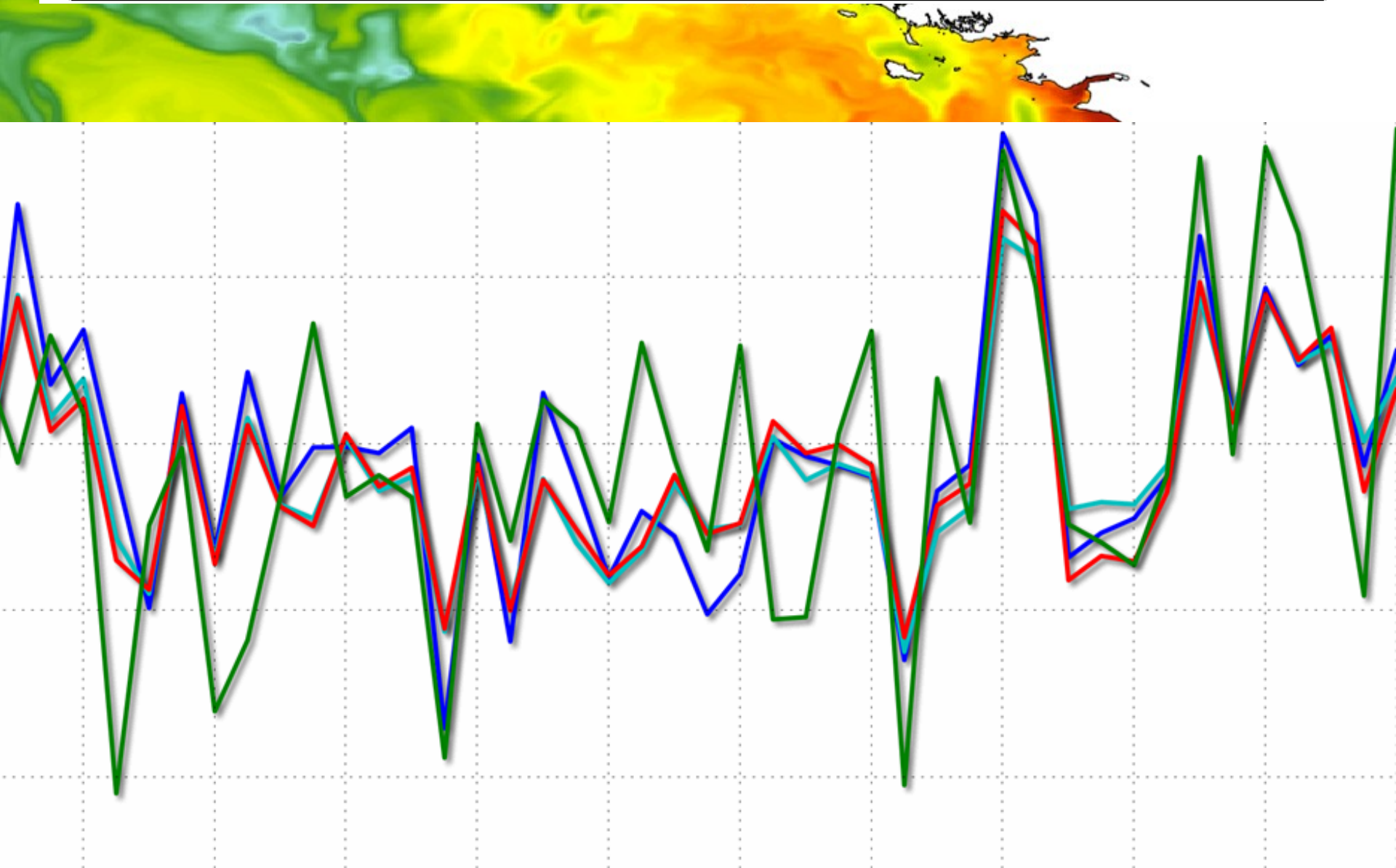


# Evolution Interannuelle de la dynamique dans le golfe de Gascogne et la Manche (ENIGME)



# Le projet ENIGME

**Description et analyse de la variabilité interannuelle passée  
sur des périodes décadales à pluri-décadales dans le  
golfe de Gascogne et la Manche**

**... dans le but de ...**

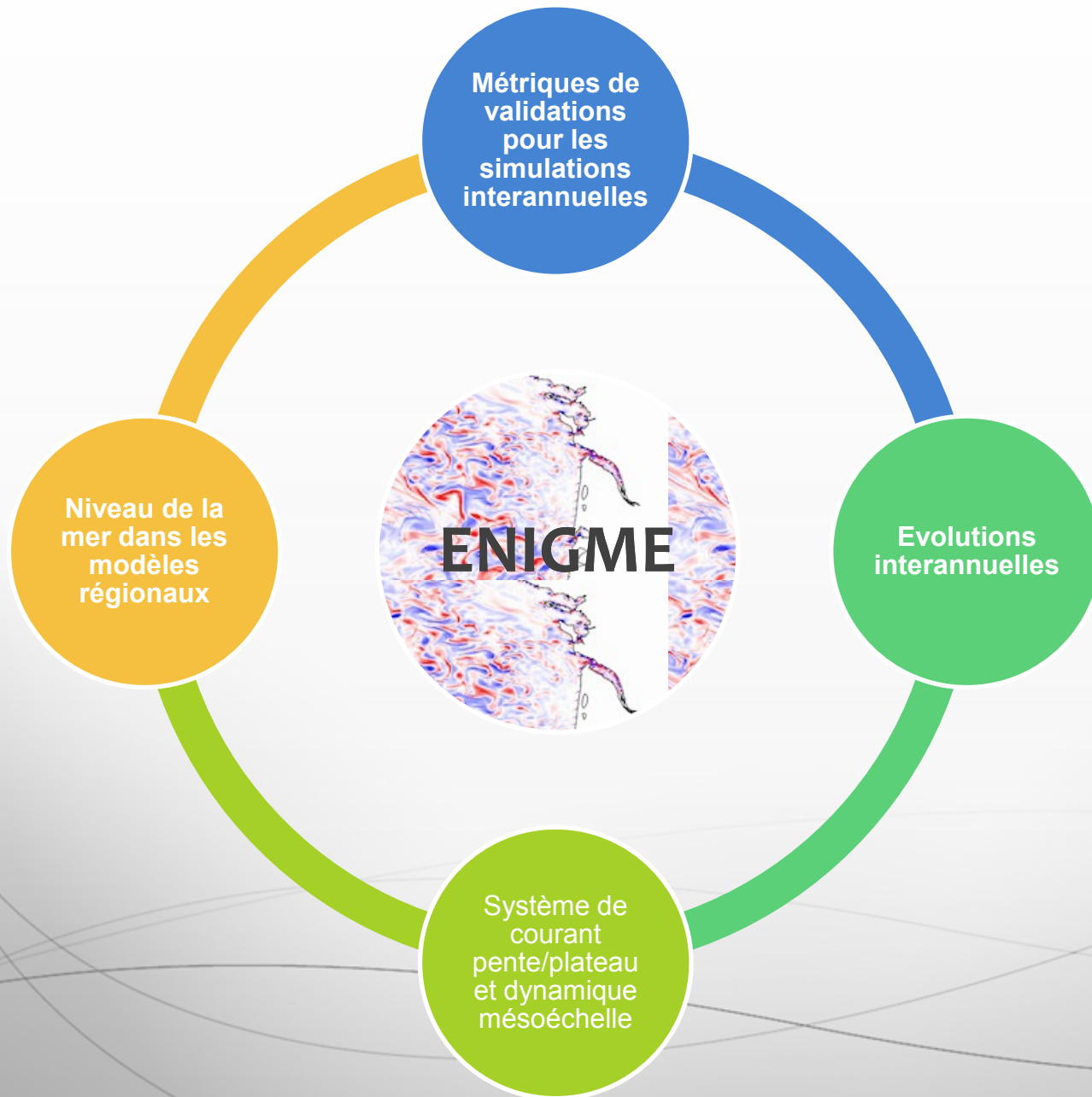
**... mieux comprendre cette dynamique,**

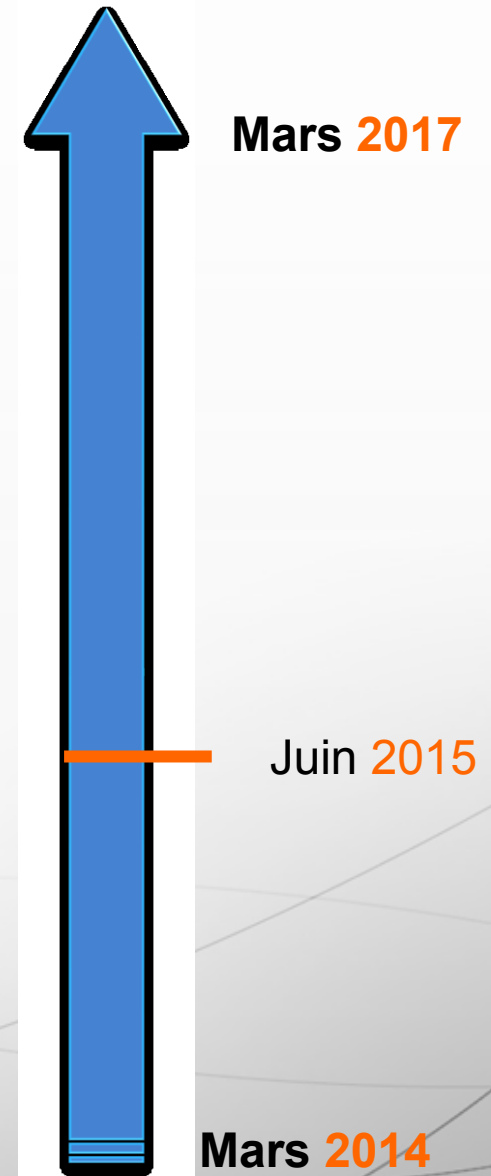
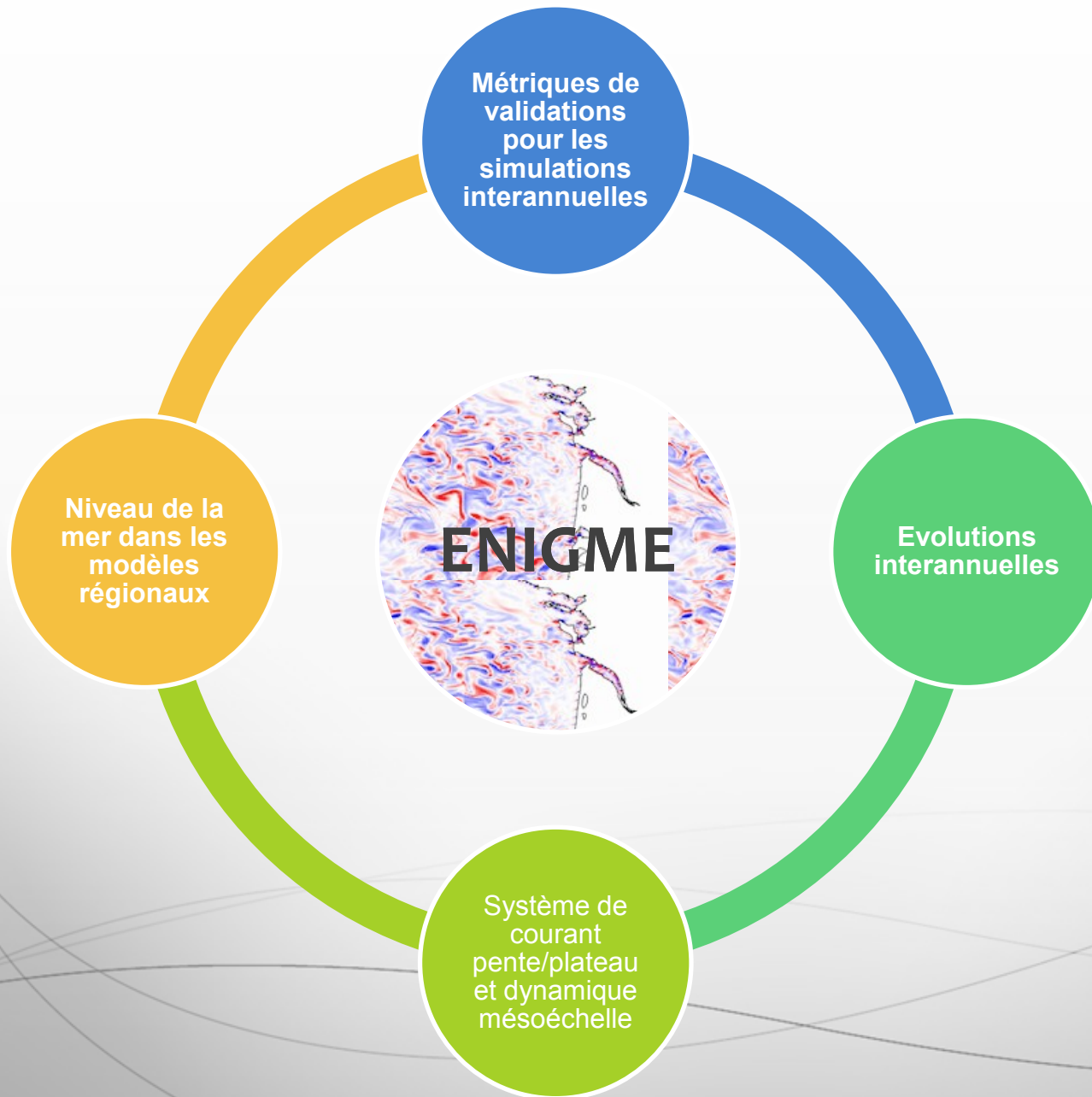
**... identifier les capacités et les limites de nos approches numériques pour  
une application sur des scénarii futurs.**



- Projet en Partenariat Renforcé
- LEFE/GMMC – 2014-2017

**Organisé en 4 volets ...**







## Quelques résultats ...

- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles
- Conclusions & Perspectives

## Quelques résultats ...

- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
- Conclusions & Perspectives

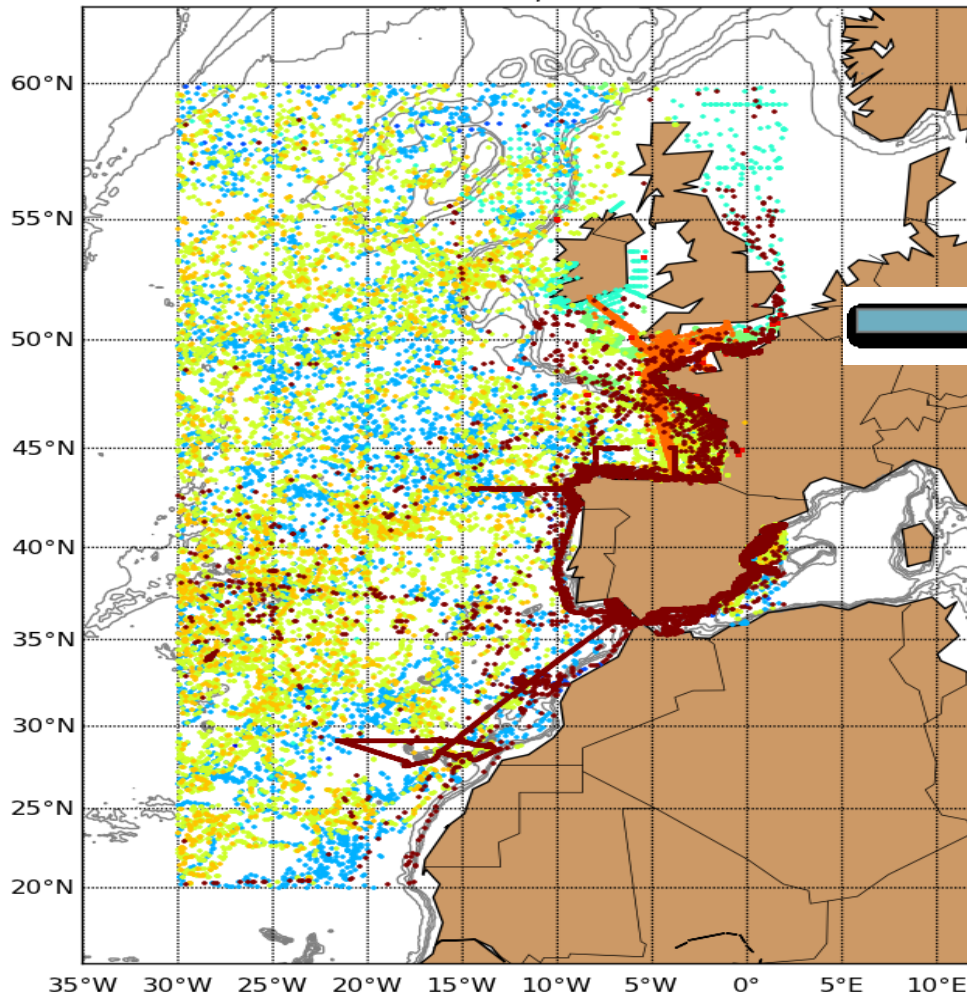
	Configuration / model	Simulation	Domain	Res.	Contact
≤10 years	<b>IBIRYS</b> / NEMO	With assimilation	IBI	1/12° (~9 km) - z	M. Benkiran, G. Reffray
	<b>MANGA-PREVIMER</b> / MARS3D	Without assimilation, OBC : PSY2V4, AF : ARPEGE HR, AROME	English Channel – Bay of Biscay	2.5 km - sigma	L. Pineau-Guillou, F. Dumas
	<b>MANGA-SN</b> / MARS3D	Spectral nudging with IBI12, OBC : IBI12	English Channel – Bay of Biscay	2.5 km - sigma	F. Dumas
	<b>MANGA-36</b> / MARS3D	Over grid ORCA IBI36, OBC : IBI12	English Channel – Bay of Biscay	1/36° (~3 km) - sigma	S. Theetten
	<b>BACH</b> / MARS3D	OBC: DRAKKAR 1/12°, AF : ERA40+ERAINTERIM	English Channel – Bay of Biscay	4 km, 2.5 km - sigma	F. Vandermeirsch
	<b>BACH1000</b> / MARS3D	OBC : DRAKKAR 1/12°, AF : ERA40+ERAINTERIM	English Channel – Bay of Biscay	1 km - sigma	F. Vandermeirsch
	<b>AZTI</b> / ROMS	Without assimilation, OBC : ECCO (NASA) / TPXO.7, WOA5/TPXO.5; AF: Meteo Galicia products, NCEP-reanalysis	Bay of Biscay	4 km, 6-6.5 km - sigma	L. Ferrer / M. Chifflet
	<b>POC</b> / S25	Targeted simulations for 2-3 given years	Bay of Biscay	~1 km - sigma	N. Ayoub / P. Marsaleix
53 years	<b>BACH</b> / MARS3D	OBC : DRAKKAR 1/4°, AF : ERA40+ERAINTERIM	English Channel – Bay of Biscay	4 km, 2.5 km	F. Vandermeirsch
Global reanalysis	<b>GLORYS</b> / NEMO	With assimilation	Global	1/4°	Mercator-Ocean
	<b>DRAKKAR</b> / NEMO	Without assimilation	Global	1/4°, 1/12°	A.-M. Tréguier / C. Talandier

# Constitution d'une base de référence pour le golfe de Gascogne et la zone IBI

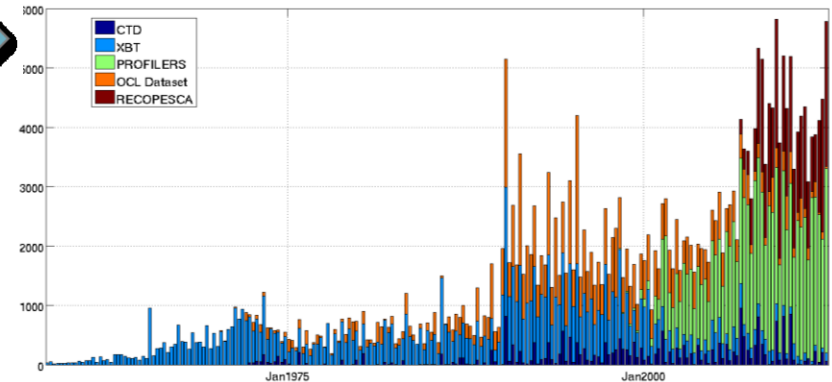
Diverses sources (Bobyclim, Coriolis - CORA, SISMER, SHOM, ...)

>> Vers un **CORA-IBI** incluant l'ensemble des profils disponibles

CORA IBI: 2011/ 58392 Profils



Nombre de profils verticaux dans CORA-IBI



CTD



XBT



PROFILERS



OCL data



RECOPECA



## Quelques résultats ...

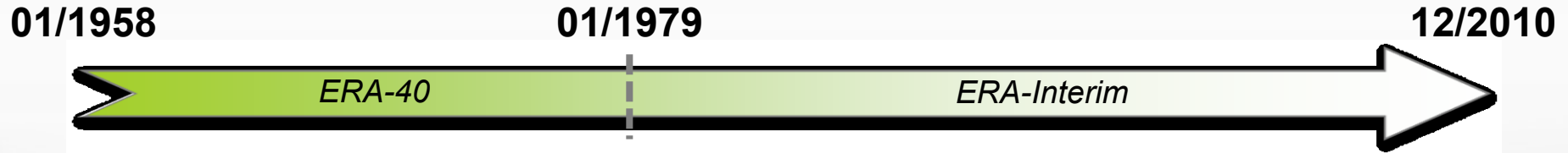
- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
- Conclusions & Perspectives



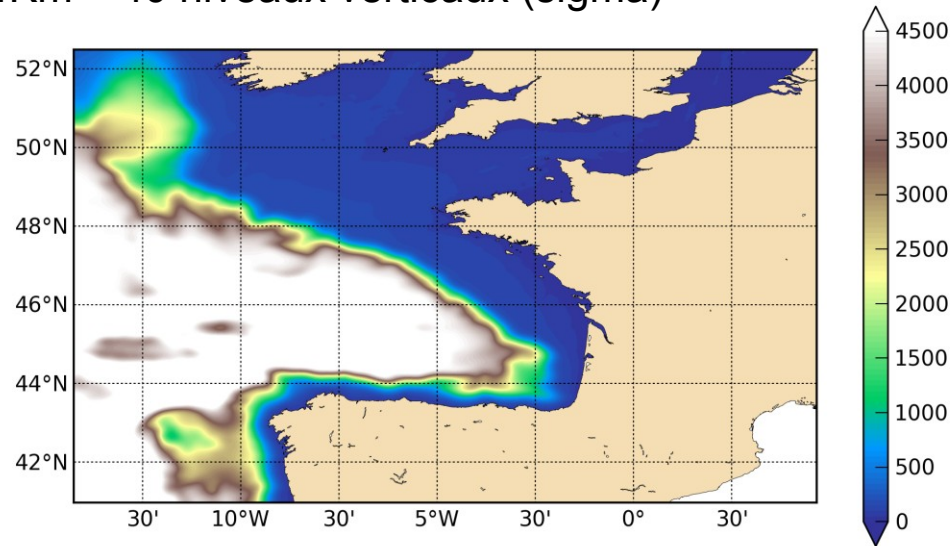
# Simulations MARS3D/BACH au CINES

Plusieurs simulations de développement et de sensibilité  
pour des durées de 5 ans à 16 ans

2 simulations (REF1.4 – sans marée / REF1.6 – avec marée) de 53 ans



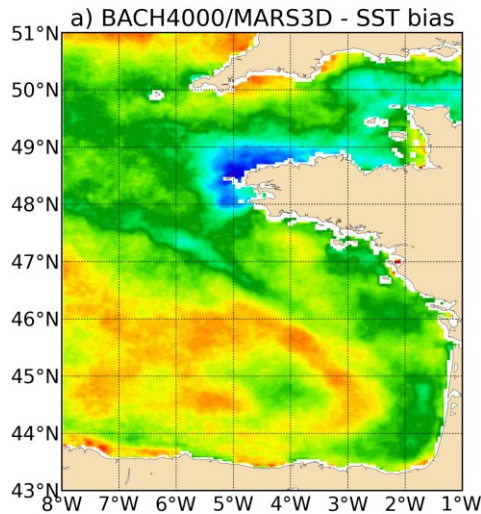
4Km – 40 niveaux verticaux (sigma)



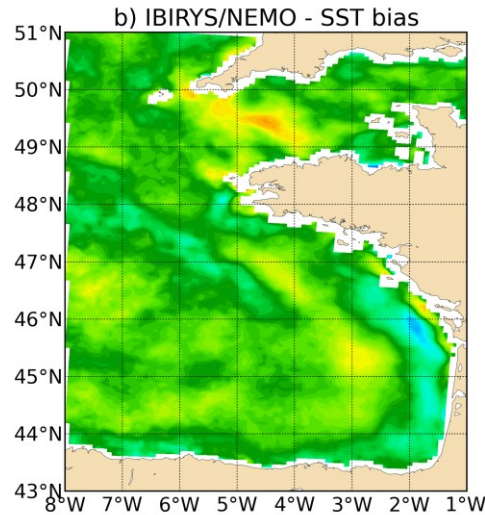


# Température de Surface

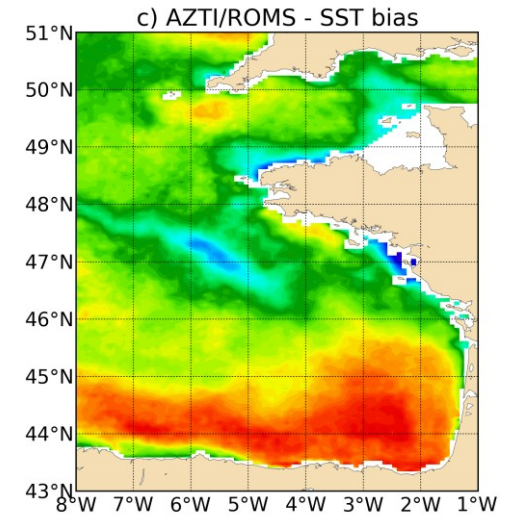
## - un exercice d'intercomparaison -



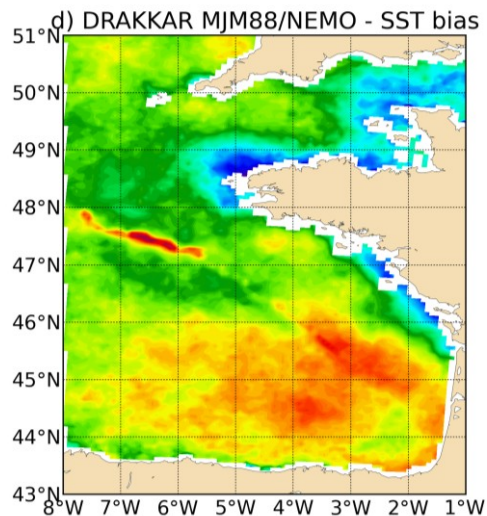
Après 51 ans de simulation (run libre)



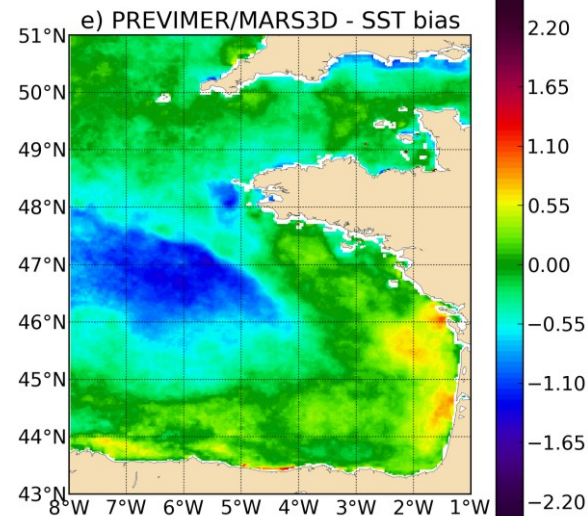
Après 7 ans de simulation (avec assimilation)



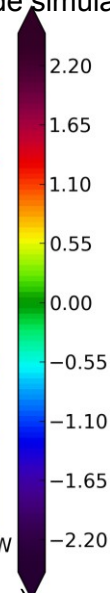
Après 11 ans de simulation (run libre)



Après 51 ans de simulation (run libre)



Après 3 ans de simulation (run libre)

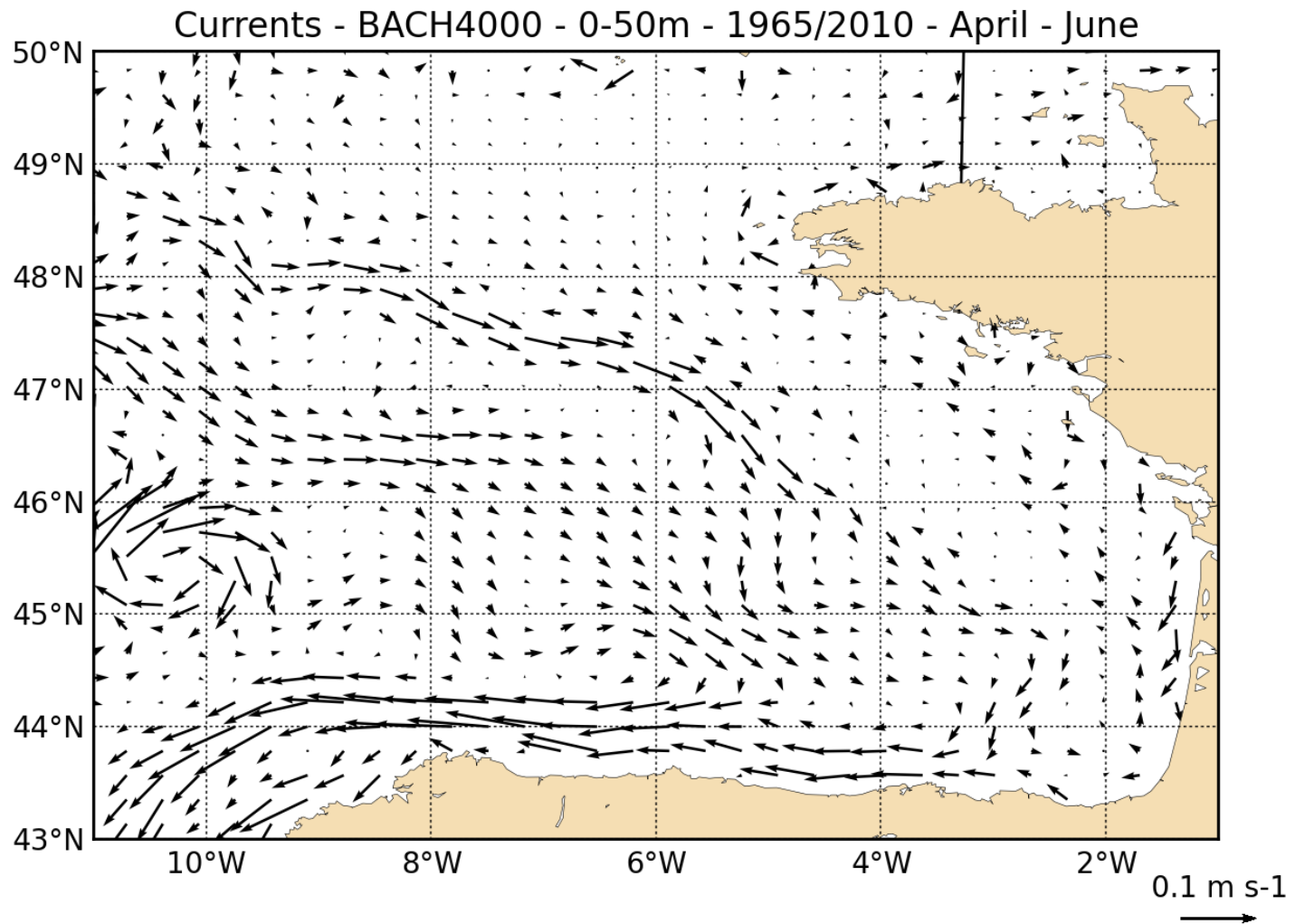


Biais moyen ( $\langle \text{Observé} \rangle - \langle \text{Modélisé} \rangle$ ) en SST pour l'année 2009 (Obs: SEVIRI SST; Le Borgne et al., 2011)



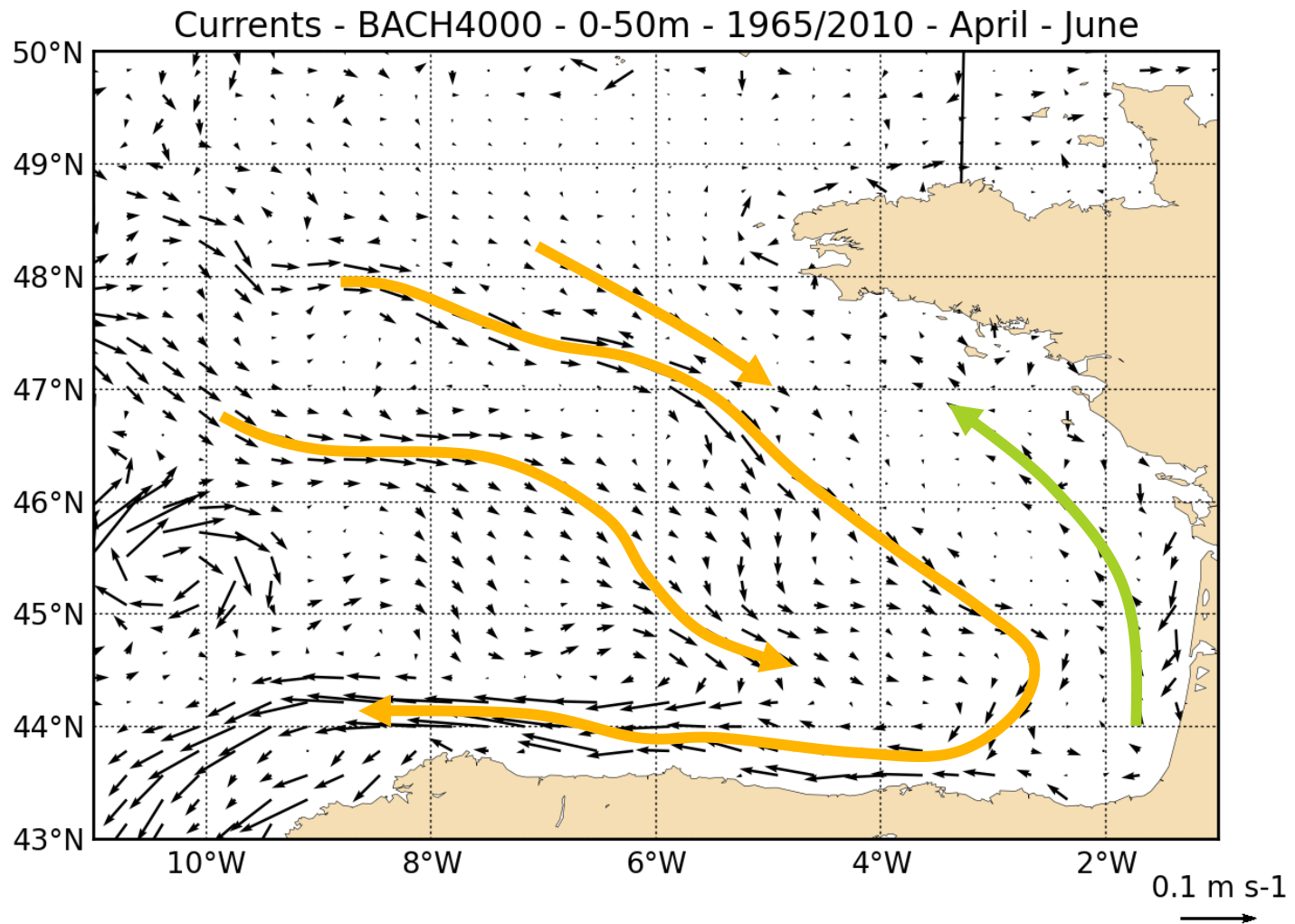
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

Printemps (Avril – Juin)



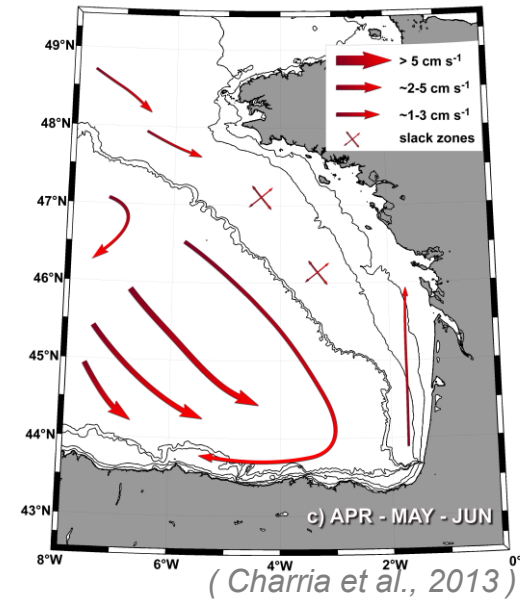
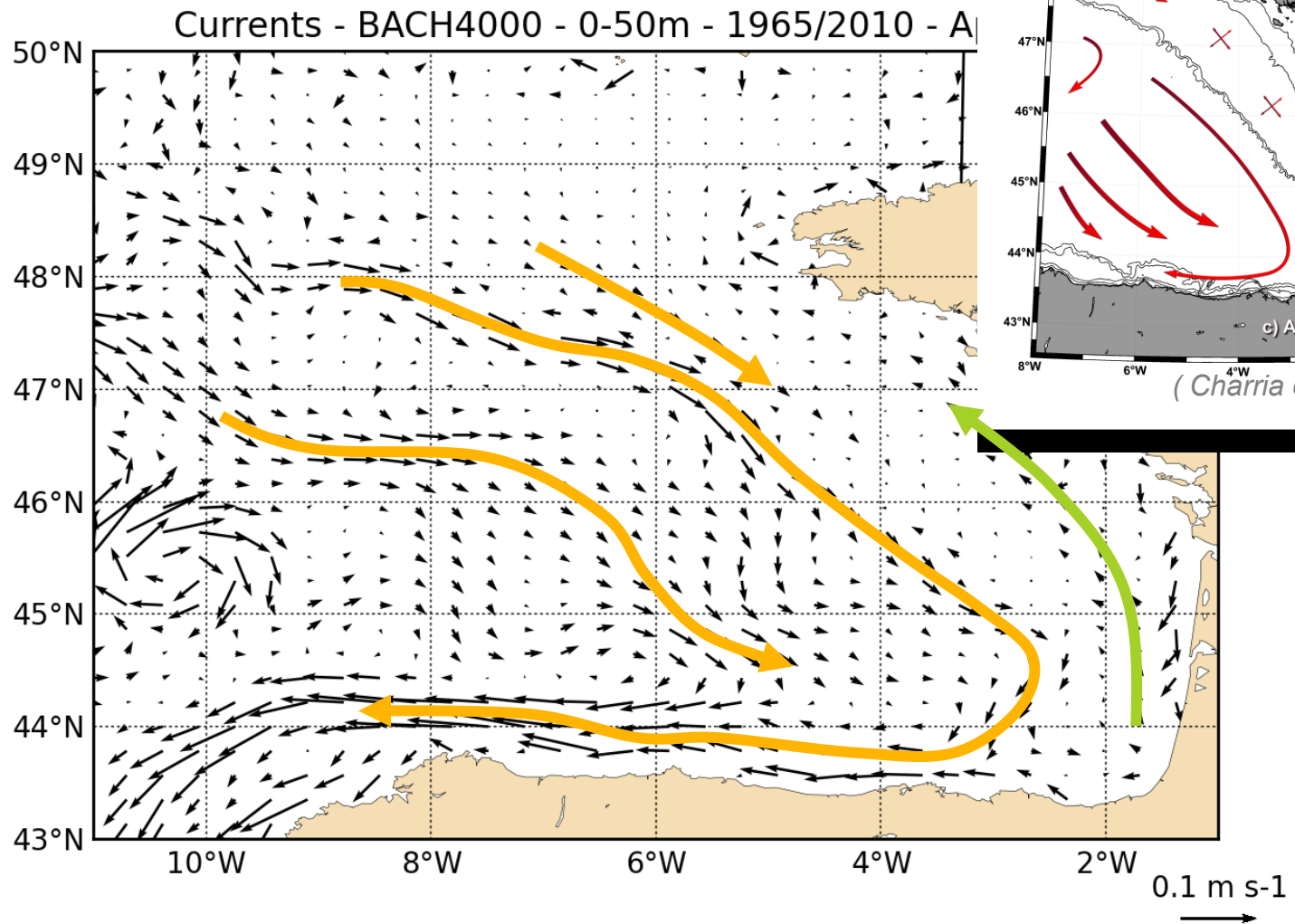
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

## Printemps (Avril – Juin)



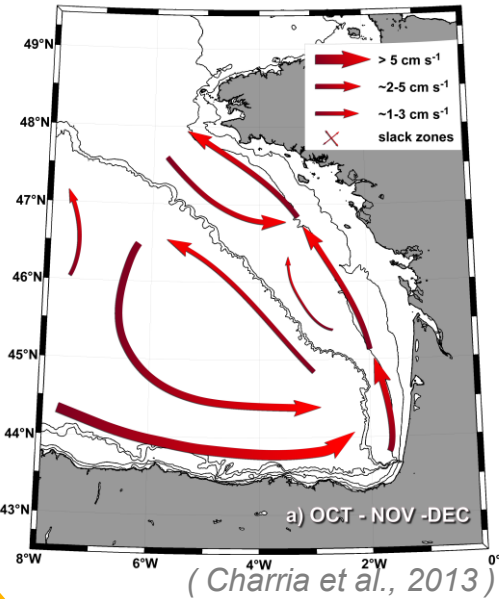
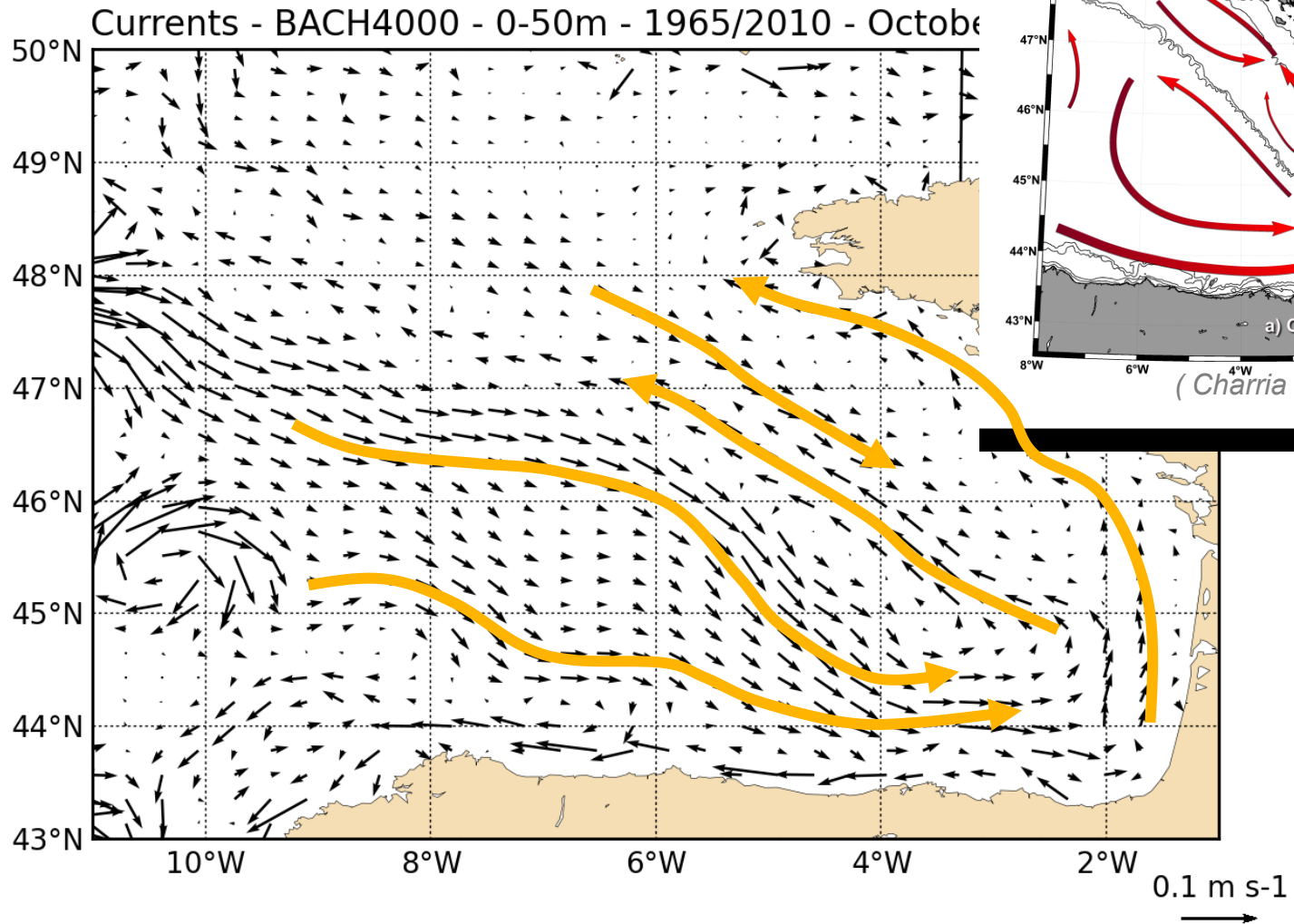
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

## Printemps (Avril – Juin)



# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

## Automne (Octobre – Décembre)



## Quelques résultats ...

- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses  
(G. Jorda, M. Marcos, L. Pineau-Guillou)
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles
- Conclusions & Perspectives

# Exploration du niveau de la mer dans BACH4000 (53 ans)

(G. Jorda, M. Marcos, L. Pineau-Guillou)

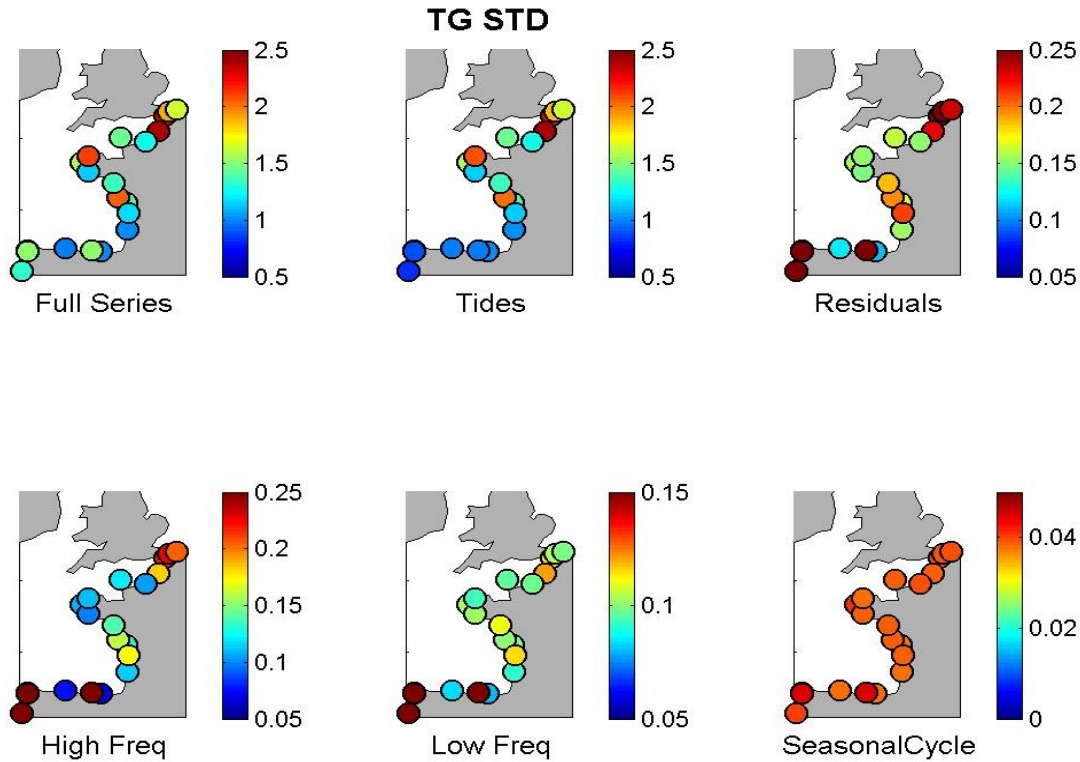
**Le niveau de la mer (simulation REF1.6) au regard des observations ?**

## **Marégraphes et Altimétrie**

... pour les différents sites

... pour différents échelles temporelles (tendance, saisonnier, basse fréquence, haute fréquence, marée, évènements extrêmes)

# Composantes du niveau de la mer

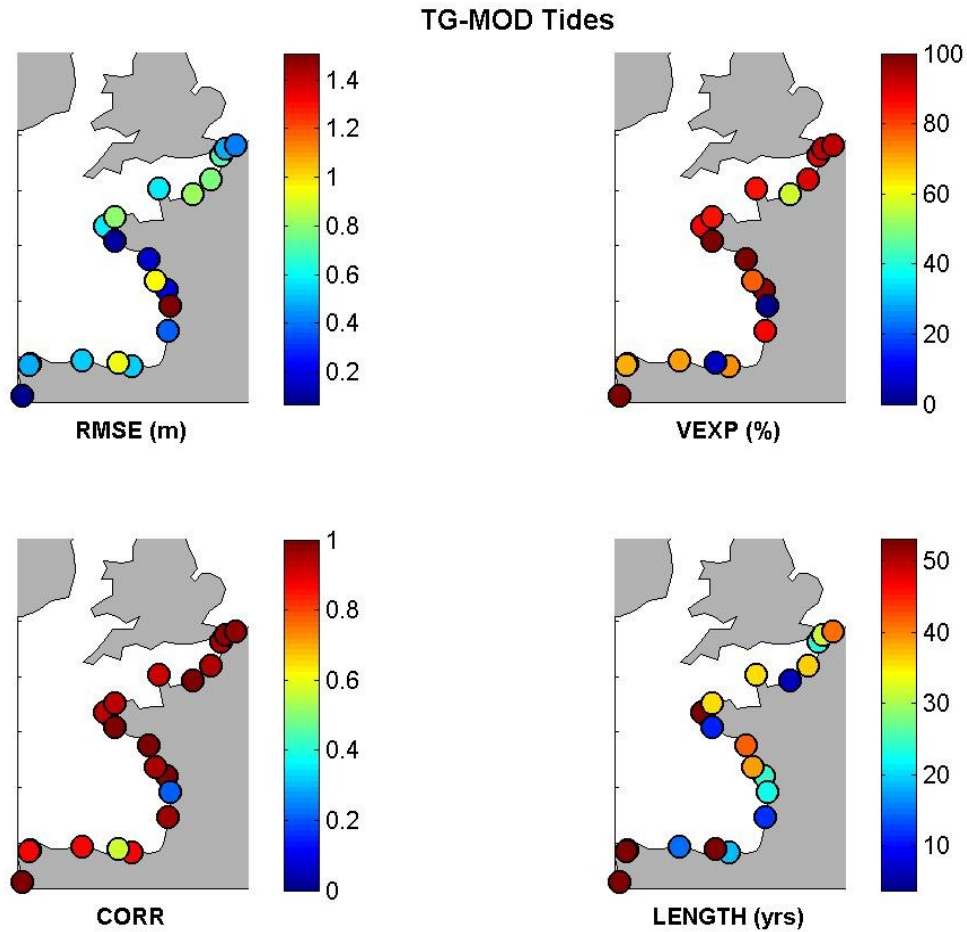


*Ecart-type (en m) mesuré par les marégraphes pour différentes fréquences*



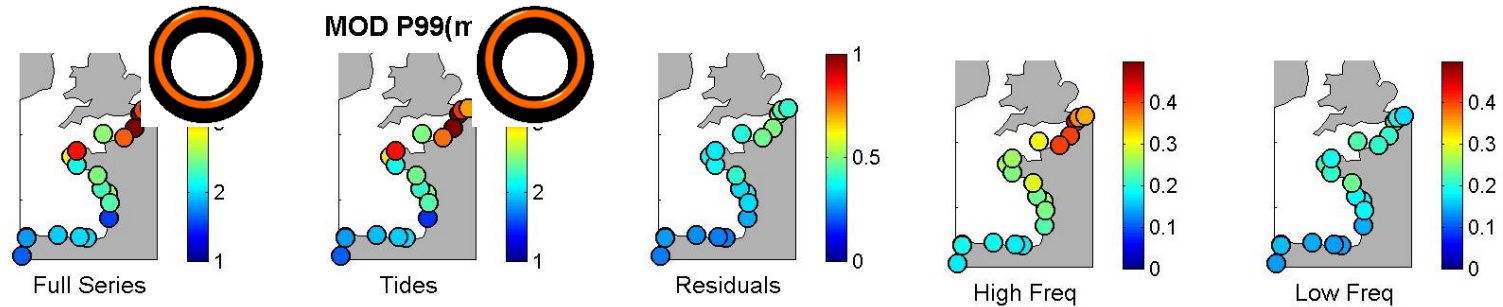
# Comparaisons BACH4000 / données marégraphiques

*Marée observée vs Marée modélisée*

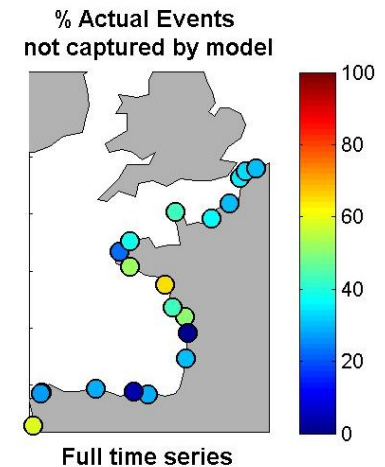


## Evènements extrêmes

*Evènements extrêmes détectés (Percentile 99 de la variabilité du niveau de la mer) dans les simulations*



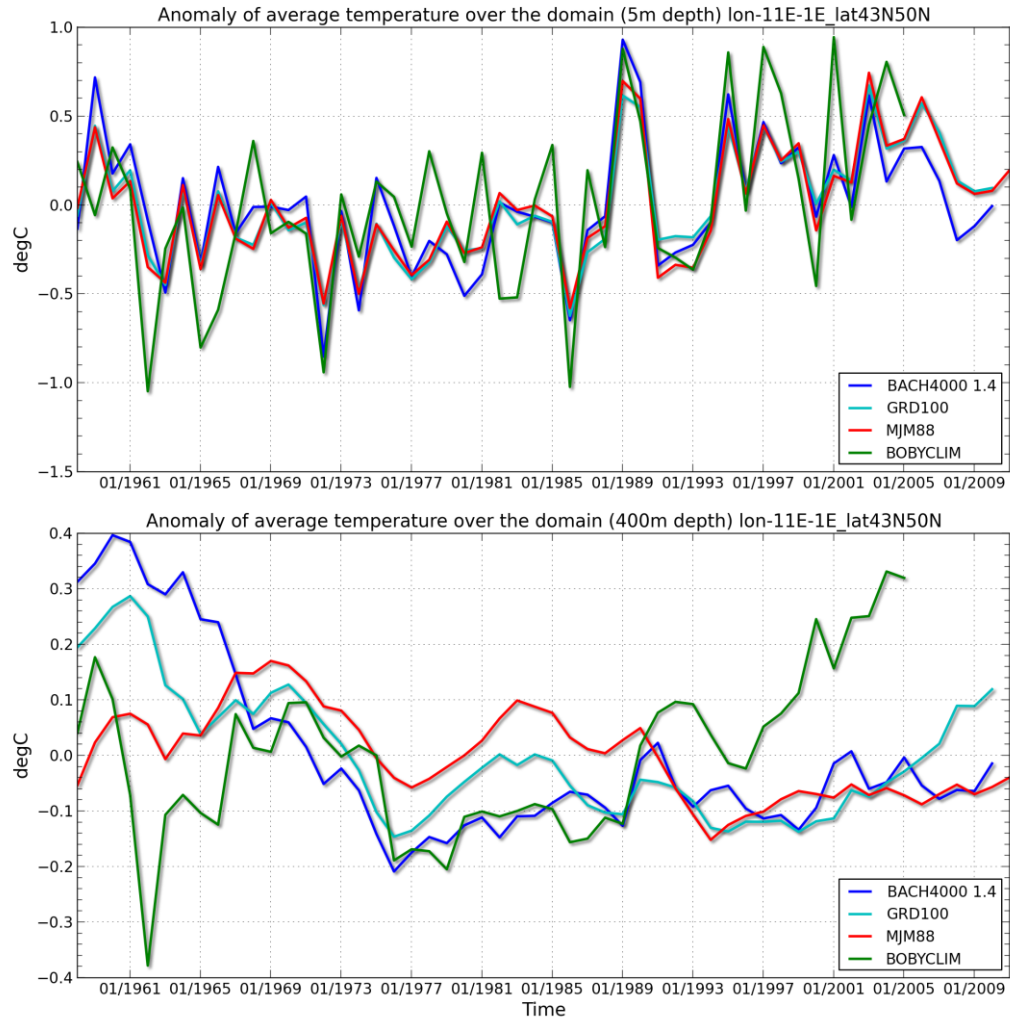
Evènements extrêmes correctement reproduits  
(liés aux composantes de marée)



## Quelques résultats ...

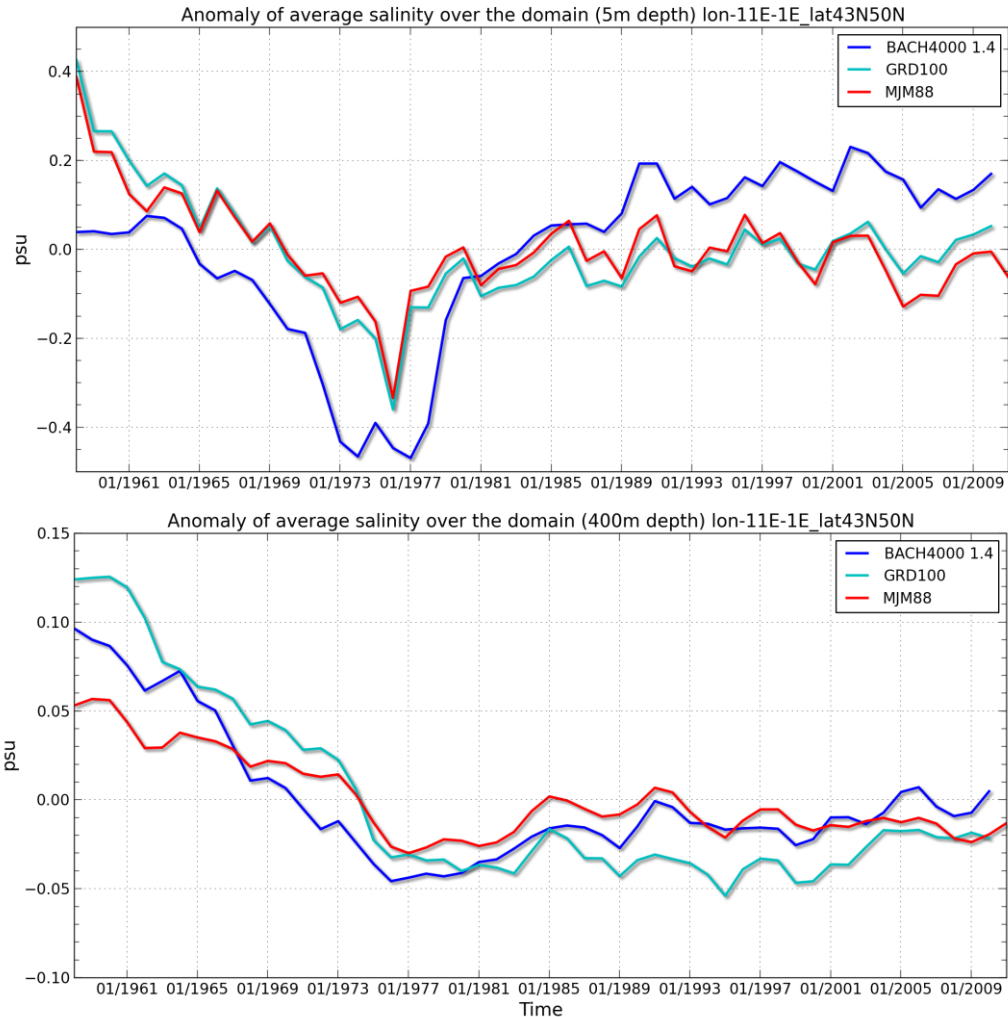
- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- **Evolutions interannuelles** - Des températures moyennes à la Navidad  
(C. Assassi – *thèse*, F. Vandermeirsch, Y. Morel, S. Theetten, G. Charria)
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles
- Conclusions & Perspectives

# Evolution de la Température



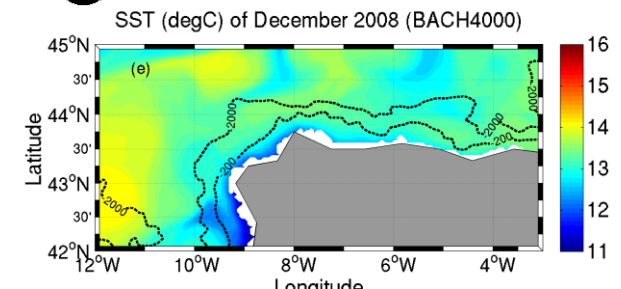
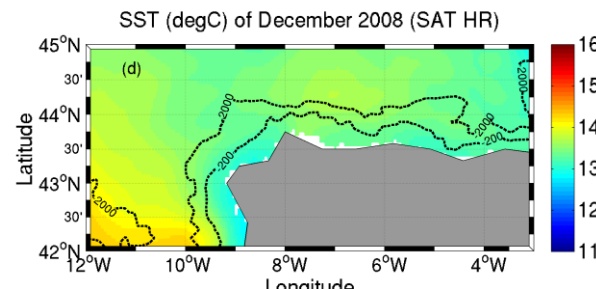
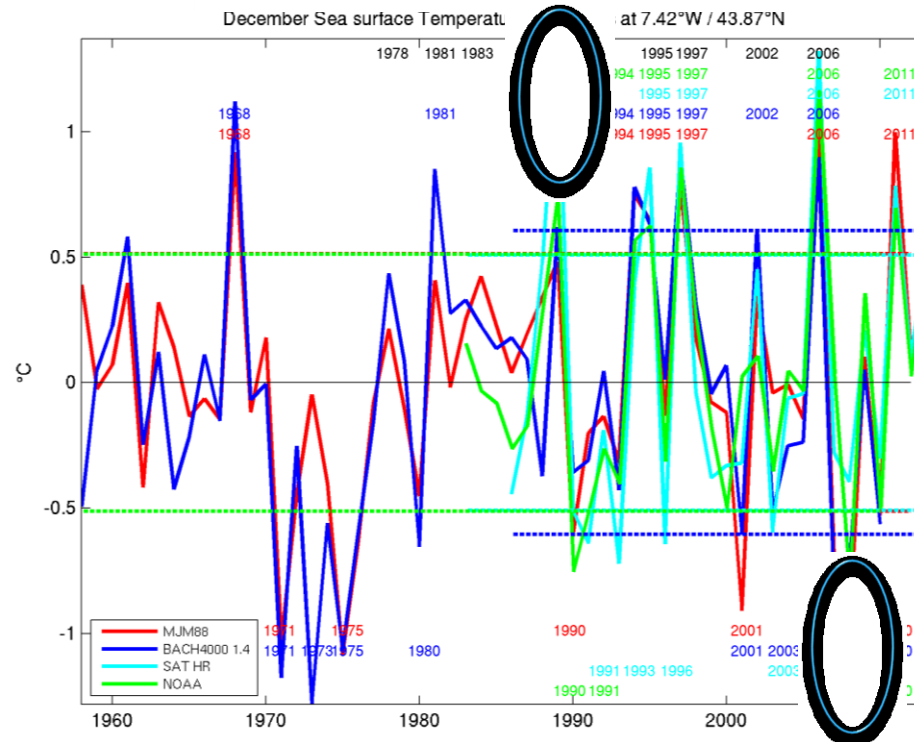
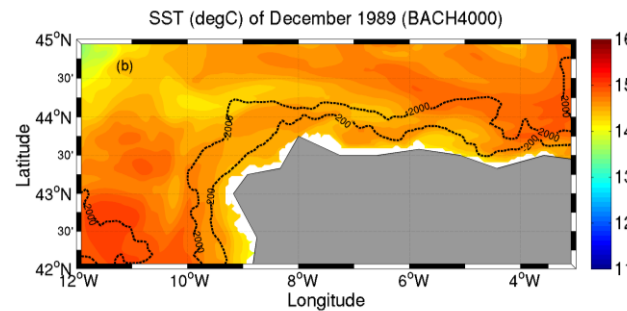
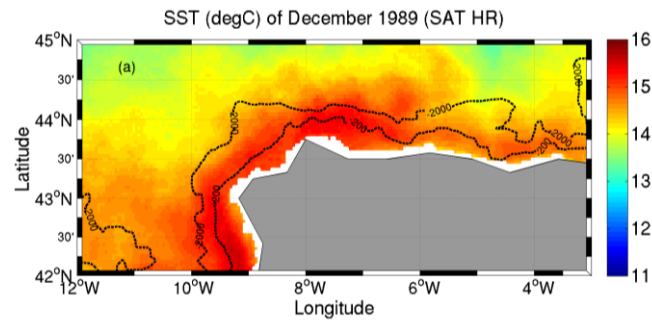
	GRD100							
	5 m	400m	5m	400m	5m	400m	5m	400m
Mean (°C)	14.721	11.148	14.563	10.820	14.238	11.215	14.057	10.917

# Evolution de la Salinité



	BACH4000		MJM88		GRD100	
	5m	400m	5m	400m	5m	400m
Mean (psu)	35.311	35.487	34.960	35.544	34.930	35.469

# Anomalies interannuelles de Température hivernales



## Quelques résultats ...

- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
  - **Poster M. Kersalé et al.** - Poleward along-shore current pulses on the inner shelf of the Bay of Biscay from sub-inertial to inter-annual periods
  - La dynamique frontale sur le plateau continental
  - Le golfe de Gascogne à haute résolution (grand défi Ocean)
- Conclusions & Perspectives



## Quelques résultats ...

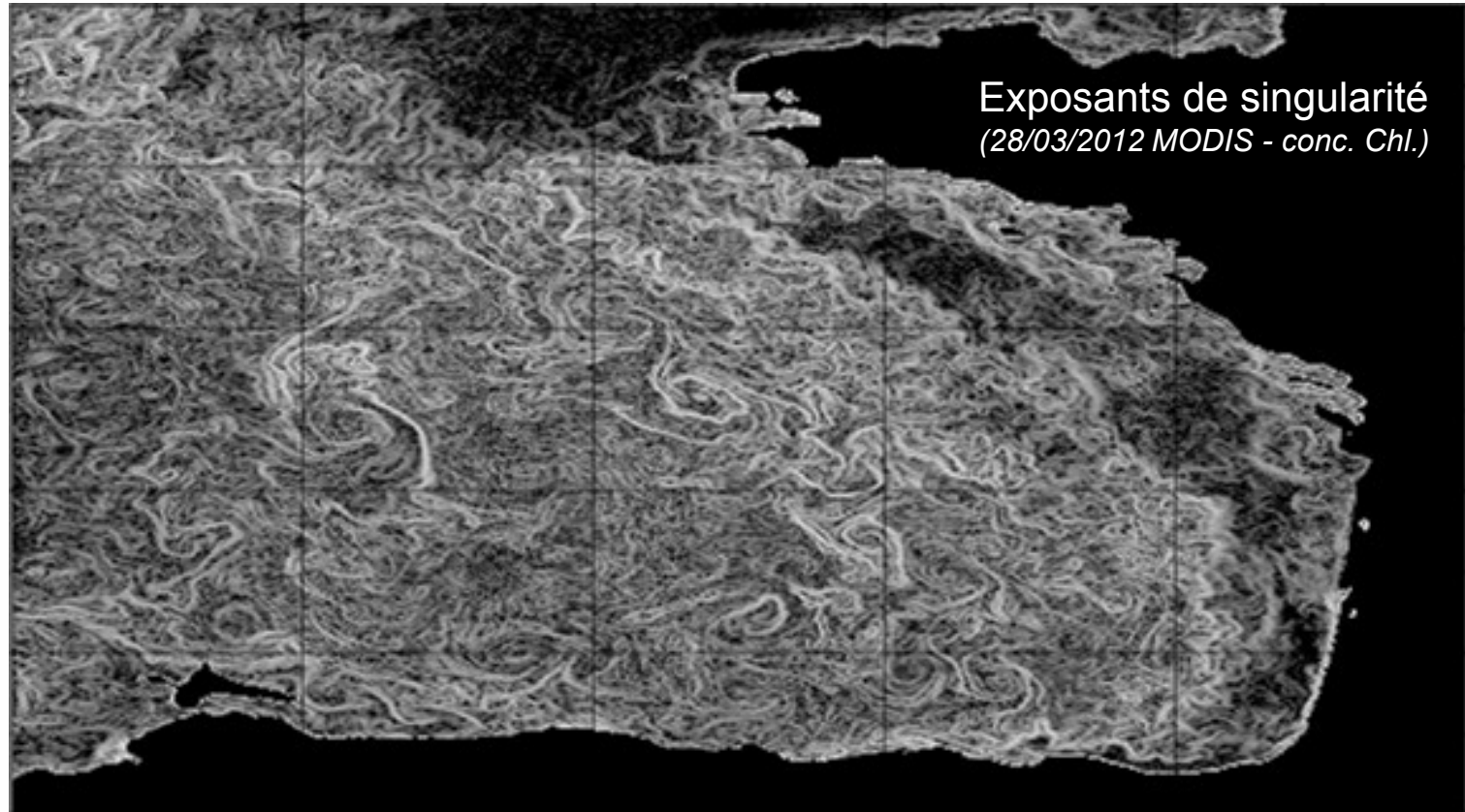
- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
  - o Poster M. Kersalé et al. - Poleward along-shore current pulses on the inner shelf of the Bay of Biscay from sub-inertial to inter-annual periods
  - o La dynamique frontale sur le plateau continental (O. Yelekci – *thèse*, G. Charria, X. Capet, J. Sudre, H. Yahia, G. Reverdin)
  - o Le golfe de Gascogne à haute résolution (grand défi GOSGEN)
- Conclusions & Perspectives

## Contexte & objectifs

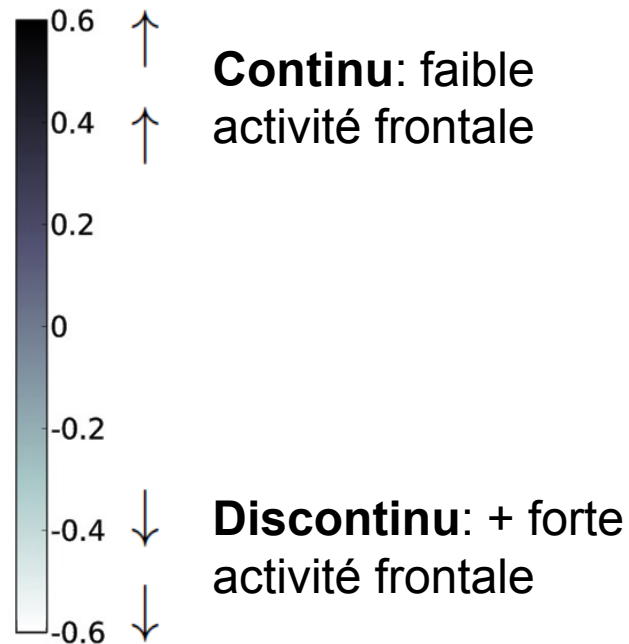
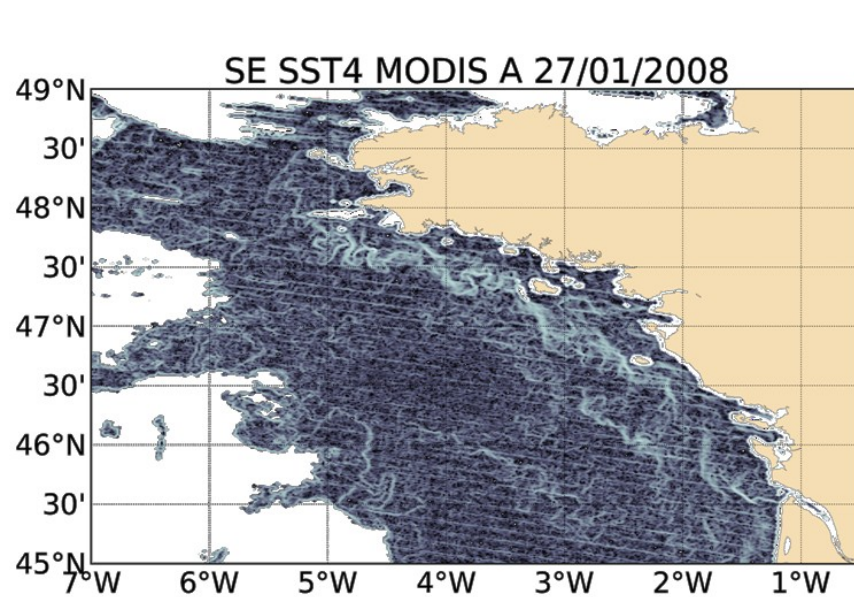
Identification et caractérisation de l'**activité frontale** sur le plateau continental

Compréhension des **processus** physiques à l'origine de ces structures

Evaluer l'impact (à long terme) sur la **biogéochimie** à ces échelles (< 10 Km)

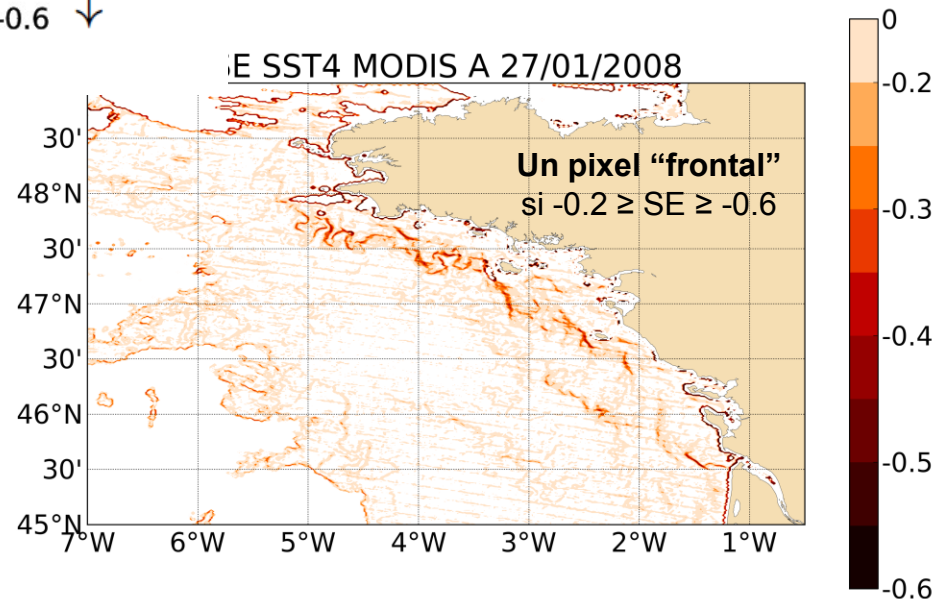


# Exposants de singularité et détection de fronts

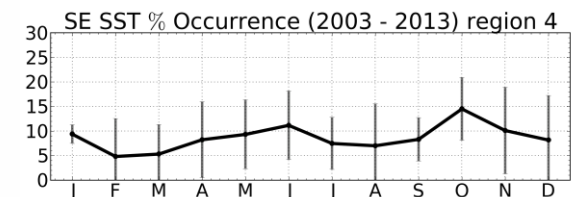
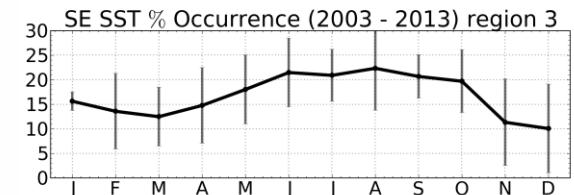
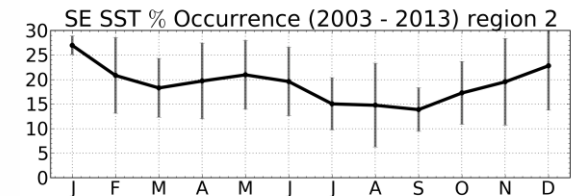
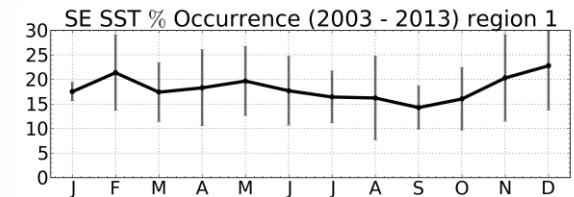
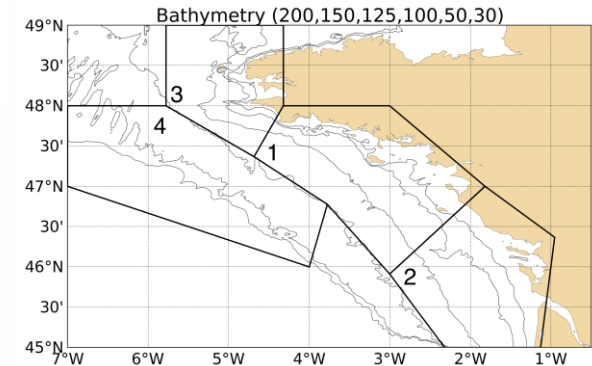
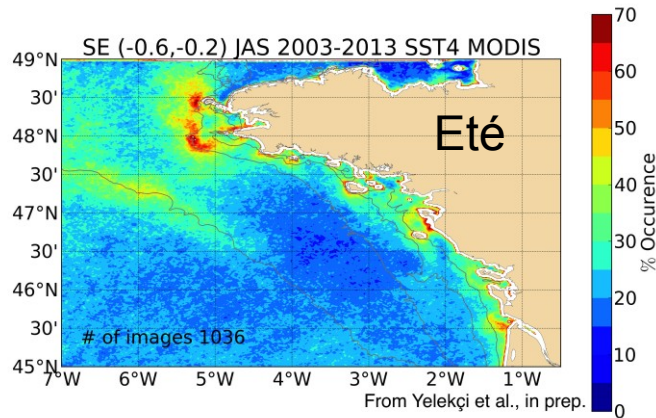
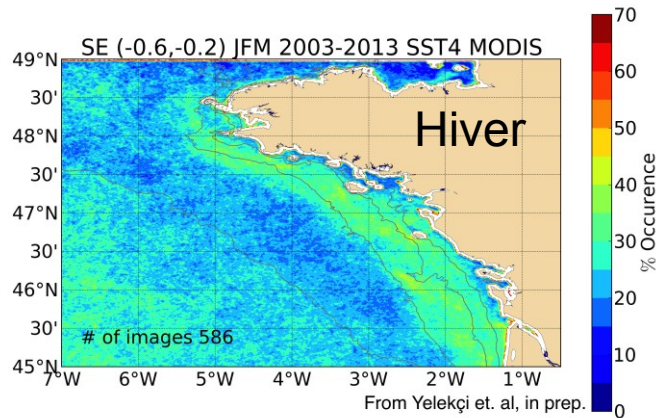


## Fréquence d'occurrence de fronts

$$\frac{\# \text{ of times frontal pixel}}{\# \text{ of times cloud free}} \times 100$$



# D'une caractérisation spatiale vers une climatologie annuelle de l'activité frontale



## Quelques résultats ...

- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
  - o Poster M. Kersalé et al. - Poleward along-shore current pulses on the inner shelf of the Bay of Biscay from sub-inertial to inter-annual periods
  - o La dynamique frontale sur le plateau continental
  - o Le golfe de Gascogne à haute résolution (grand défi Occigen)  
(F. Vandermeirsch, S. Theetten, G. Charria, N. Audiffren)
- Conclusions & Perspectives



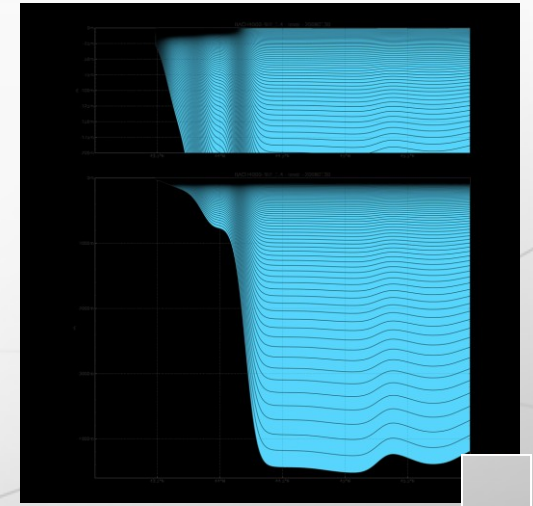
# Un grand défi ...



**OCCIGEN** – 2.1 Pflops

- 50544 cœurs de calculs
- 5100 Toctets

Impact de la résolution verticale sur la circulation moyenne dans le golfe de Gascogne ?



## Vers ... BACH1000 – 1Km / 100 niveaux verticaux

Portage du code MARS3D sur la machine Occigen, développement de la configuration à 1Km, production des simulations ... dans un délai de 3 mois

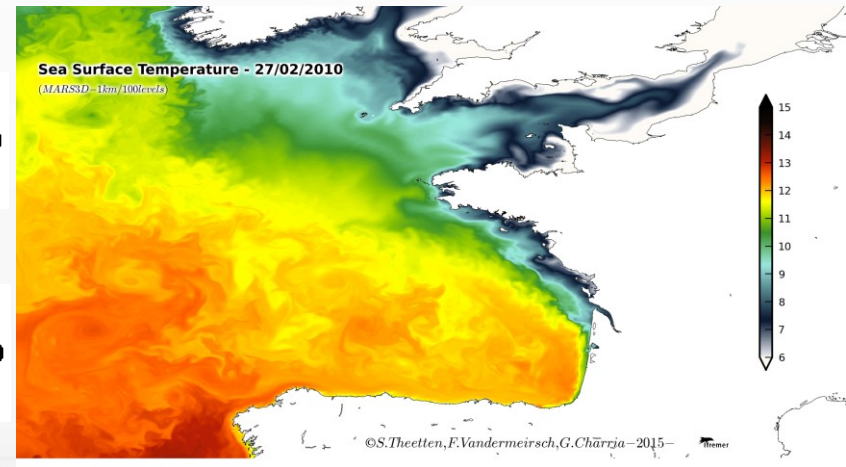
**2 simulations de 10 ans**

01/2001

12/2010

40 niveaux verticaux

100 niveaux verticaux

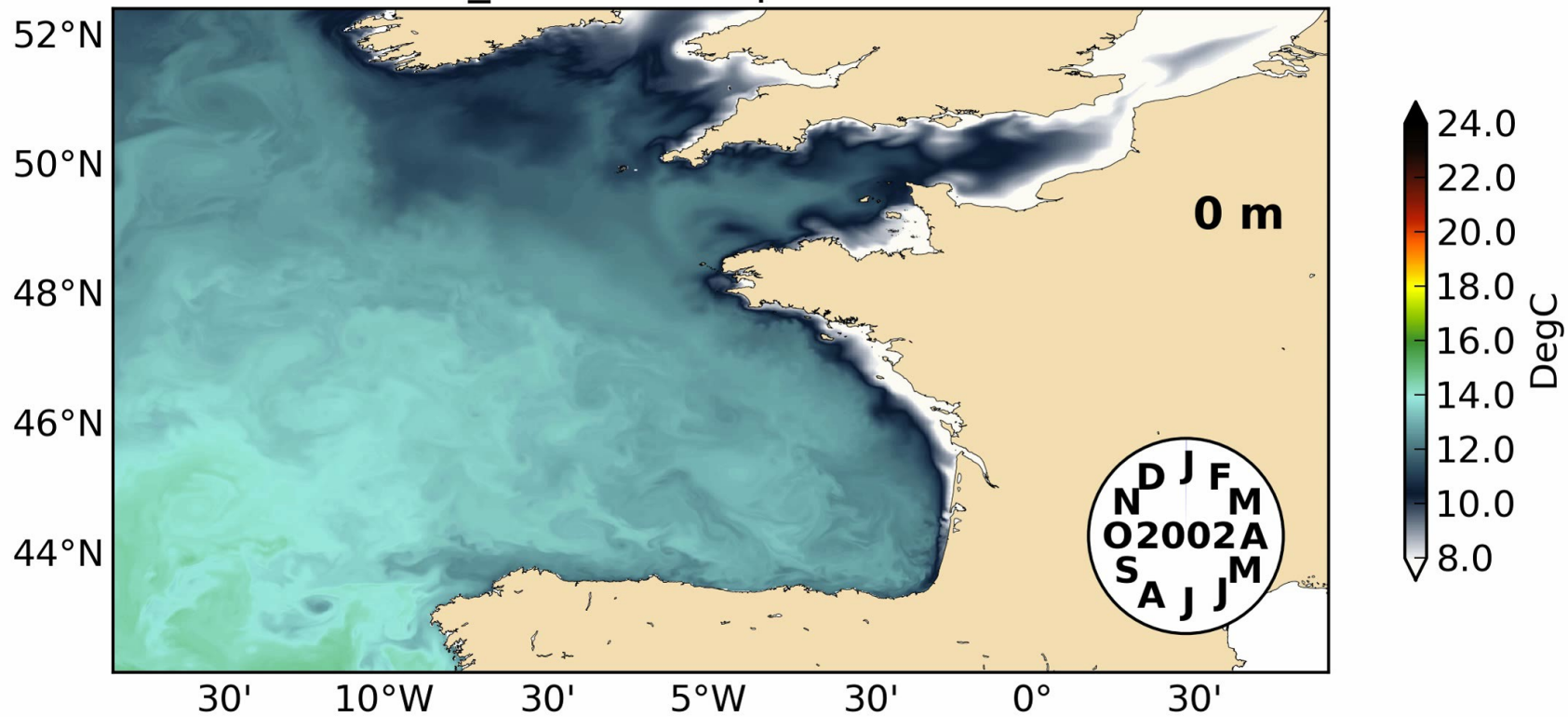


### Configuration –

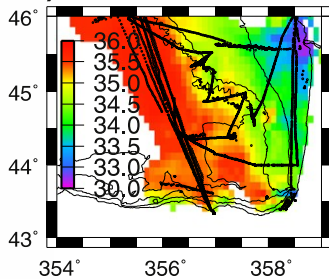
- 1448x1281x100 ~ 185.5 millions de points de grille
- 382 nœuds
- 9168 coeurs



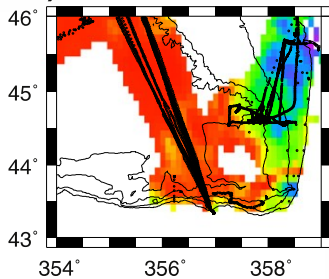
# BACH1000\_100lev: Temperature - 20020101



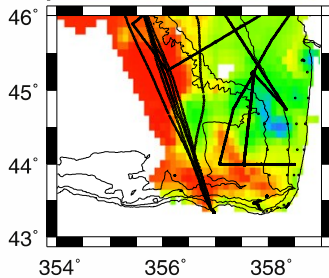
a) 11-20/06 2009



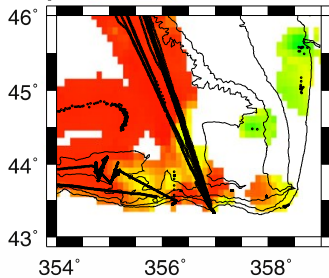
b) 21/06-10/07 2009



c) 11-20/07 2009



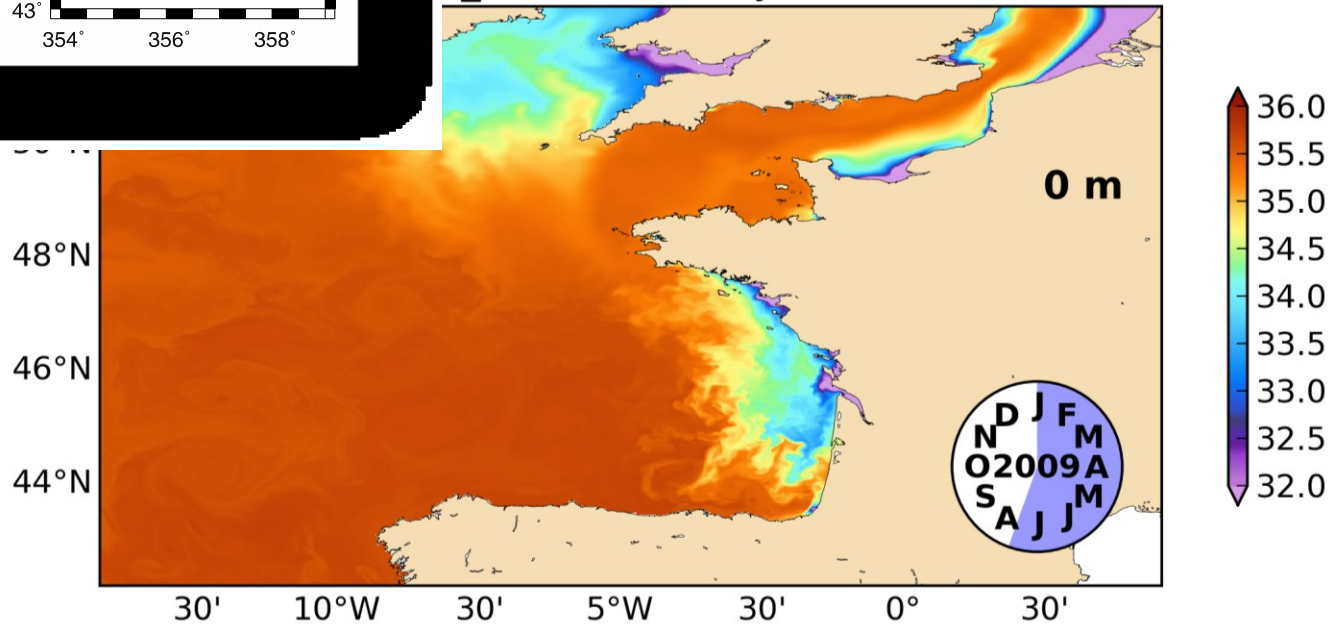
d) 21/07-10/08 2009



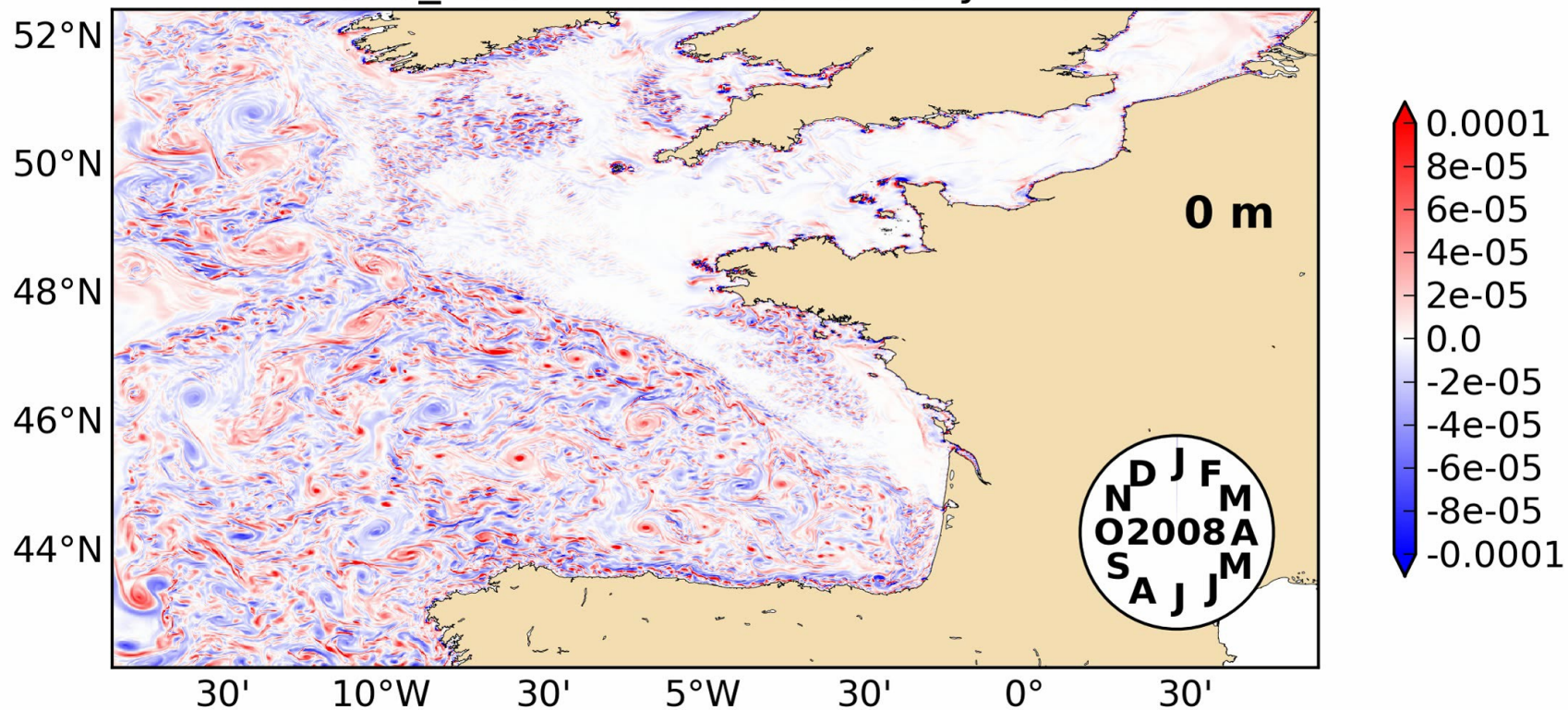
(Reverdin et al., 2013)

Export d'eaux  
désalées vers le large

0\_100lev: Salinity - 20090722



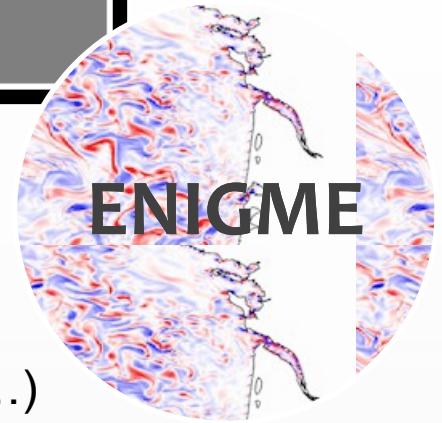
# BACH1000\_100lev: Relative Vorticity - 20080101



## Quelques résultats ...

- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
  - o La dynamique frontale sur le plateau continental
  - o Le golfe de Gascogne à haute résolution (grand défi Occigen)
- **Conclusions & Perspectives**

## Conclusions & Perspectives



### Des premières réalisations ...

- In situ: CORA-IBI 2.0
  - Simulations: BACH4000/53 ans – BACH1000/11 ans
- ... en complément de l'existant (IBIRYS, DRAKKAR, ROMS ...)

### Des premières analyses ...

- Niveau de la mer (Jorda et al.)
- Evolutions interannuelles et anomalies hivernales (Assassi et al.)
- Systèmes de courants pente/plateau et mésoéchelle (Kersalé et al., Yelekci et al., Vandermeirsch et al.)

### Des axes à renforcer ...

- Mise en place de diagnostics orientés processus entre simulations et CORA-IBI2.0

### Des expériences programmées ...

- Inter-comparaisons simulations numériques / Radar HF - circulation de surface dans le Sud-Est du golfe de Gascogne (*Automne 2015*)



**Merci pour votre attention ...**



**Le groupe LIGME:**

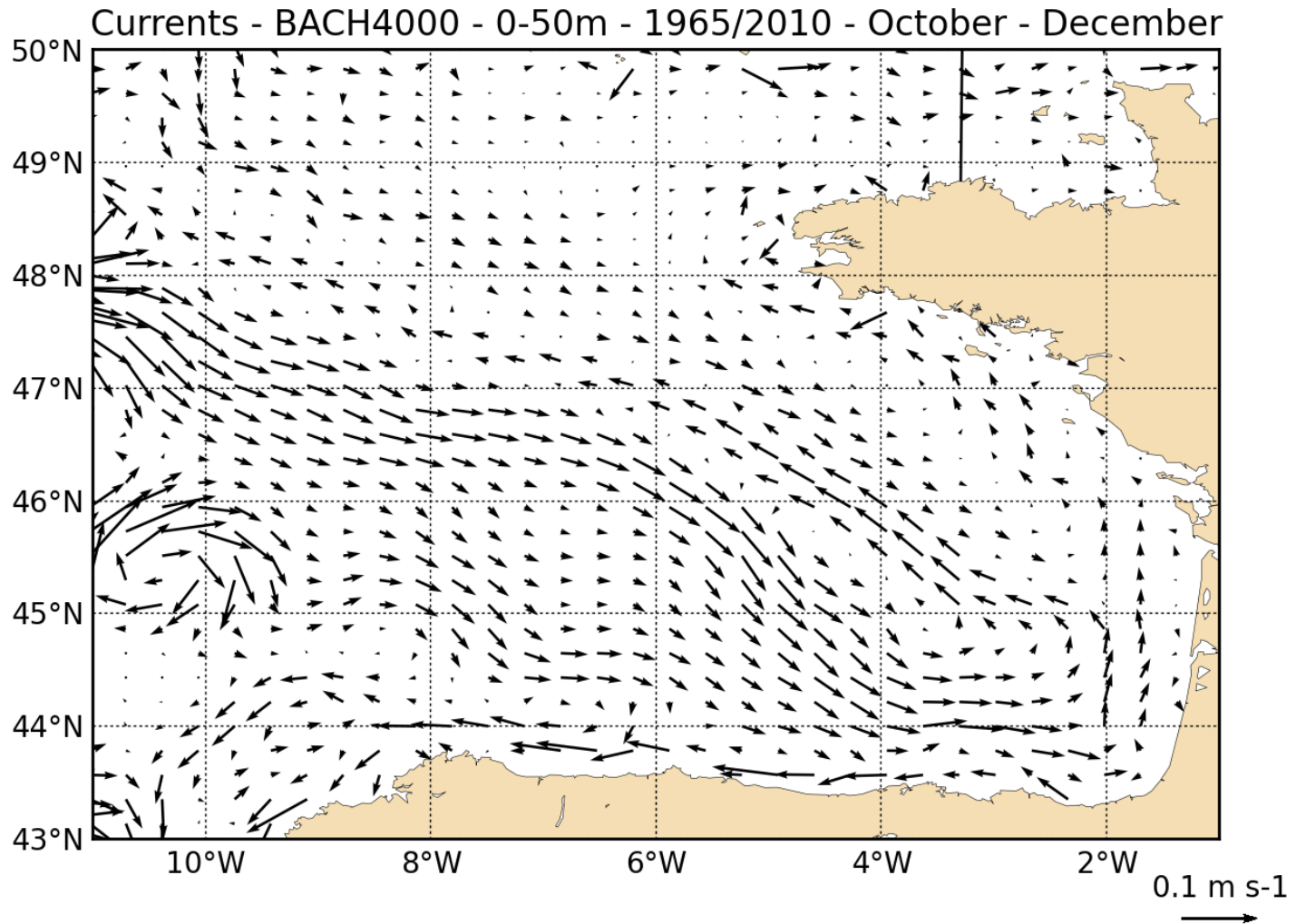
C. Assassi, N. Ayoub, M. Benkiran, A. Bonnat, A. Caballero, S. Cailleau, G. Charria, M. Chifflet, P. de Mey, Y. Drillet, F. Dumas, G. Esnaola, L. Ferrer, J. Gatti, G. Jorda, M. Kersalé, P. Lazure, B. Levier, B. Le Cann, J. Mader, M. Marcos, L. Marié, P. Marsaleix, L. Pineau-Guillou, G. Reffray, A. Rubio, A. Serpette, T. Szekely, S. Theetten, A.-M. Treguier, F. Vandermeirsch, O. Yelekci.





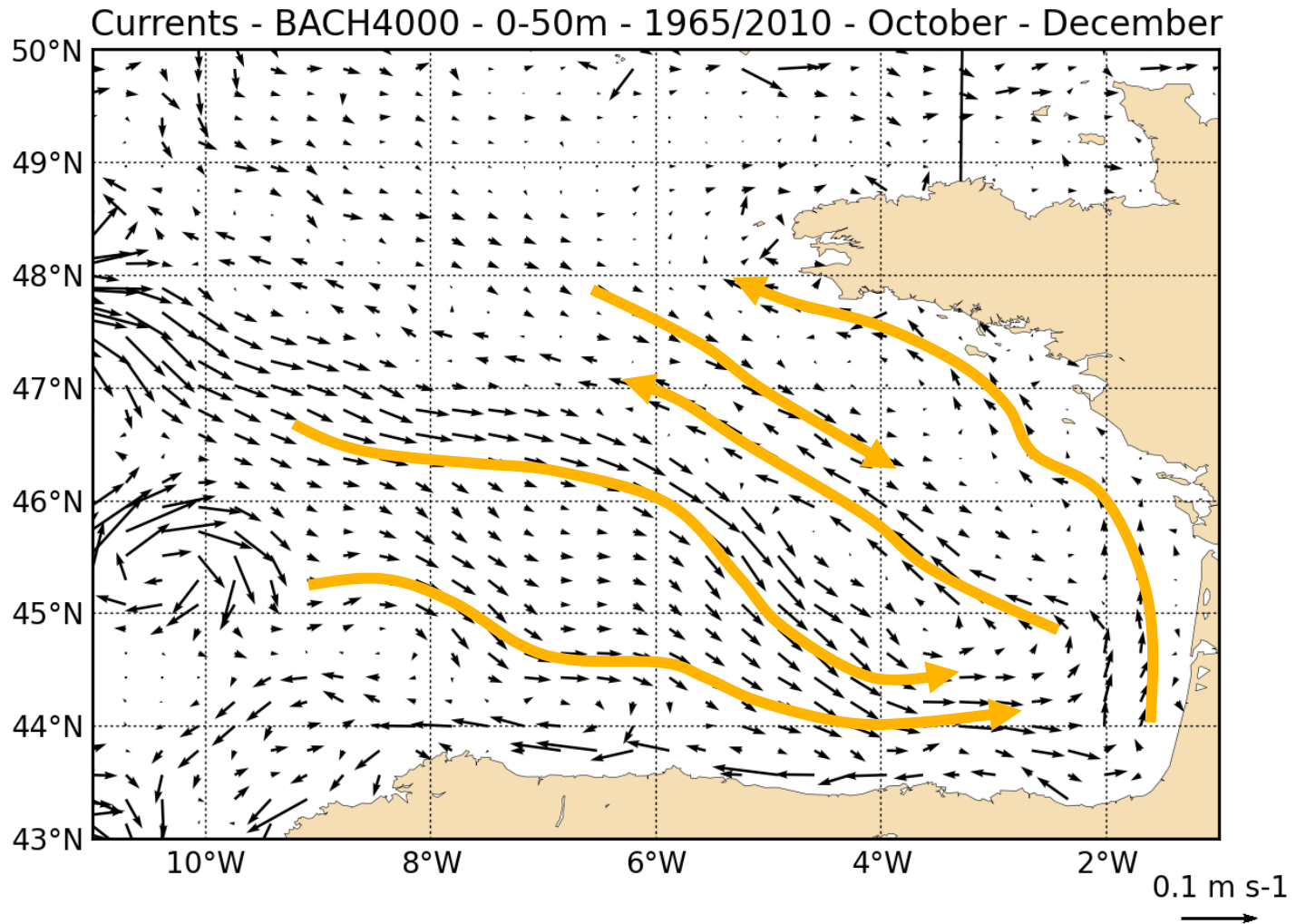
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

## Automne (Octobre – Décembre)



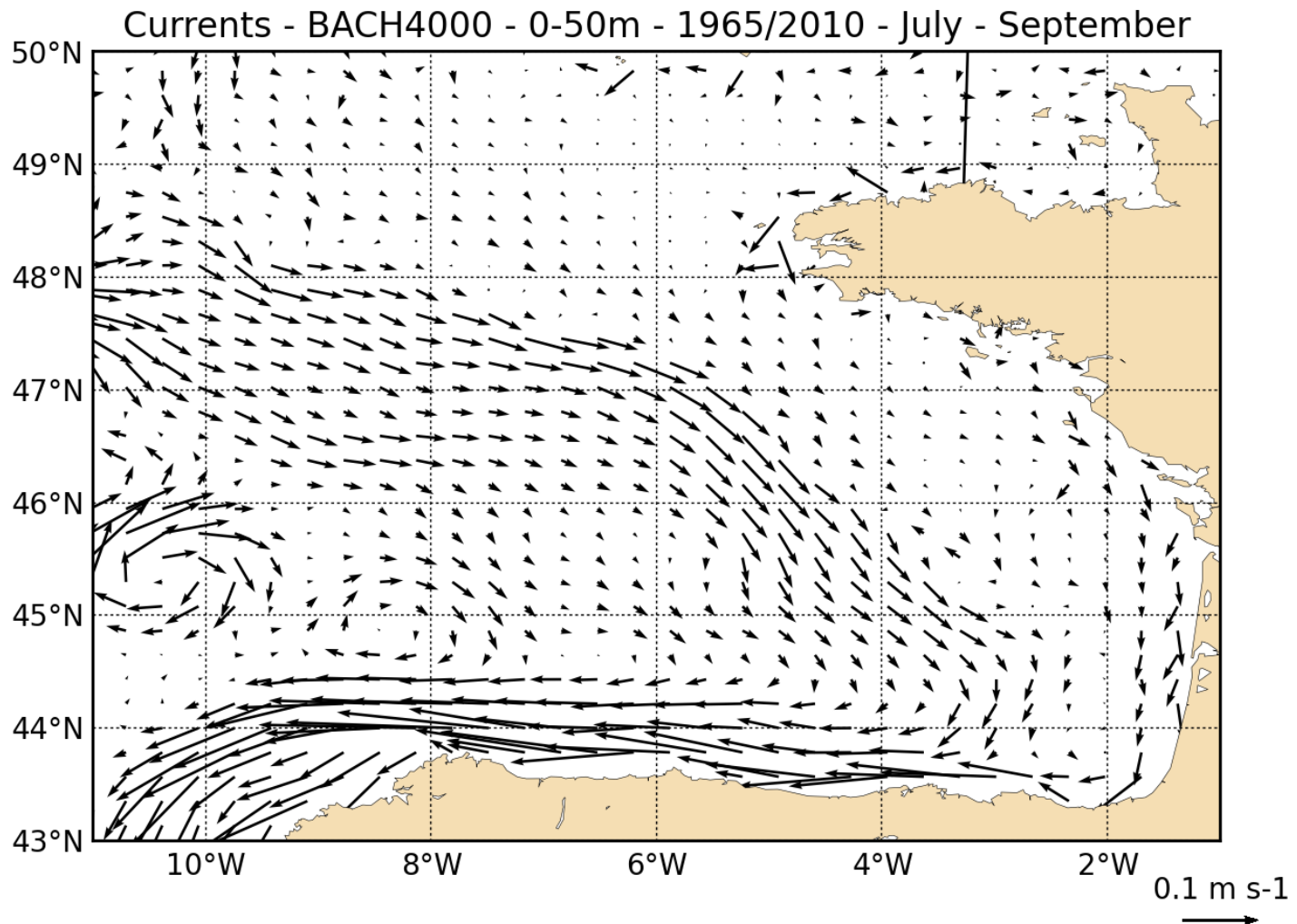
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

## Automne (Octobre – Décembre)



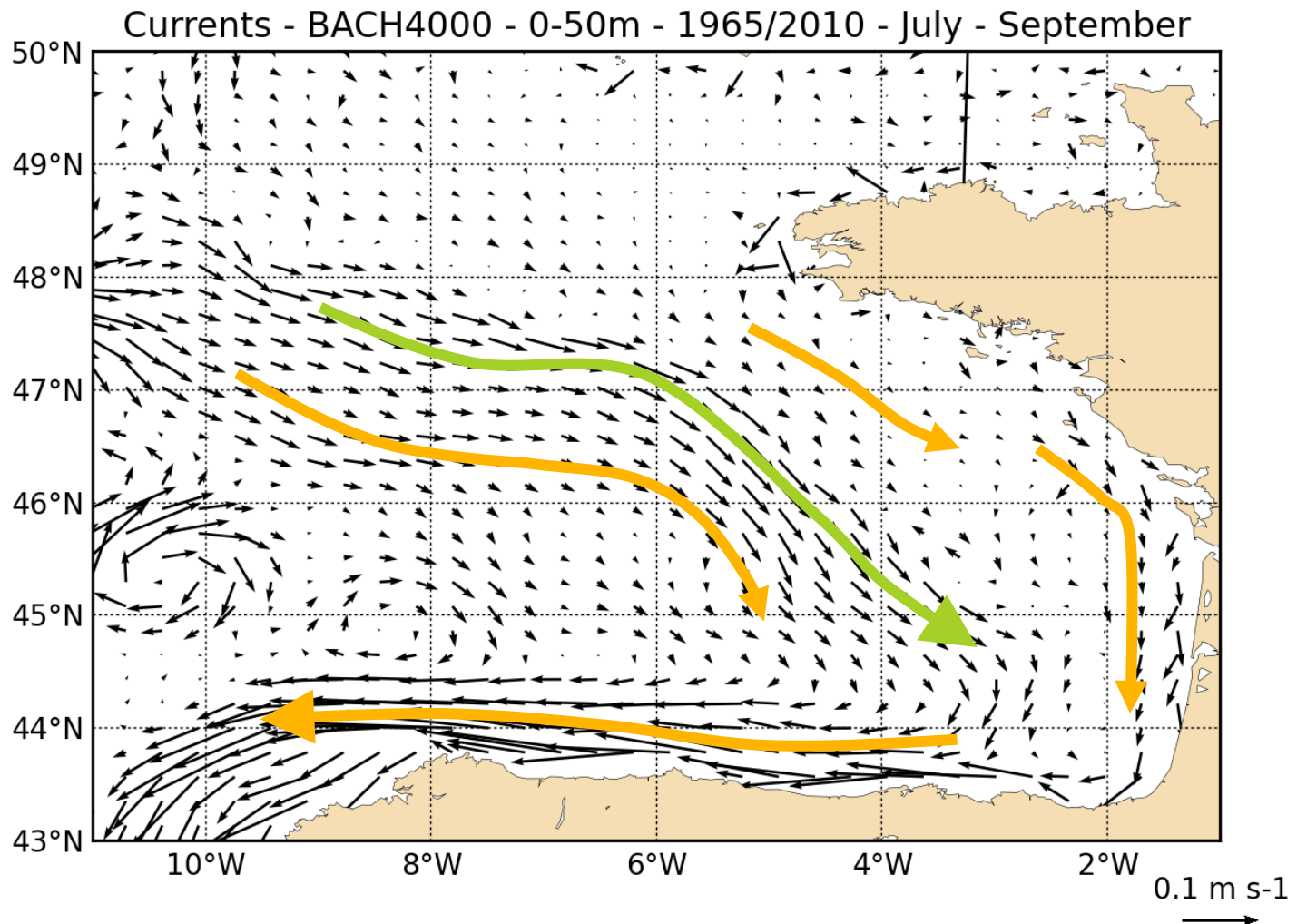
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

Eté (Juillet – Septembre)



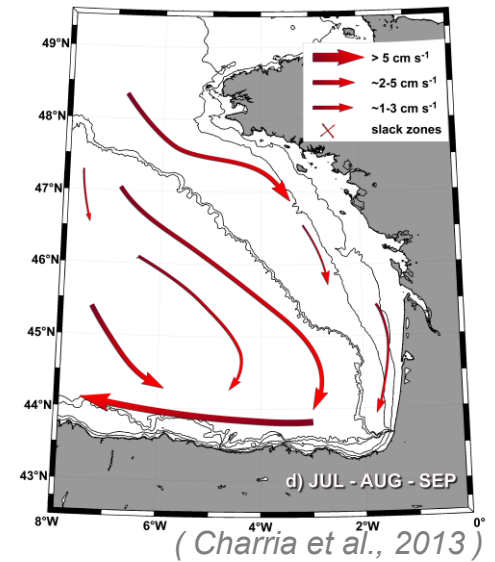
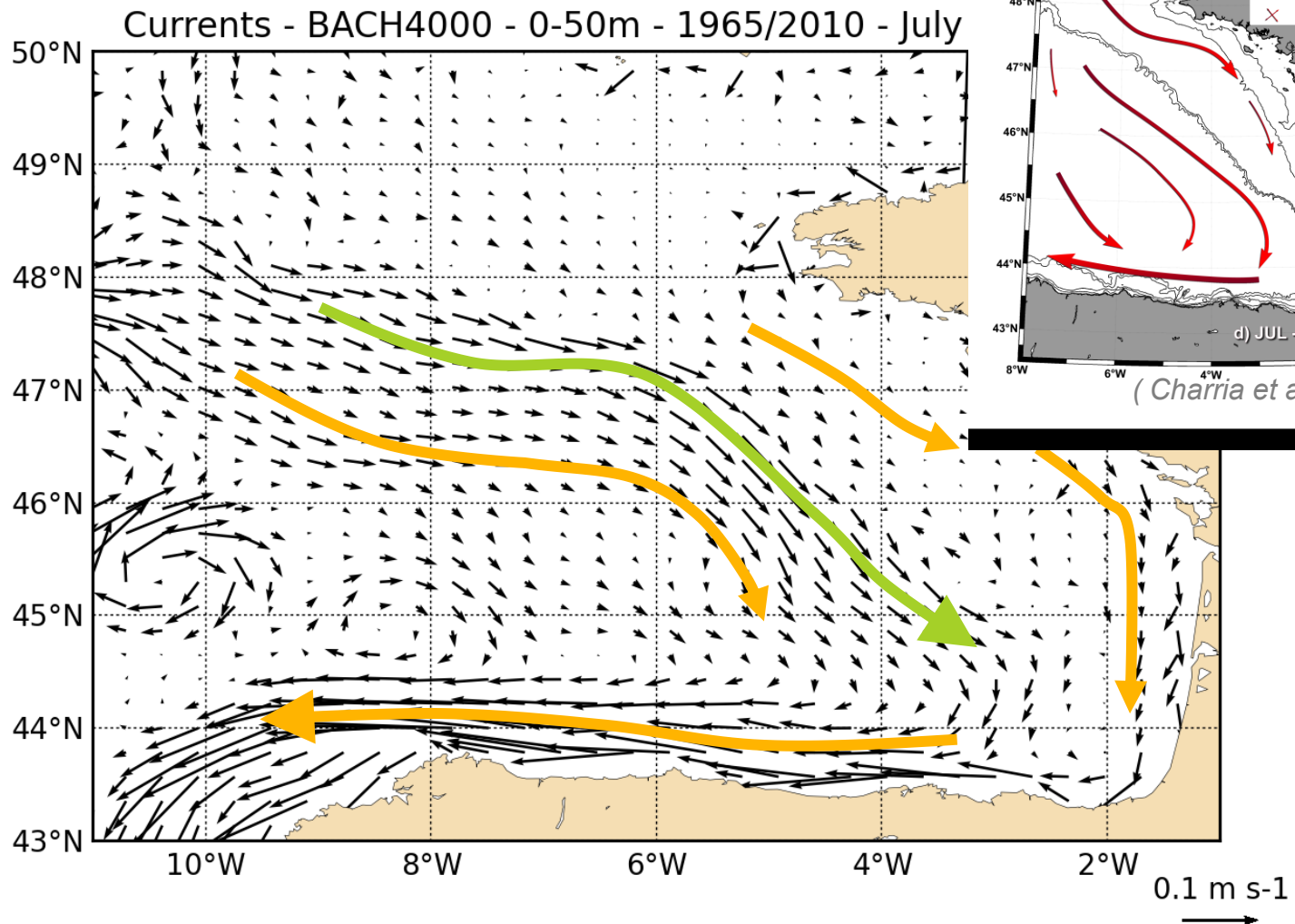
## Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

Eté (Juillet – Septembre)



# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

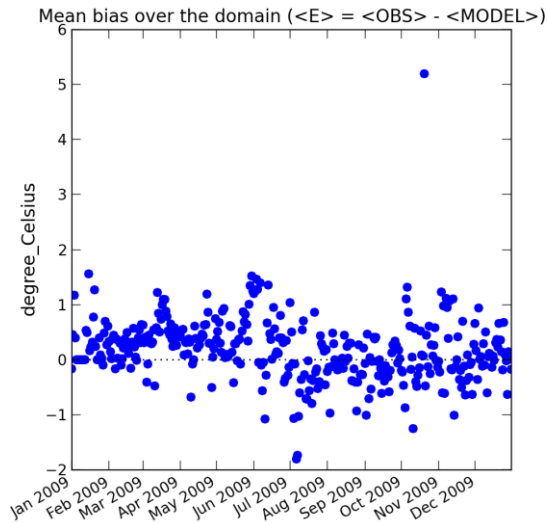
Été (Juillet – Septembre)



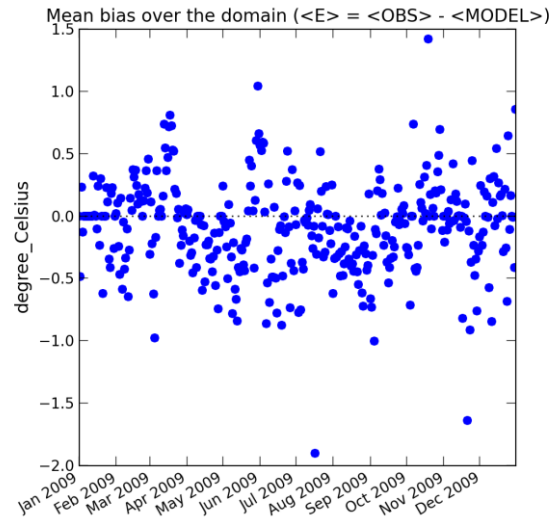


# Température de Surface

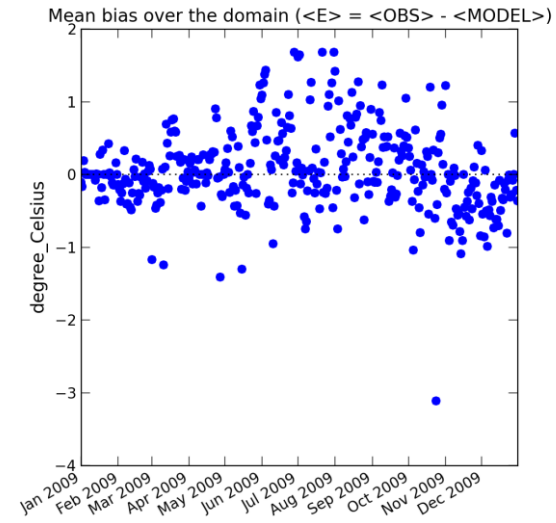
## - un exercice d'intercomparaison -



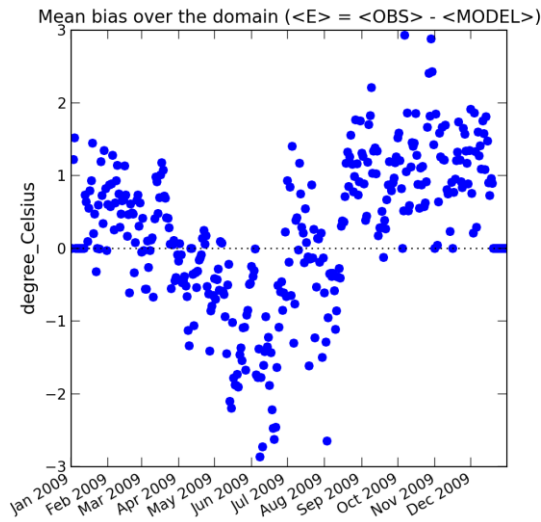
**BACH4000:** 4km – Sans marée



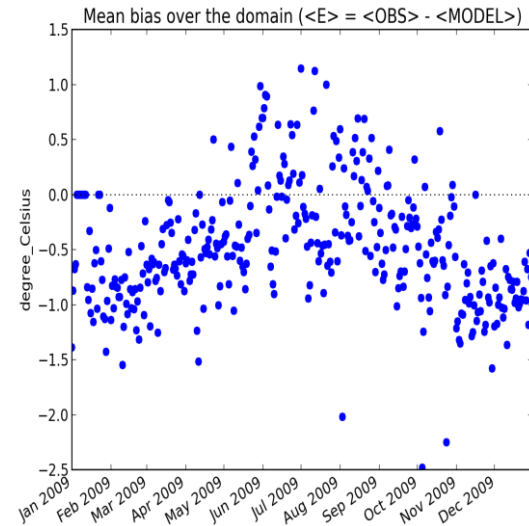
**IBIRYS:** 1/12° - Assimilation



**ROMS:** 6km



**DRAKKAR:** 1/12° - Global – Sans marée



**PREVIMER/MANGA2500:** 2.5km

## Singularity\_Exponents (28/03/2012)

