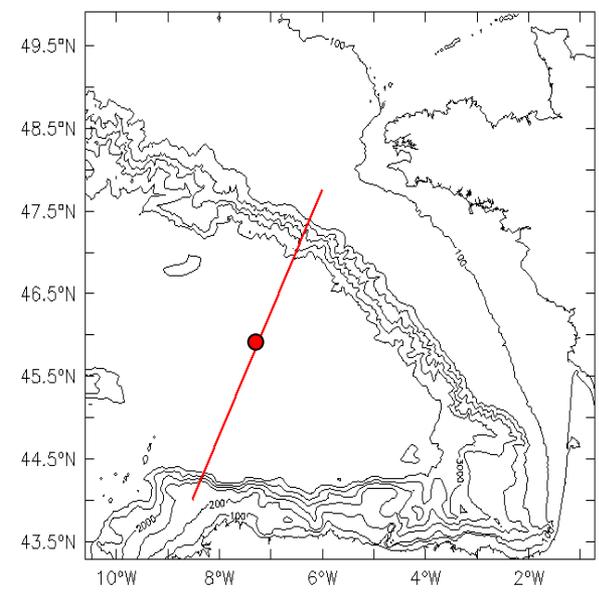
○ M4





# Réponse interne

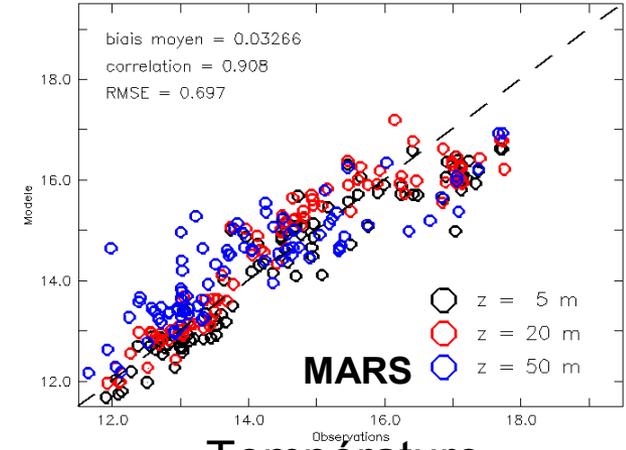
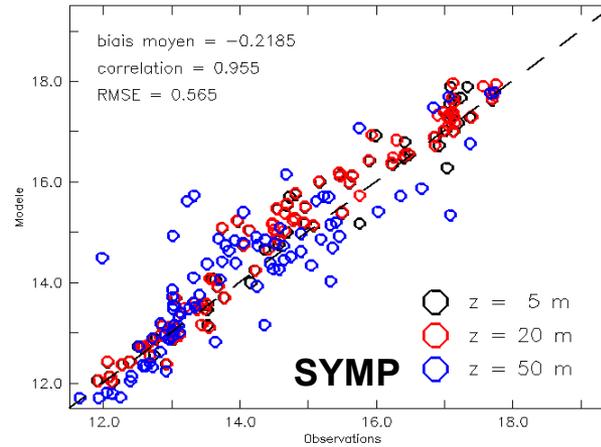
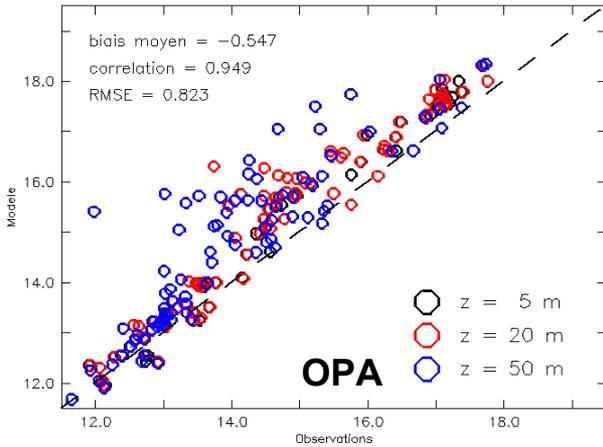
- Sorties horaires le long du section
- FFT de la SSH, U et V à 3 profondeurs en septembre



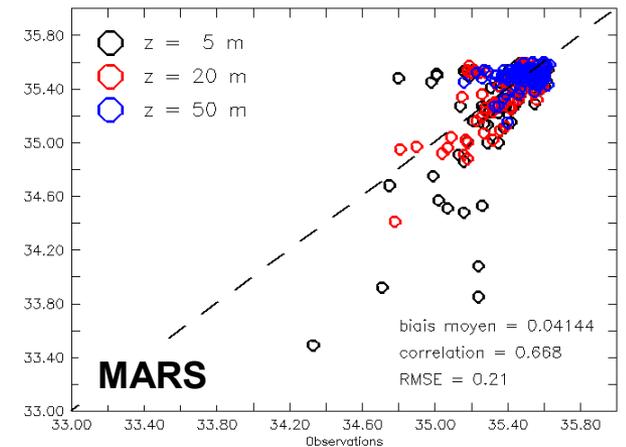
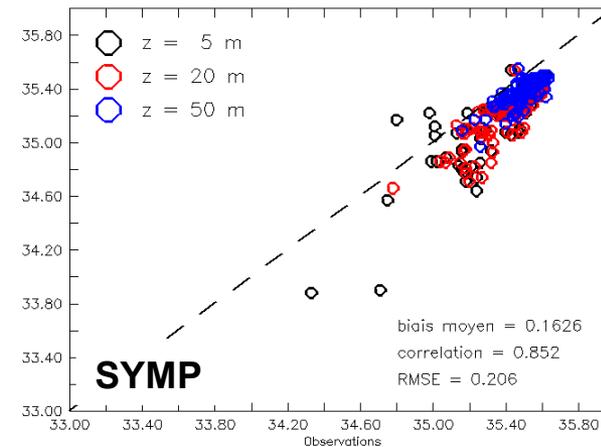
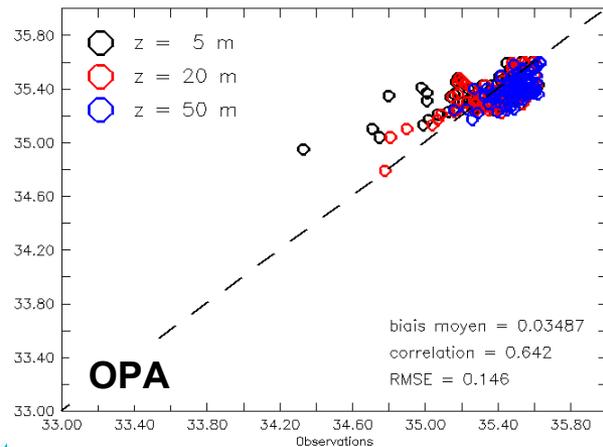


# Hydrologie sur le plateau

## Comparaison avec les données EVHOE (novembre 2004)



Température

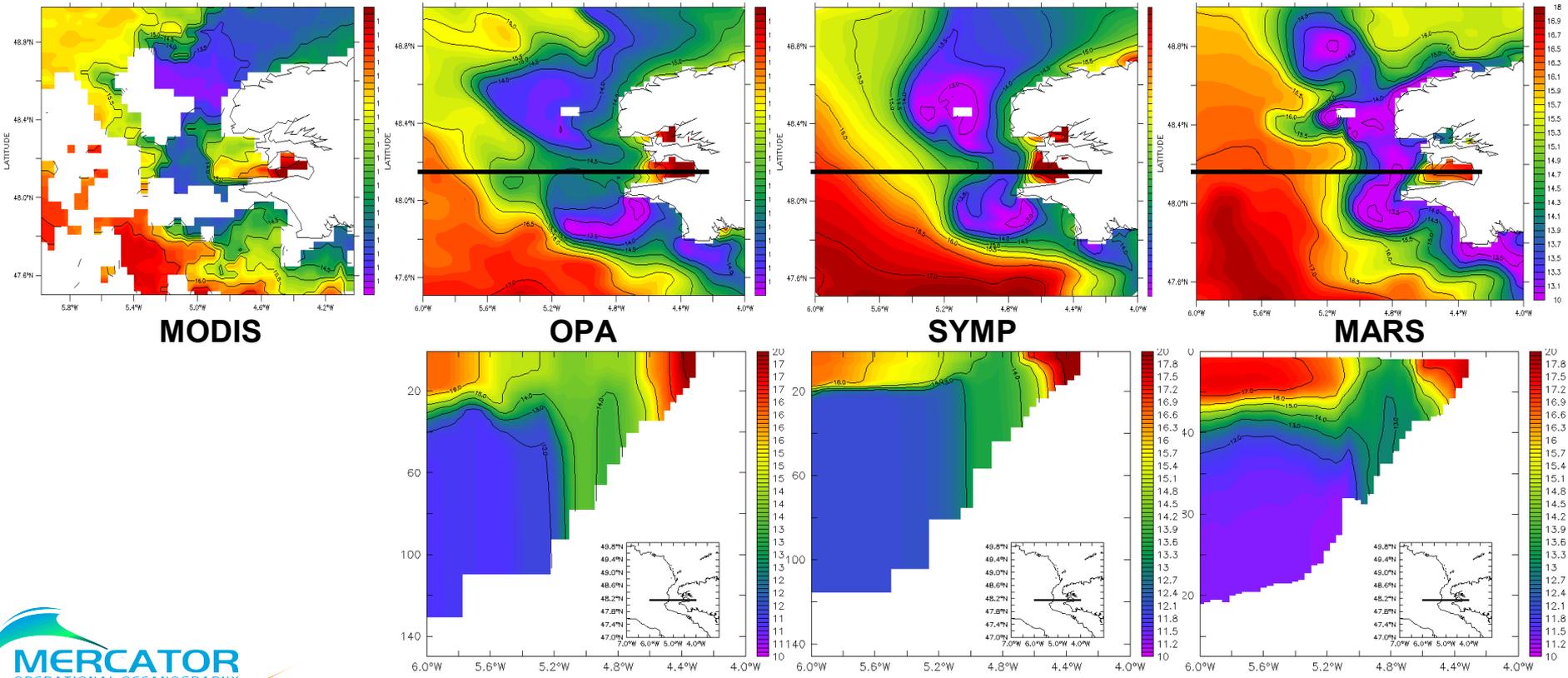


Salinité



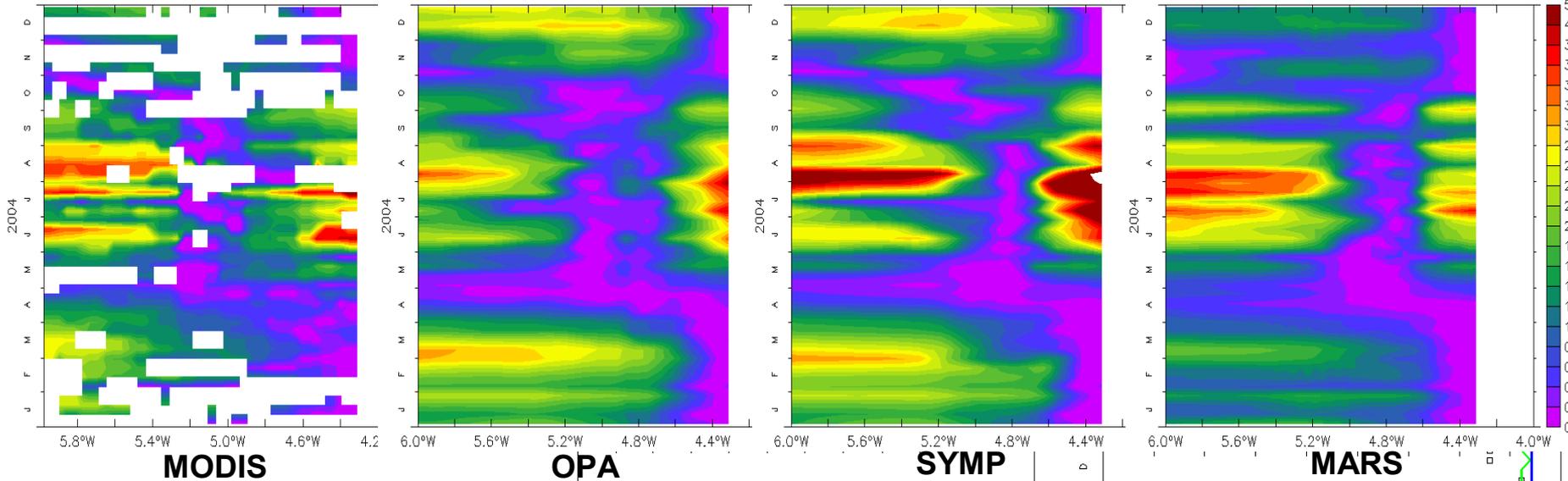
# Mélange (1)

- Front de Ouessant, le 06 juillet 2004



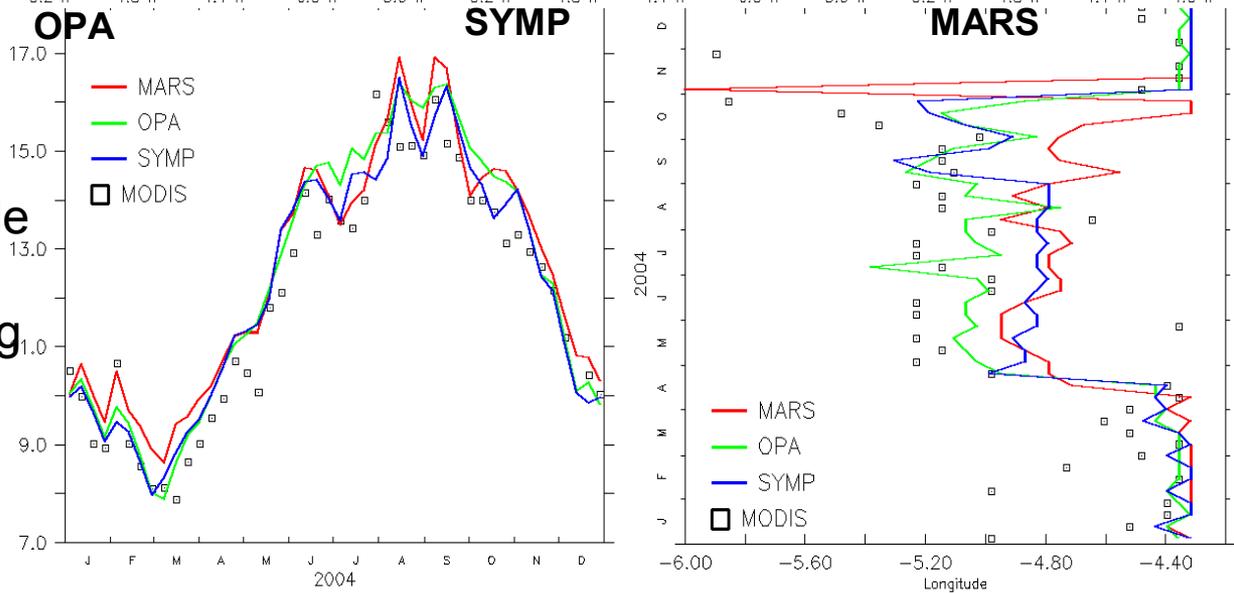


# Mélange (2)



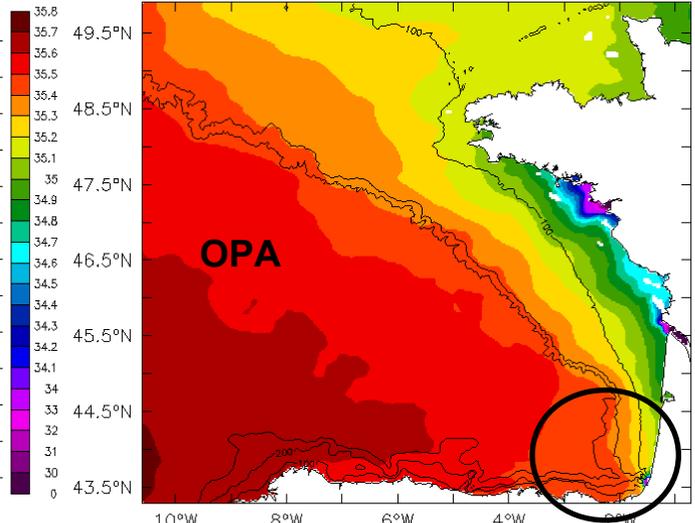
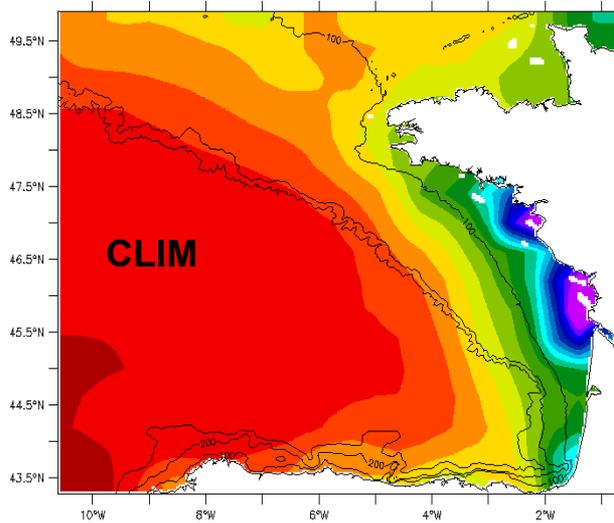
## Front de Ouessant

Diagrammes espace-temps de la SST normalisés par le minimum de la SST le long de la section à travers le front





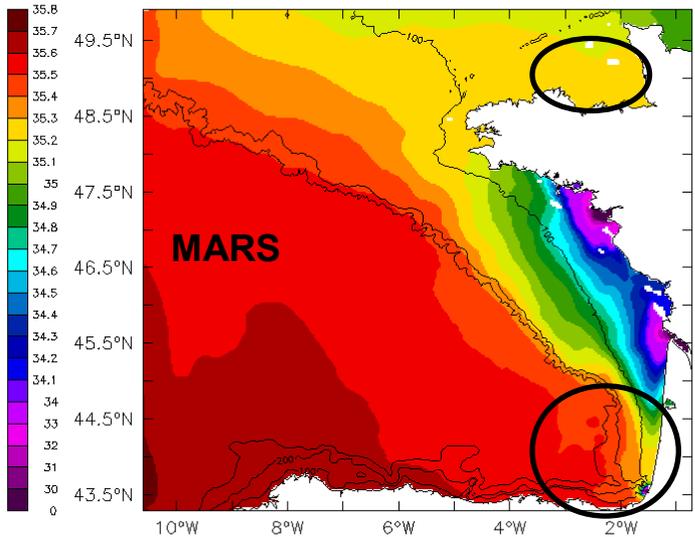
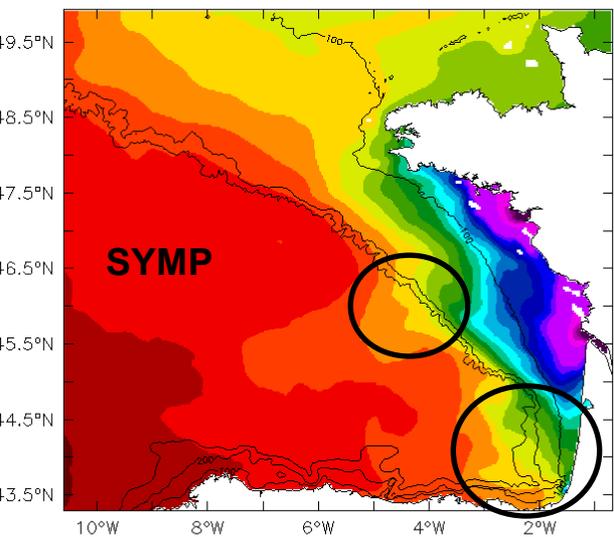
# Panaches



**SSS** (moyenne annuelle)

Extension réduite avec OPA

Pas d'extention au delà du plateau des Landes avec MARS et OPA

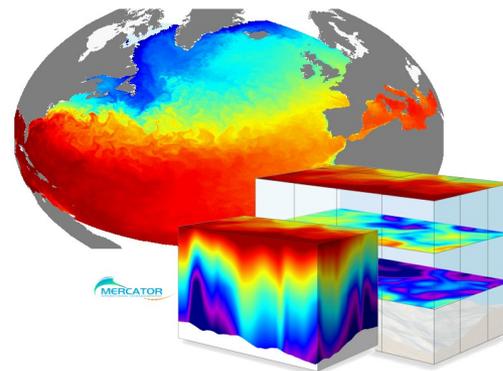




# Le système façade IBI : état d'avancement et perspectives

S. Cailleau, J. Chanut, S. Law Chune, B.Levier, G. Reffray  
(MERCATOR)

M. Benkiran (CLS)





# La modélisation régionale à MO

- **2004-2006** : MERSEA, participation au développement de NEMO. Rapprochement de la communauté côtière. Développement du « service à façon ».
- **2006-2008** : structuration autour de différents projets européens (EASY, ECOOP, projet d'intercomparaison).
- **2009-2012** : développement de systèmes re-localisables (INFOCEAN). MY OCEAN : déploiement opérationel de façade programmé pour avril 2011 (IBI WP : 2 cores partners, MERCATOR et Puertos del Estado, 2 research partners, CNRS et NERC).



# Le système façade (1)

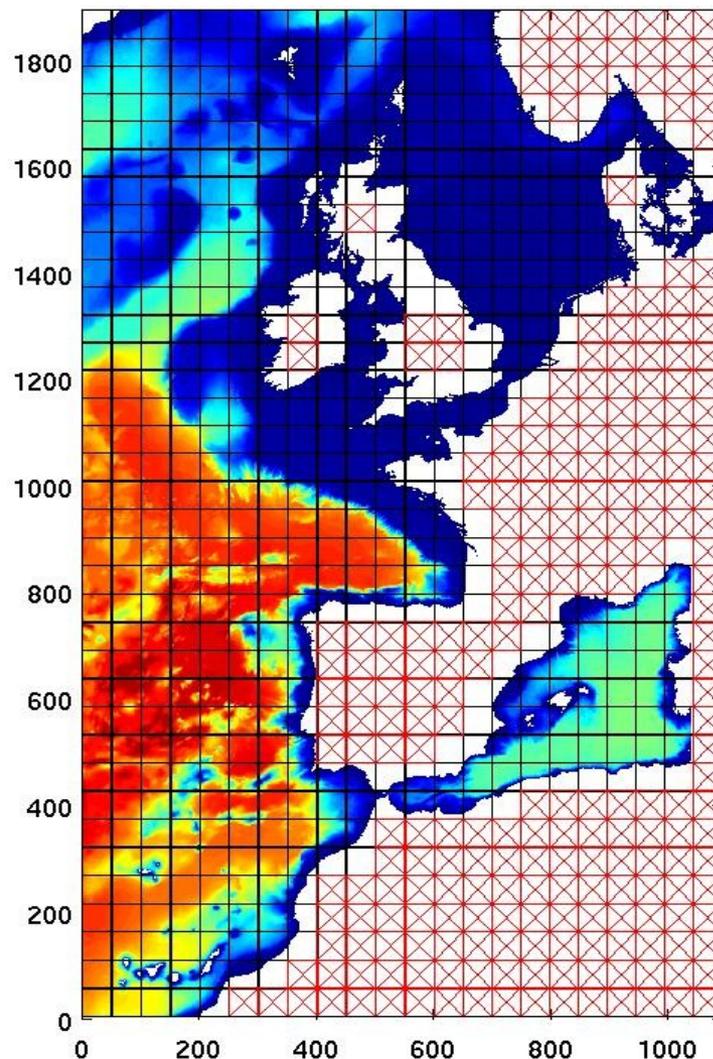
- NEMO 2.3
- Résolution horizontale  $1/36^\circ$
- 50 niveaux géopotentiels
- Partial bottom cells
- Bathymétrie GEBCO
- Fermeture 1.5 TKE (Gaspar *et al* 1990)
- 35 fleuves (sous forme OBC)
- Surface libre explicite (time-splitting)
- Advection quickest traceurs
- Pas de diffusion horiz traceurs
- Volume variable
- Marée : 10 ondes (FES2004 + TPXO7.1) + potentiel
- Forçage atmosphérique à 3h (ECMWF). Gradient de pression atmos inclus (surcôte)
- OBC : extraites de NATL12 (PSY2V3). Mode 2D : Blayo et Debreu 2005. Mode 3D/TS : relaxation. Interpol spatiales conservatives (UV).



## Le système façade (2)

### Performances sur le super-calculateur IBM (ECMWF)

- $1/36^\circ$  (Mémoire  $\approx 117$  Go)  
792 sous-domaines (543 processeurs)  
**CPU (elapsed)  $\approx 4$ h / semaine**  
stockage : 2 Go / sortie
- $1/12^\circ$  (Mémoire = 13 Go)  
256 sous-domaines (192 processeurs)  
**CPU (elapsed)  $\approx 0.5$ h / semaine**  
stockage : 0.2 Go / sortie



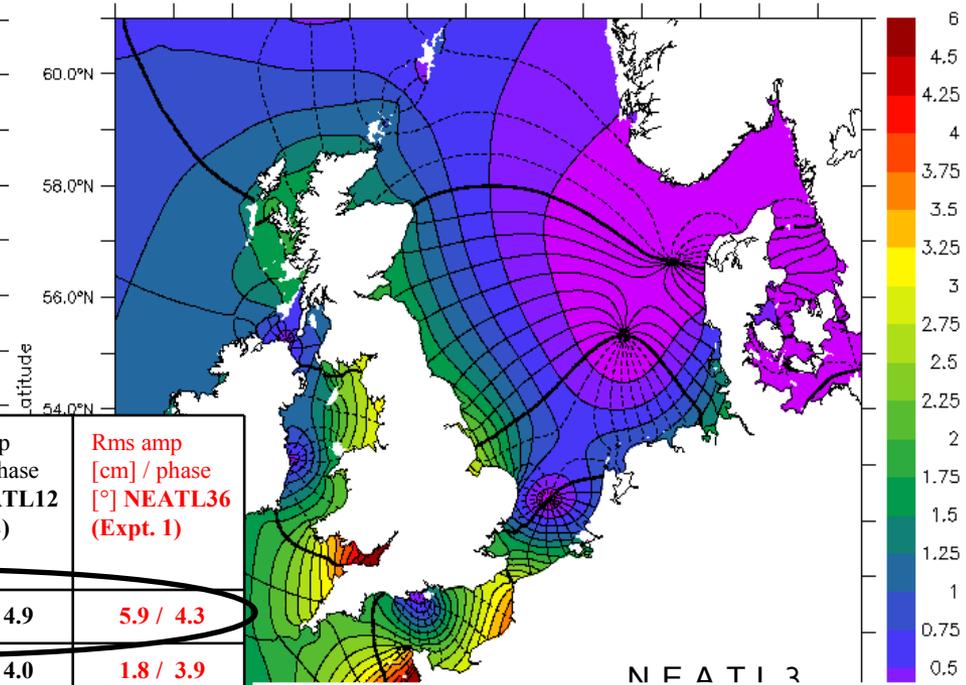
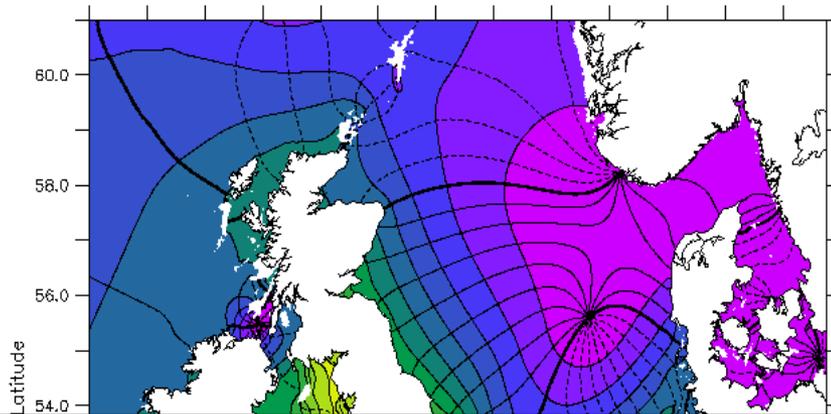


# Bilan 2008

- Fin du projet d'**intercomparaison**. S'est traduit par de profonds ajouts/modifications du code (mélange vertical, schéma d'advection, frontières ouvertes, marée, ...)
- Premier **hindcast** (2003-2004) au  $1/36^\circ$ . Le passage du  $1/12^\circ$  au  $1/36^\circ$  améliore sensiblement les résultats pour la marée.
- **Assimilation** de données mise en place avec succès au  $1/12^\circ$  (M. Benkiran) mais sans marée et ni forçage HF. L'essentiel de la problématique concernait les OBC.



# Bilan 2008 (2)



Tidal wave	Period [hours]	nobs	Obs Mean amplitude [cm]	Rms amp [cm] / phase [°] FES2004	Rms amp [cm] / phase [°] TPXO7.1	Rms amp [cm] / phase [°] NEATL12 (Expt. 2)	Rms amp [cm] / phase [°] NEATL36 (Expt. 1)
M2	12.44	134	124.6	4.0 / 5.6	7.6 / 4.3	6.5 / 4.9	5.9 / 4.3
S2	12.00	99	40.5	2.4 / 6.9	1.9 / 3.9	2.3 / 4.0	1.8 / 3.9
N2	12.65	96	23.4	1.2 / 6.2	1.1 / 3.8	1.5 / 4.2	1.4 / 3.9
O1	25.81	98	6.6	0.5 / 5.9	0.6 / 7.2	0.5 / 5.2	0.5 / 5.0
K1	23.93	98	7.3	0.8 / 7.6	0.7 / 9.8	1.3 / 8.3	1.3 / 8.5
Q1	26.86	69	2.2	0.3 / 13.3	0.3 / 10.8	0.4 / 11.2	0.4 / 10.9

Comparison to insitu observations:  
 Moving from 1/2° to 1/36° improves the statistics in general.  
 1/36° model outperforms TPXO 7.1 but still not as good as FES2004.

M2 amplitude [m] and phase

M2 amplitude [m] and phase



# Perspectives (1)

- Développement NEMO
  - sensibilité aux schémas de fermeture turbulente (modèles à deux équations prognostiques, MY2.5, Generic Length Scale Models)
  - sensibilité aux schémas d'advection
  - remplacement du schéma de time-splitting actuel (Griffies et al, 2001, non conservatif !) par un schéma forward-backward type ROMS.
- Séquence opérationnelle à déterminer (temps de spin-up, filtrage digital - spectral nudging ?)
- Diagnostics off-line / métriques à déterminer
  - intégration du réseau d'observations IBIROOS
  - diagnostics lagrangiens



## Perspectives (2)

- Qualification du système
- Assimilation ( $1/12^\circ$ ) avec HF (M. Benkiran, POC)
- Run-off : couplage avec des modèles de bassin versant (modèle E-HYPE du SMHI, ECOOP)
- Intégration dans ENSURF (ensemble storm surge forecasting system)
- Couplage one way avec des modèles de vagues