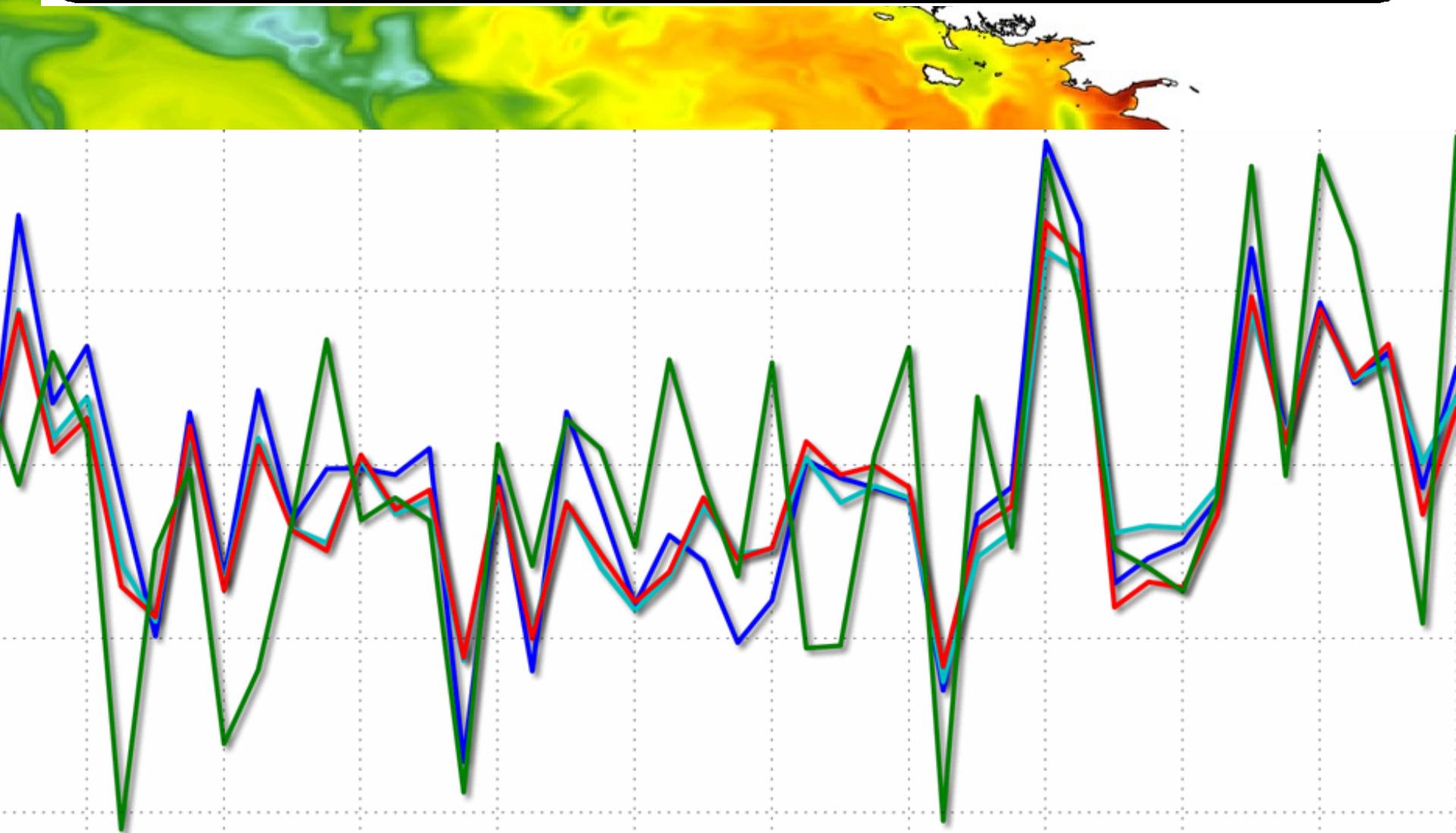


# EvolutioN Interannuelle de la dynamique dans le golfe de Gascogne et la ManchE (ENIGME)



## 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 ...**

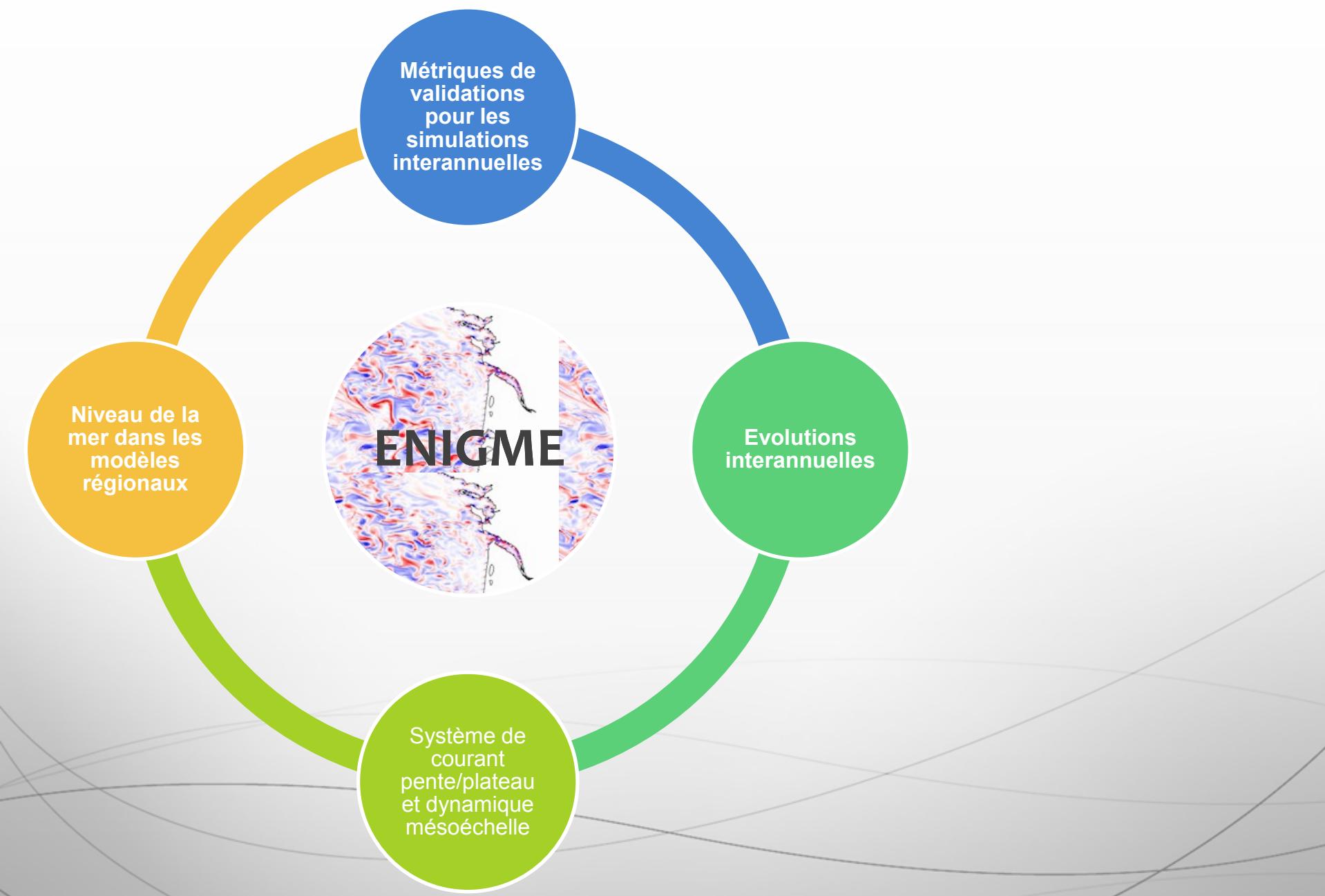
**... mieux comprendre cette dynamique,**

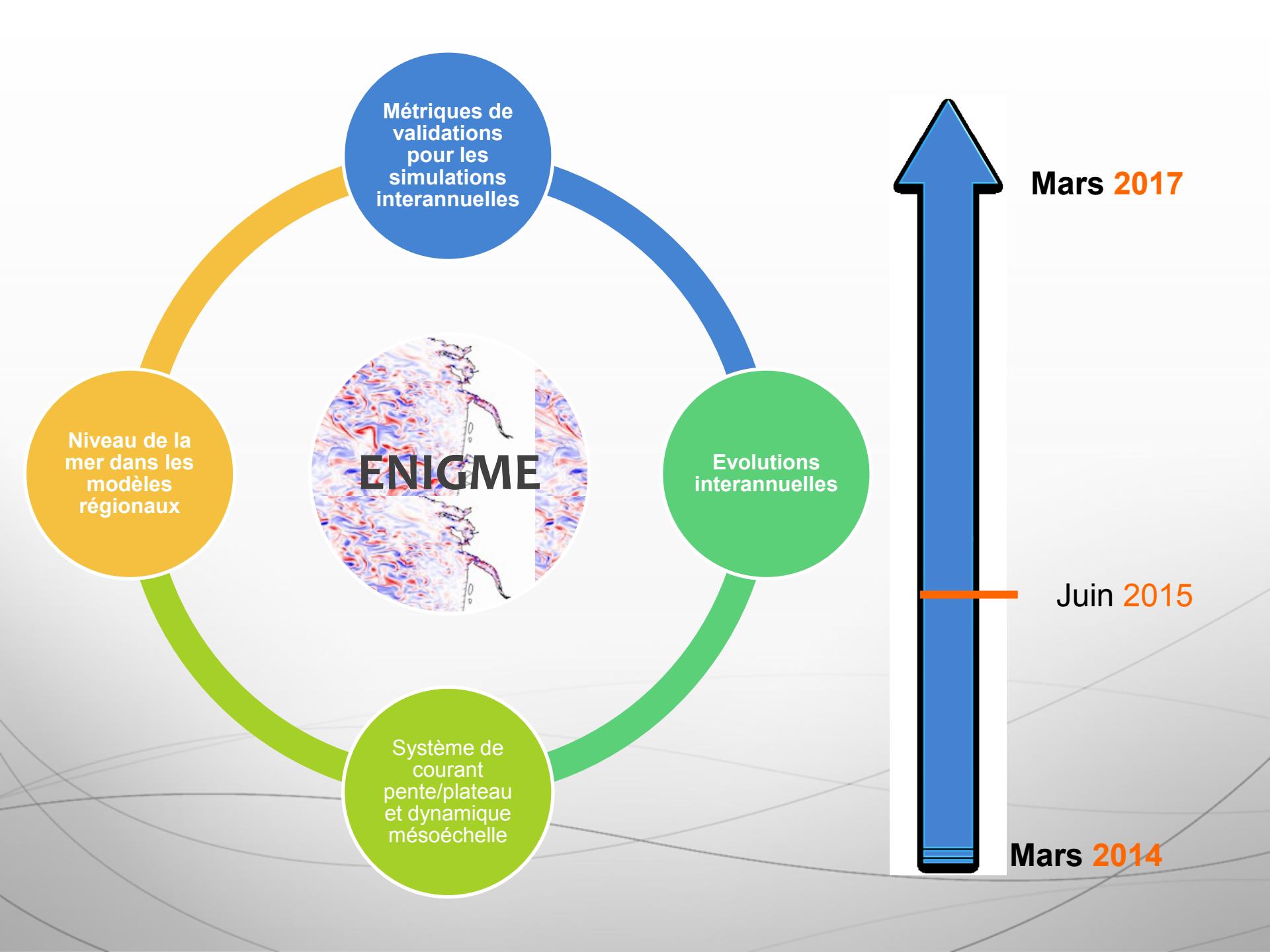
**... identifier les capacités et les limites de nos approches numériques pour  
une application sur des scenarii futurs.**



- 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 ...

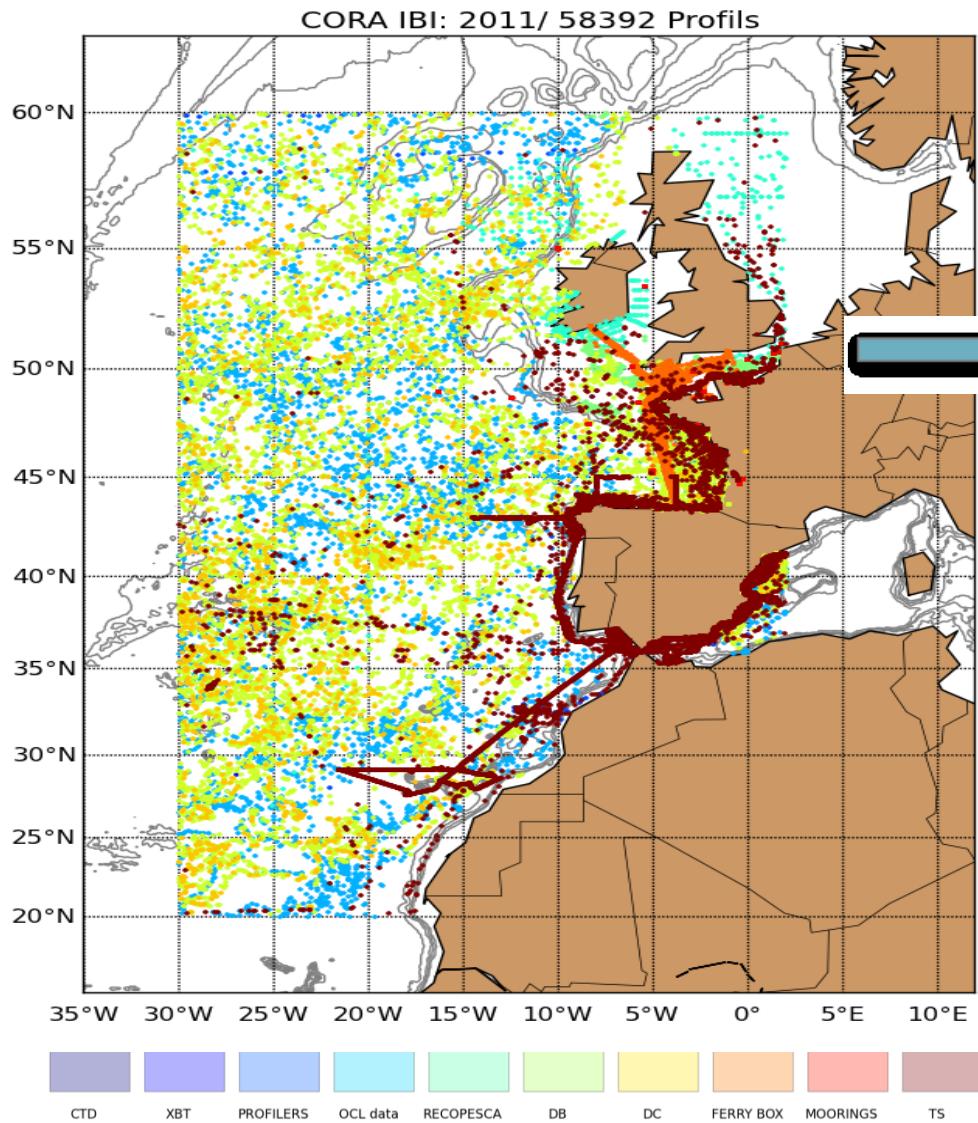
- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
- Conclusions & Perspectives

	Configuration / model	Simulation	Domain	Res.	Contact
$\leq 10$ years	<b>IBIRYS / NEMO</b>	With assimilation	IBI	$1/12^\circ$ ( $\sim 9$ km) - z	M. Benkiran, G. Reffray
	<b>MANGA-PREVIMER / MARS3D</b>	Without assimilation, OBC : PSY2V4, AF : ARPEGE HR, AROME	English Channel – Bay of Biscay	2.5 km - sigma	L. Pineau-Guilhou, F. Dumas
	<b>MANGA-SN / MARS3D</b>	Spectral nudging with IBI12, OBC : IBI12	English Channel – Bay of Biscay	2.5 km - sigma	F. Dumas
	<b>MANGA-36 / MARS3D</b>	Over grid ORCA IBI36, OBC : IBI12	English Channel – Bay of Biscay	$1/36^\circ$ ( $\sim 3$ km) - sigma	S. Theetten
	<b>BACH / MARS3D</b>	OBC: DRAKKAR $1/12^\circ$ , AF : ERA40+ERAINTERIM	English Channel – Bay of Biscay	4 km, 2.5 km - sigma	F. Vandermeirsch
	<b>BACH1000 / MARS3D</b>	OBC : DRAKKAR $1/12^\circ$ , AF : ERA40+ERAINTERIM	English Channel – Bay of Biscay	1 km - sigma	F. Vandermeirsch
	<b>AZTI / ROMS</b>	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 / S25</b>	Targeted simulations for 2-3 given years	Bay of Biscay	$\sim 1$ km - sigma	N. Ayoub / P. Marsaleix
53 years	<b>BACH / MARS3D</b>	OBC : DRAKKAR $1/4^\circ$ , AF : ERA40+ERAINTERIM	English Channel – Bay of Biscay	4 km, 2.5 km	F. Vandermeirsch
Global reanalysis	<b>GLORYS / NEMO</b>	With assimilation	Global	$1/4^\circ$	Mercator-Ocean
	<b>DRAKKAR / NEMO</b>	Without assimilation	Global	$1/4^\circ$ , $1/12^\circ$	A.-M. Trégouier / C. Talandier

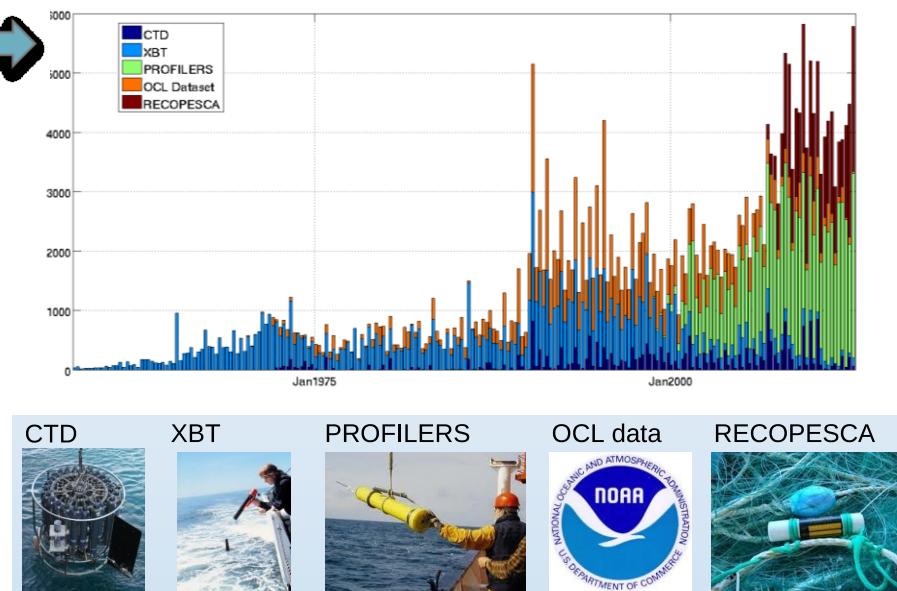
# Constitution d'une base de référence pour le golfe de Gascogne et la zone IBI

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

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



Nombre de profils verticaux dans CORA-IBI



## 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

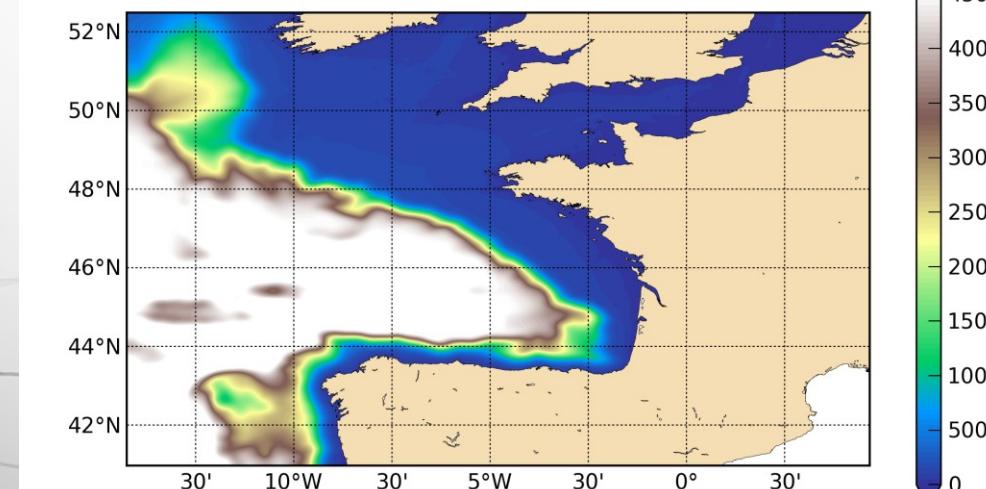
01/1958

01/1979

12/2010

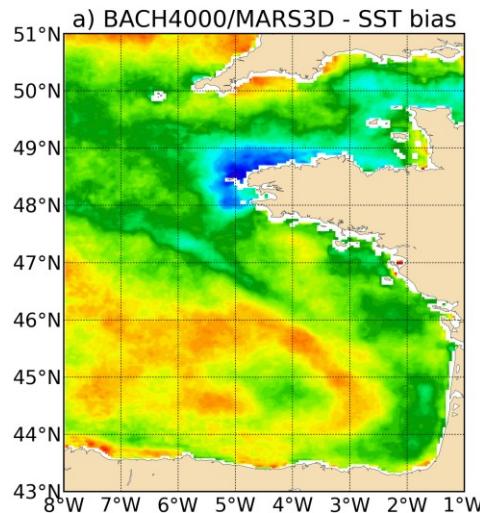


4Km – 40 niveaux verticaux (sigma)

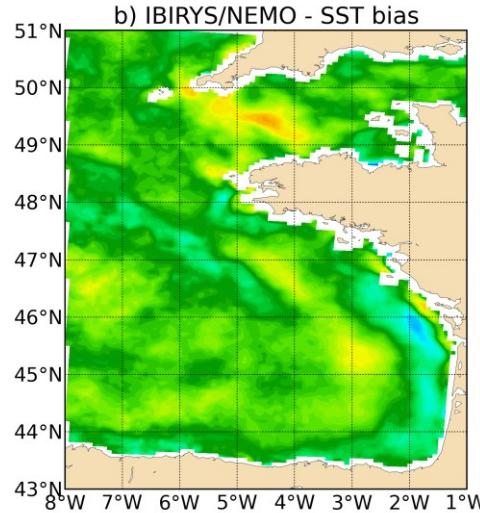


# Température de Surface

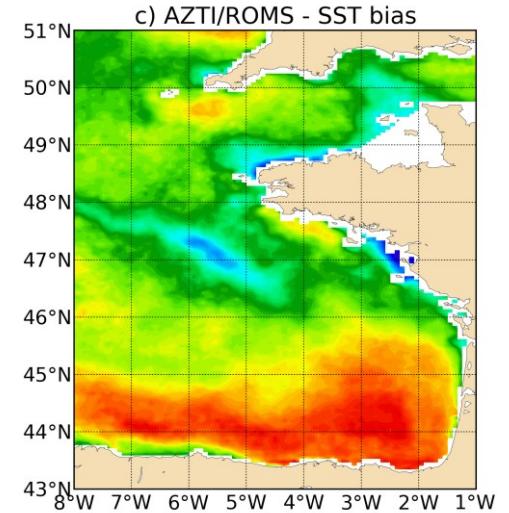
## - un exercice d'intercomparaison -



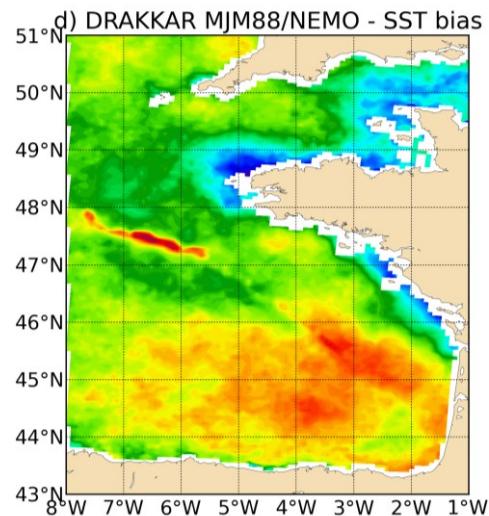
Après 51 ans de simulation (run libre)



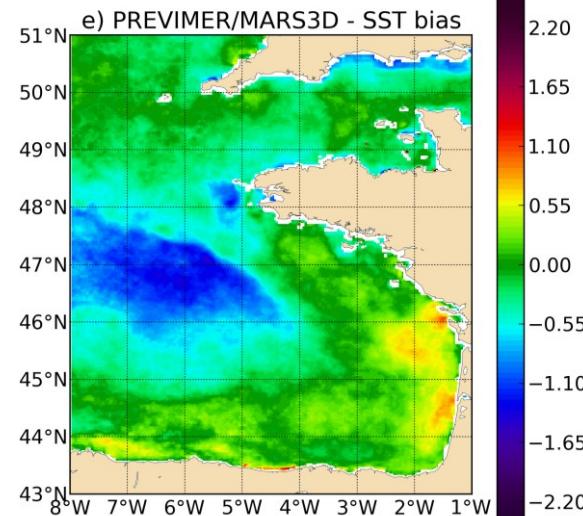
Après 7 ans de simulation (avec assimilation)



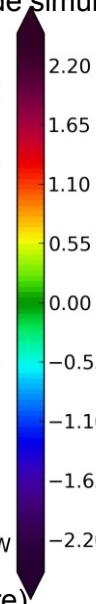
Après 11 ans de simulation (run libre)



Après 51 ans de simulation (run libre)

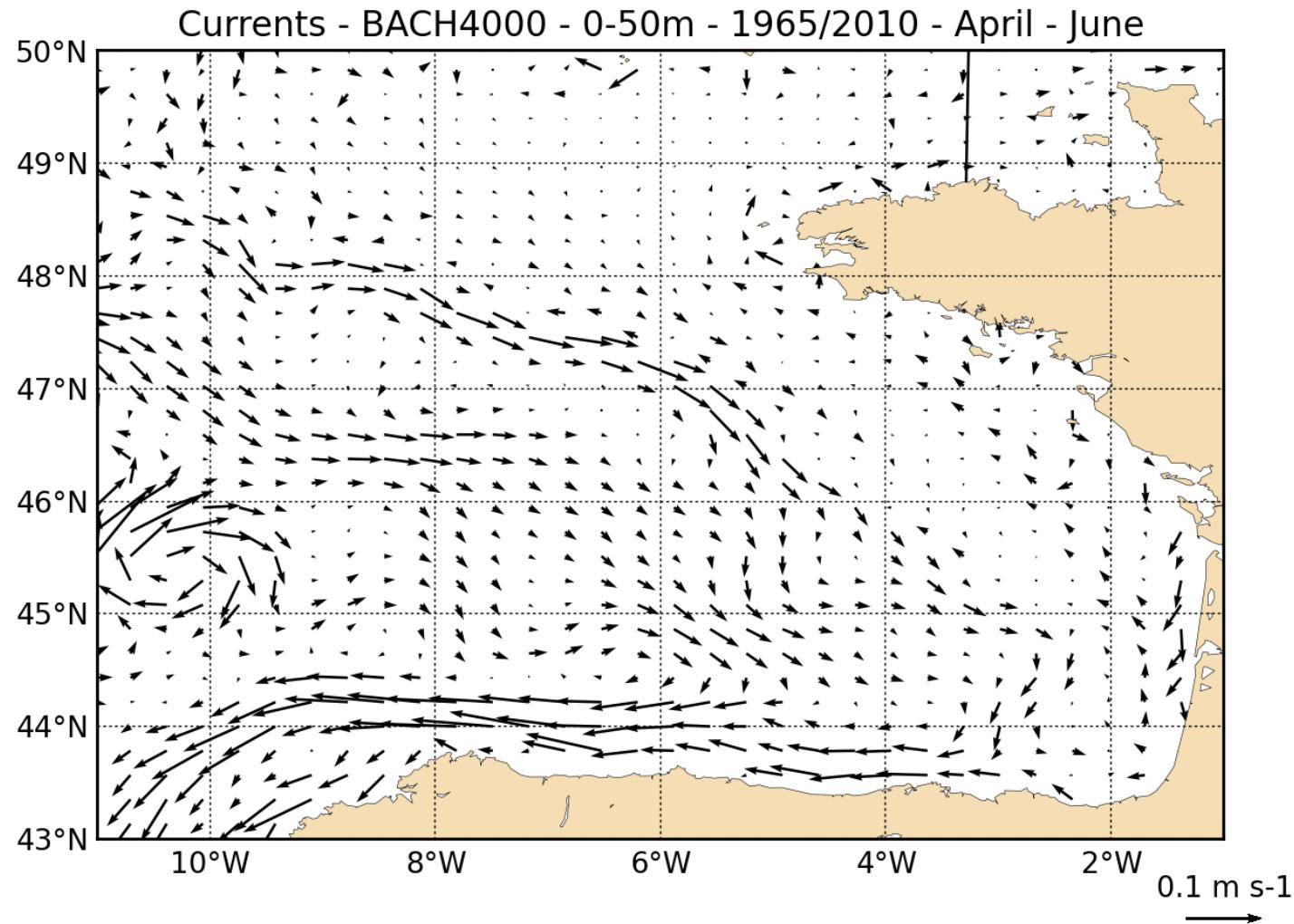


Après 3 ans de simulation (run libre)



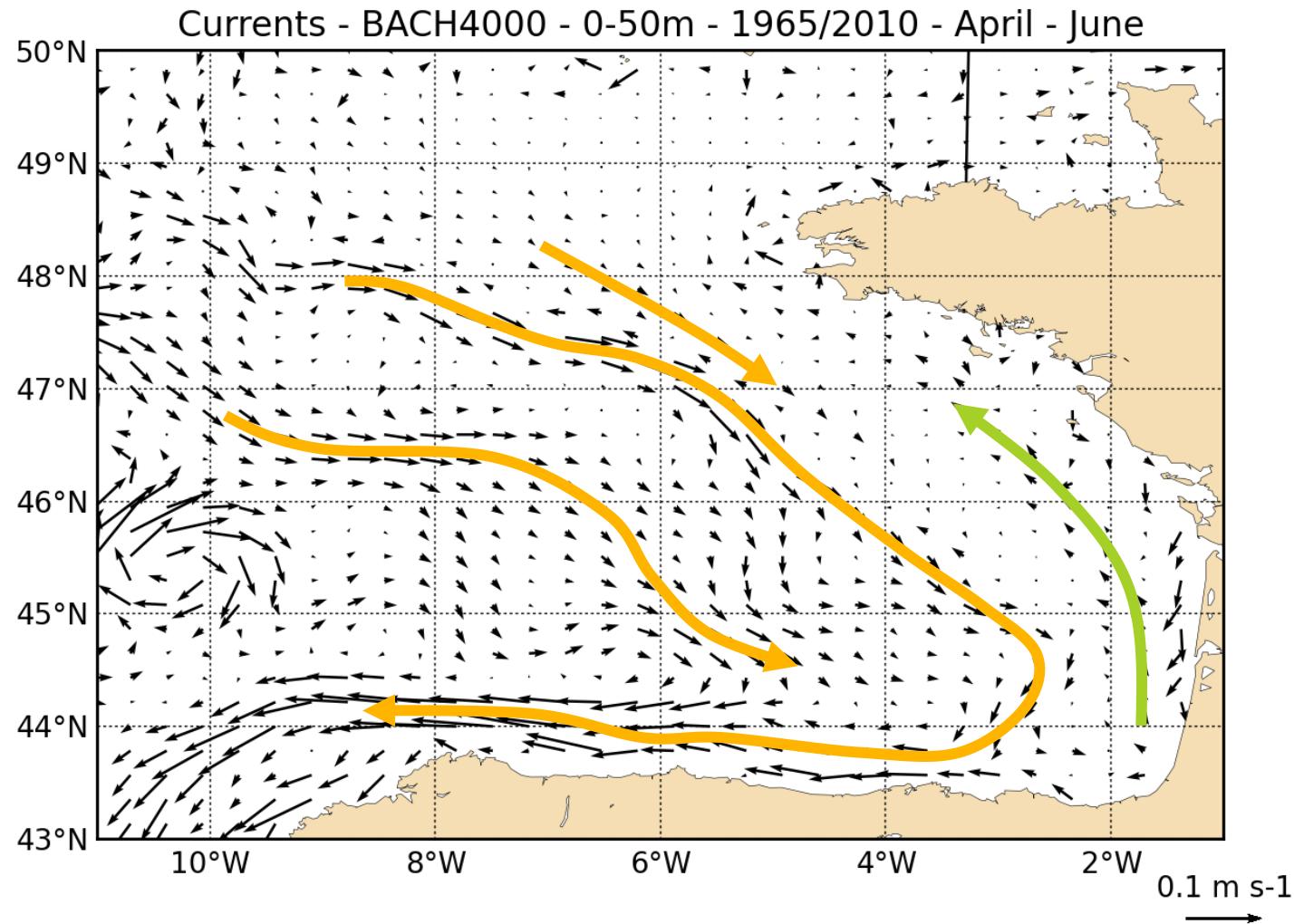
## Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

### Printemps (Avril – Juin)



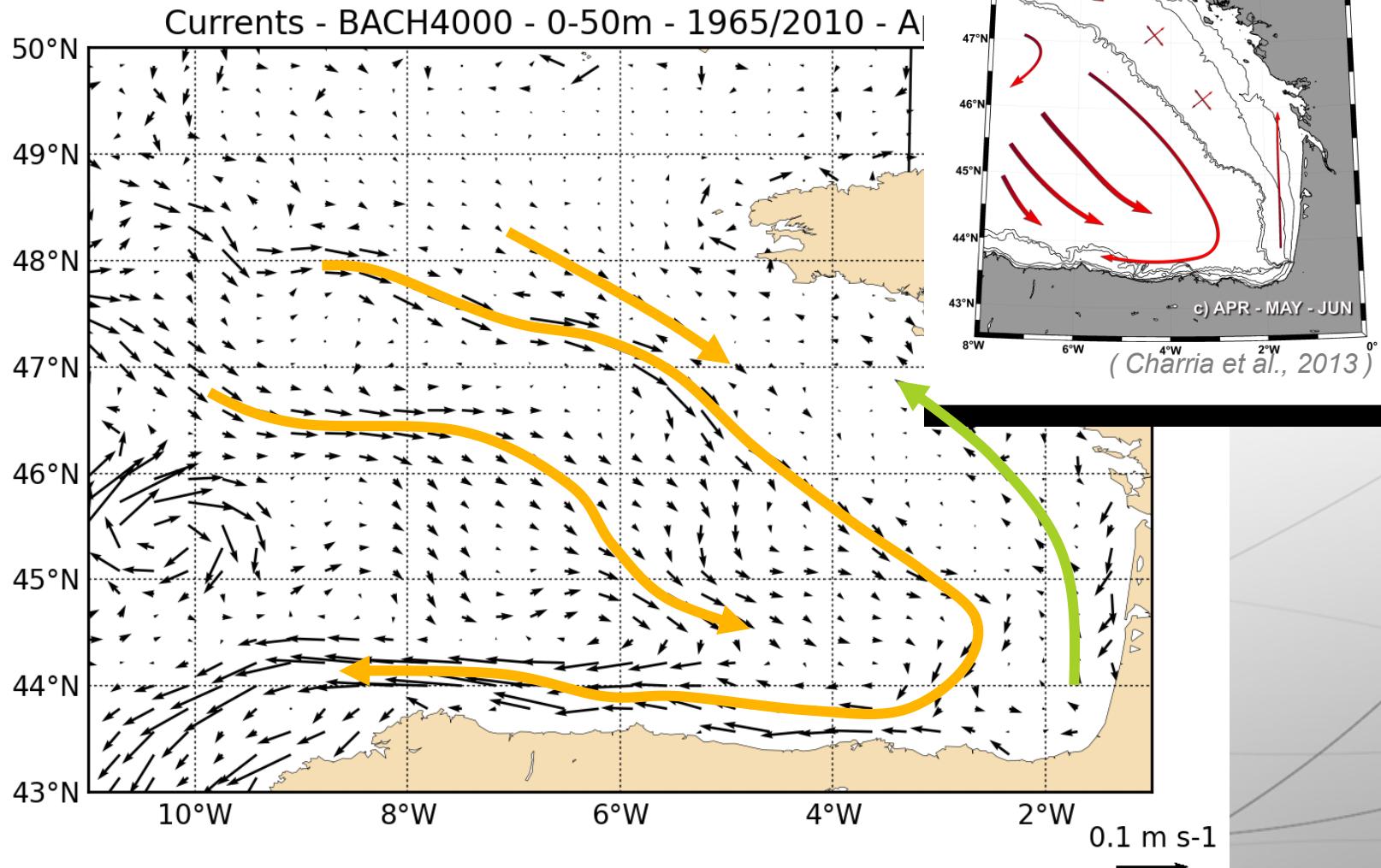
## Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

### Printemps (Avril – Juin)



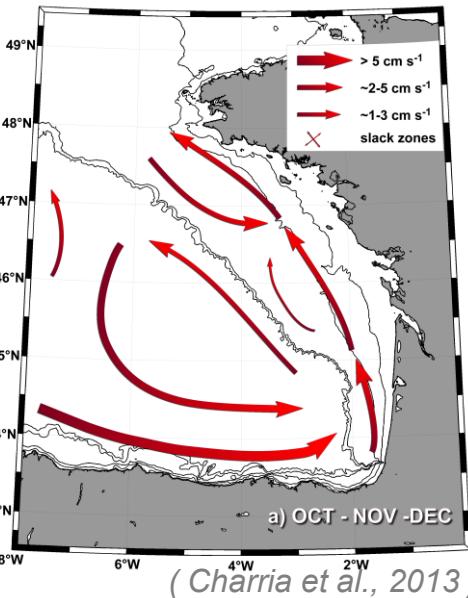
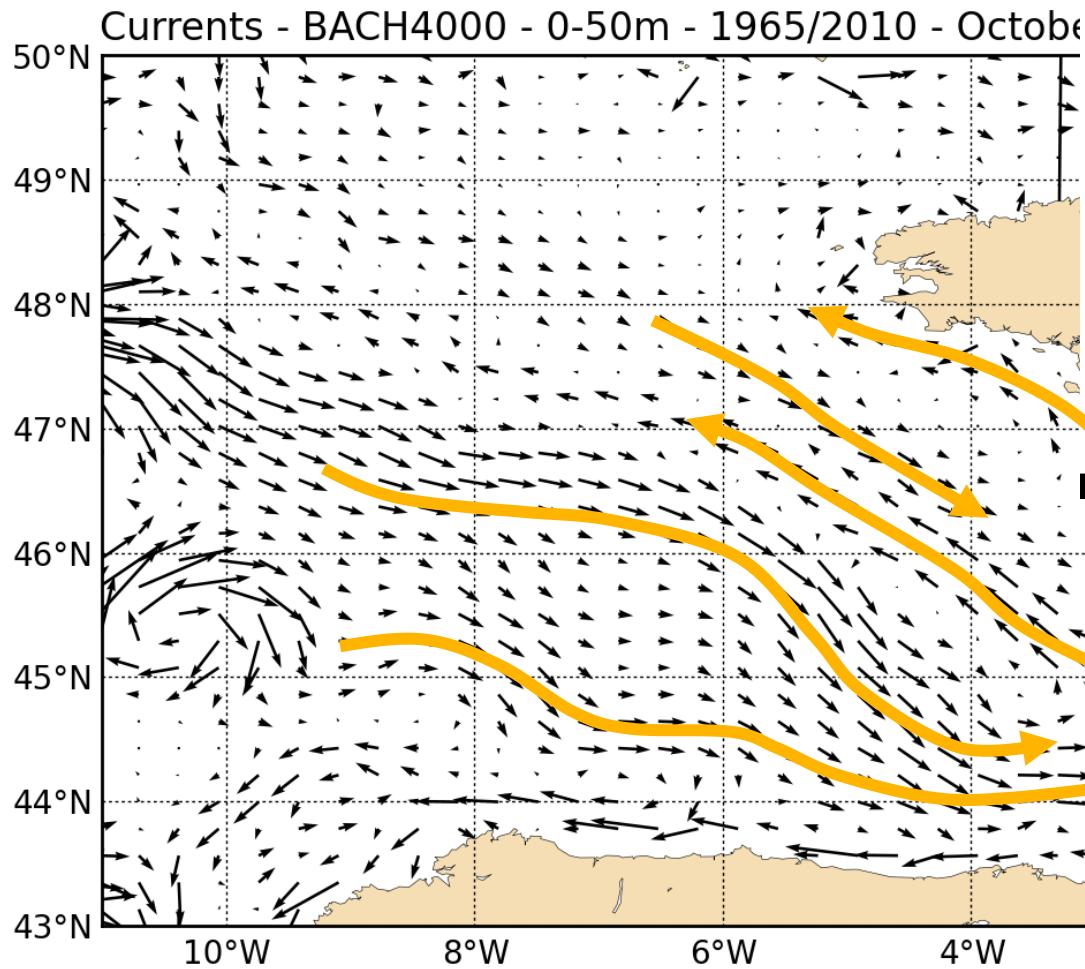
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

## 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)

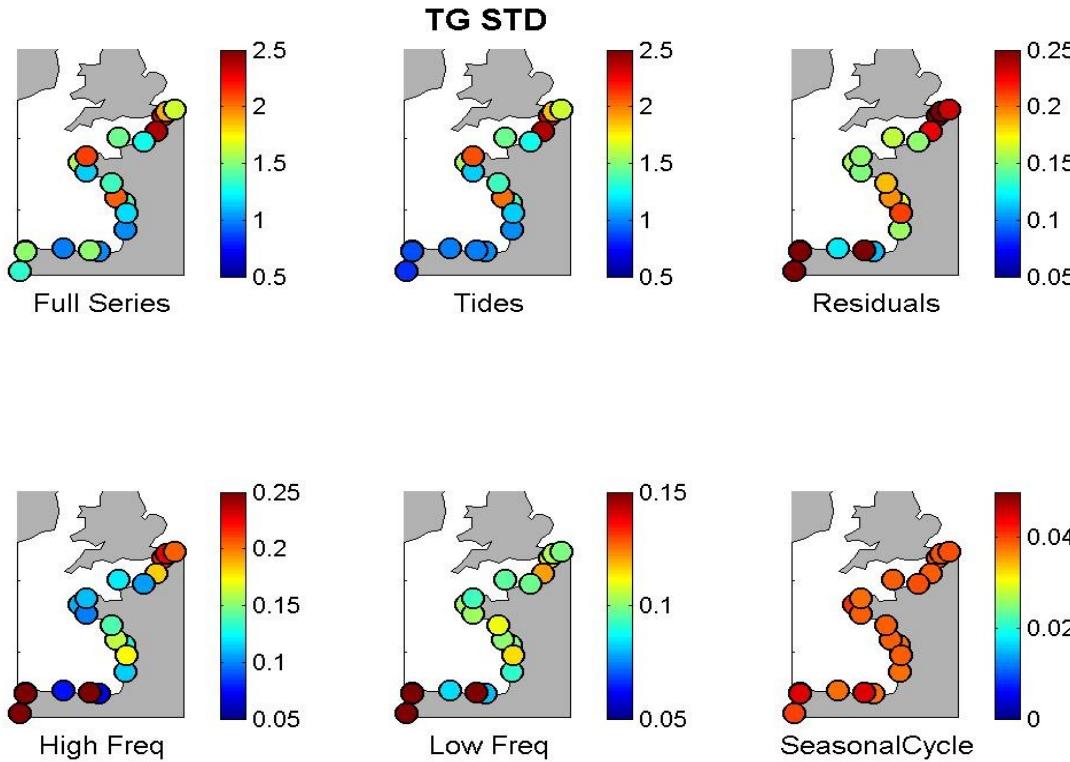
**Le niveau de la mer (simulation REF1.6) au regard des observations ?**

### 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

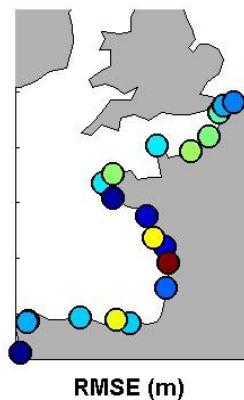


Ecart-type (en m) mesuré par les marégraphes pour différentes fréquences

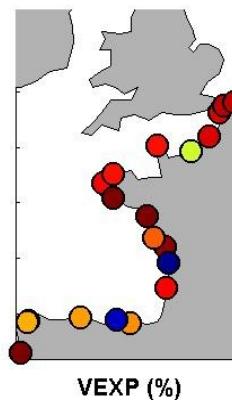
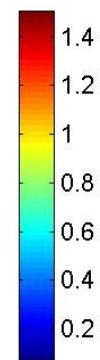
# Comparaisons BACH4000 / données marégraphiques

Marée observée vs Marée modélisée

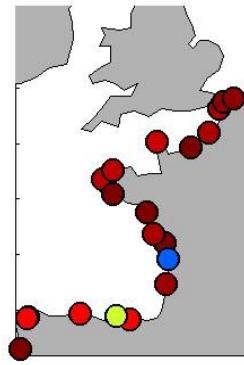
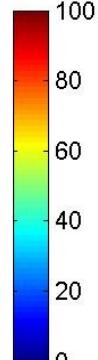
TG-MOD Tides



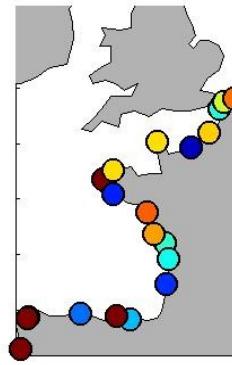
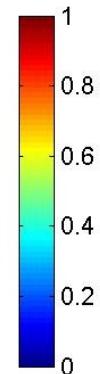
RMSE (m)



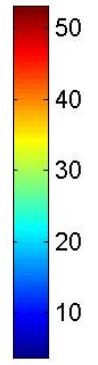
VEXP (%)



CORR

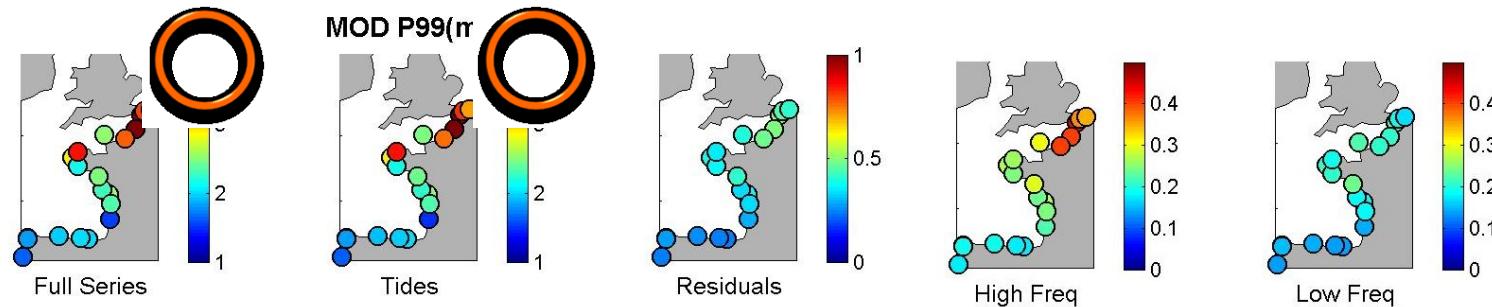


LENGTH (yrs)



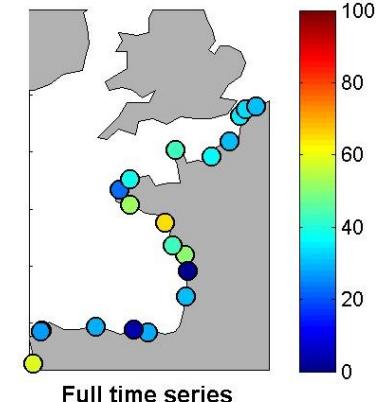
# Evènements extrêmes

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)

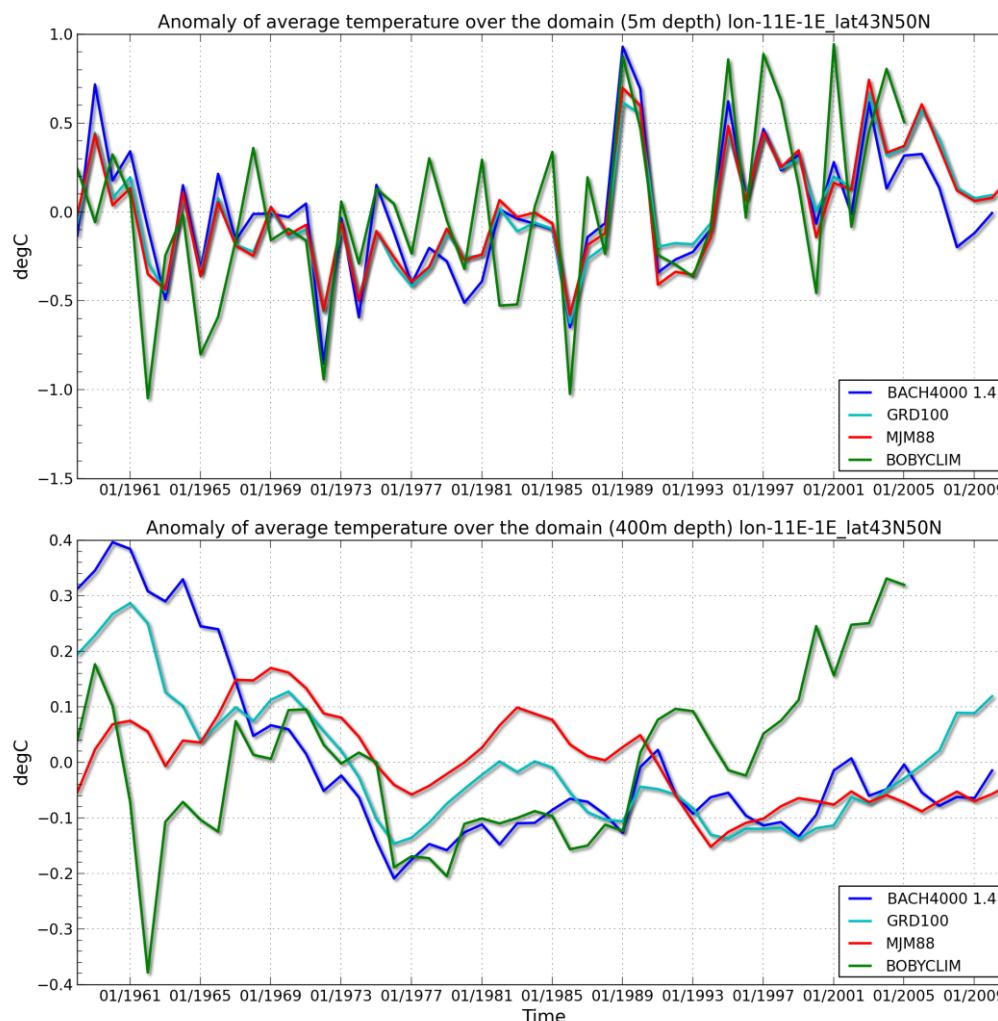
% Actual Events  
not captured by model



## 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

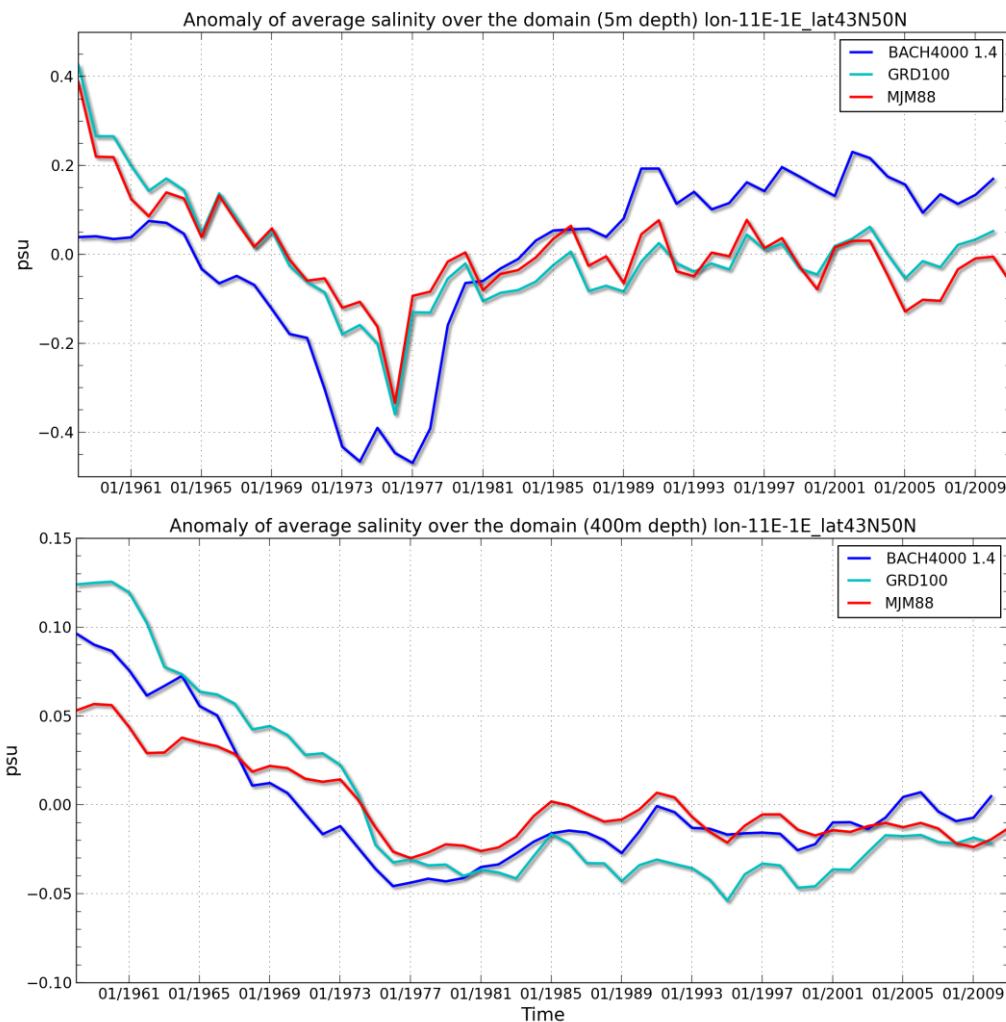
# Evolution de la Température



GRD100

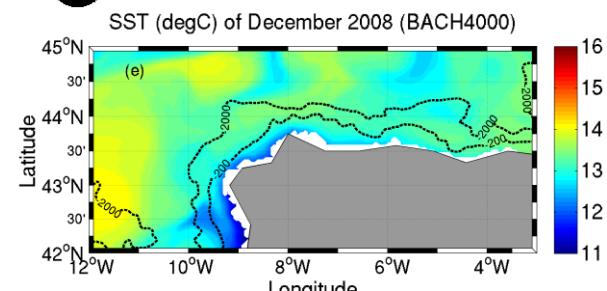
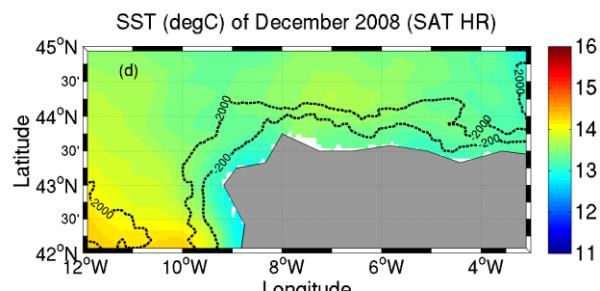
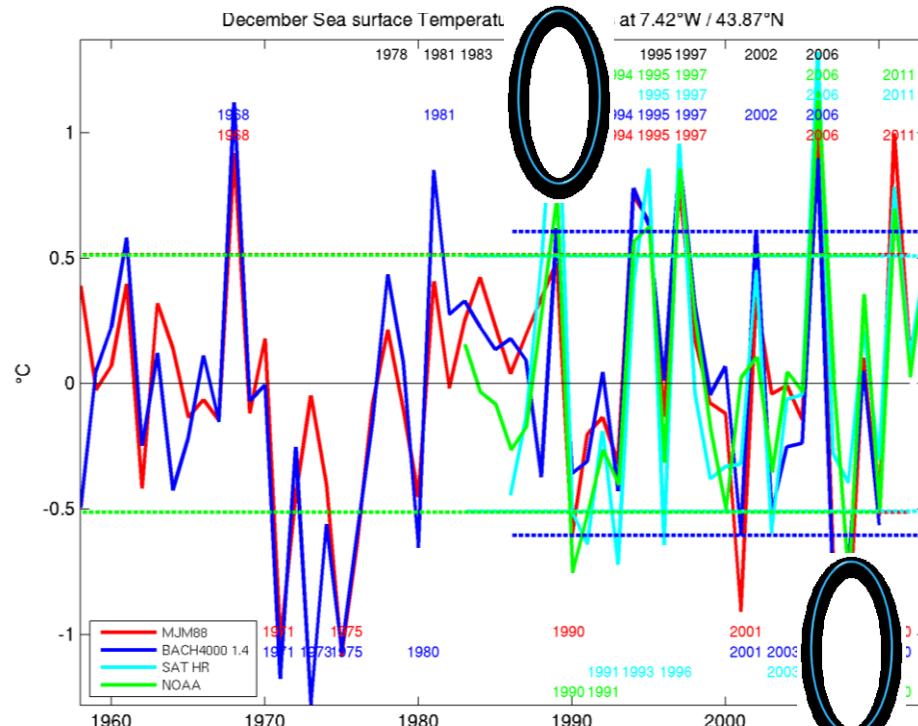
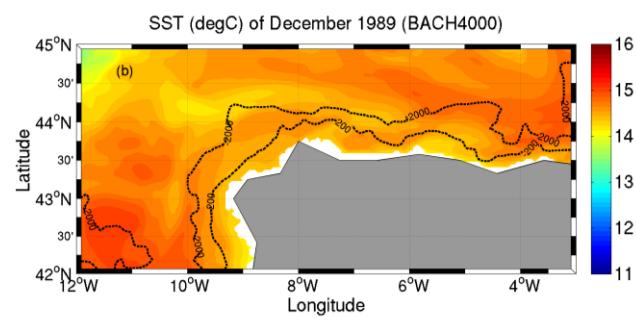
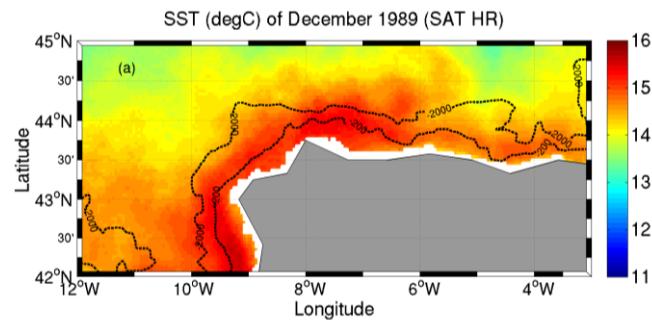
	5 m	400m	5m	400m	5m	400m	5m	400m
Mean (°C)	14.721	11.148	14.563	10.820	14.238	11.215	14.057	10.917

# 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 Orogen)
- Conclusions & Perspectives

## Quelques résultats ...

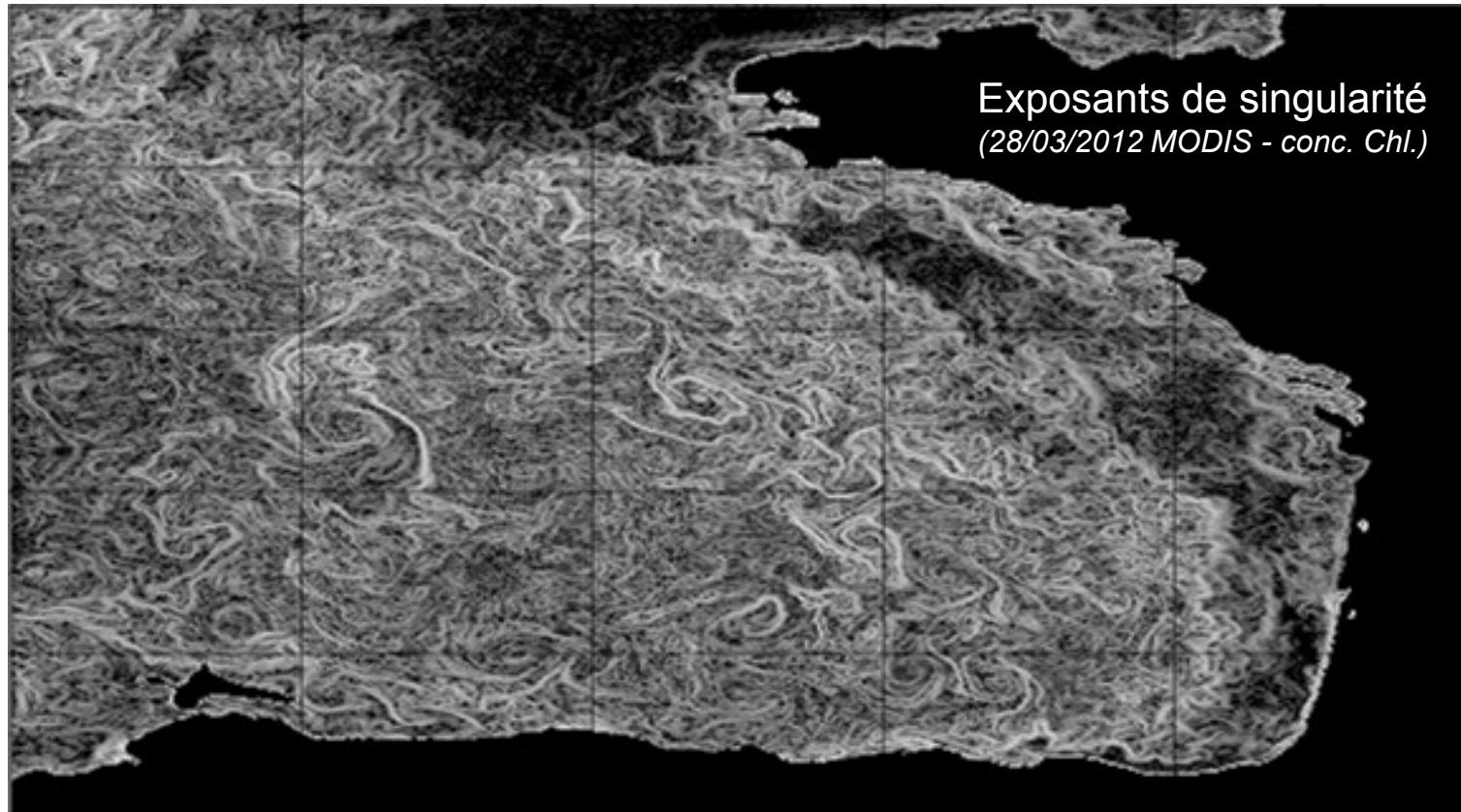
- Produits utilisés - Simulations numériques et Observations
- 53 ans dans le golfe de Gascogne - Quel réalisme ?
- Niveau de la mer - Premières analyses
- Evolutions interannuelles - Des températures moyennes à la Navidad
- Vers la (sous)mésoéchelle aux échelles interannuelles -
  - Poster M. Kersalé 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  
(O. Yelekci – *thèse*, G. Charria, X. Capet, J. Sudre, H. Yahia, G. Reverdin)
  - Golfe de Gascogne à haute résolution (grand défi...)
- Conclusions & Perspectives

## Contexte & objectifs

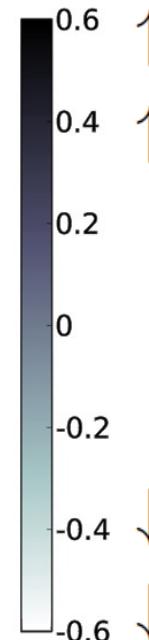
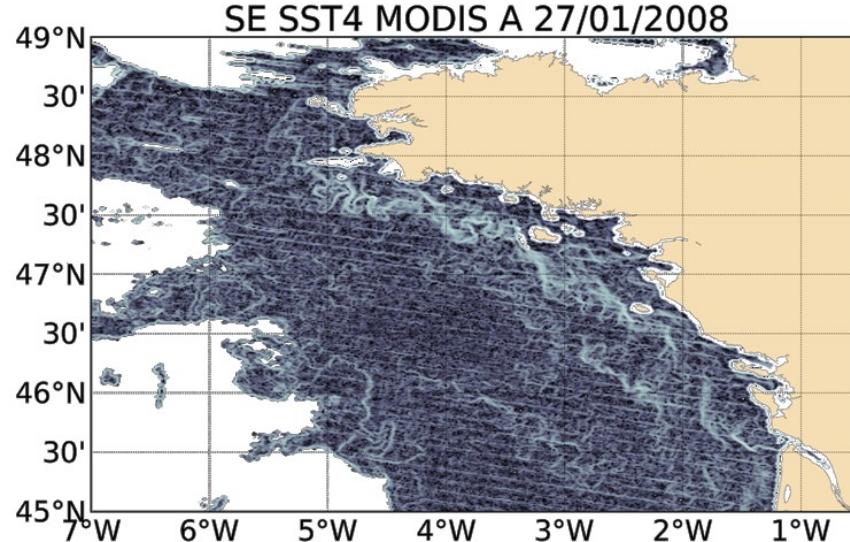
Identification et caractéristisation de l'**activité frontale** sur le plateau continental

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

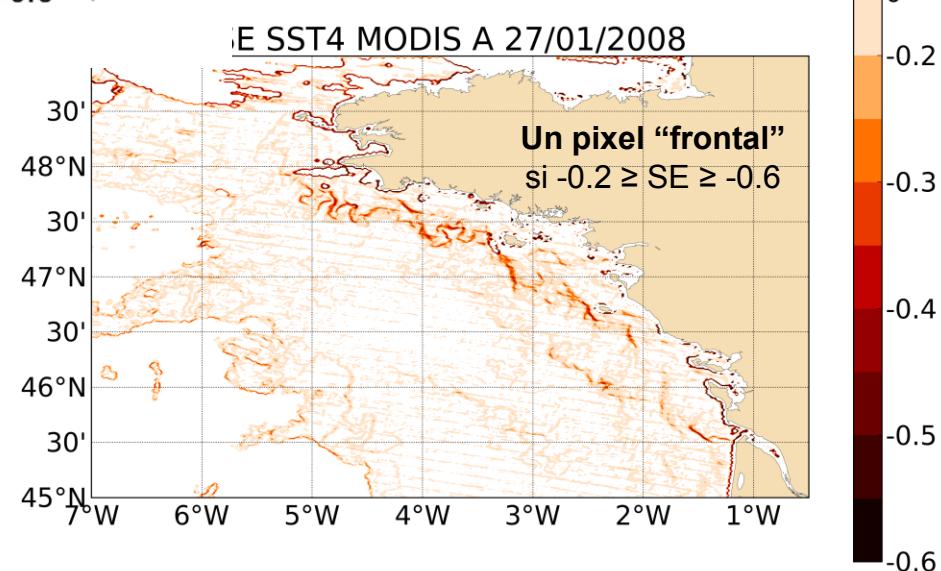


**Continu:** faible activité frontale

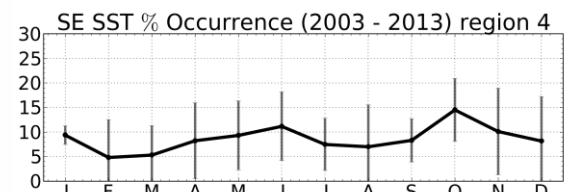
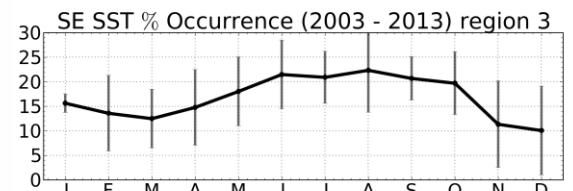
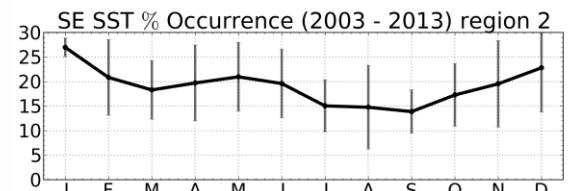
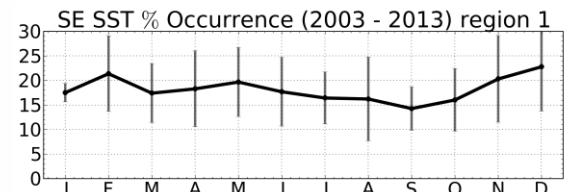
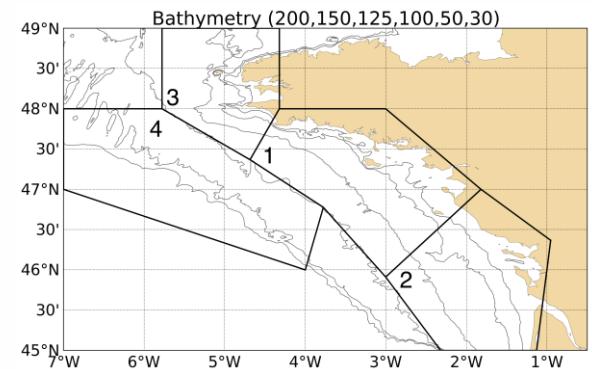
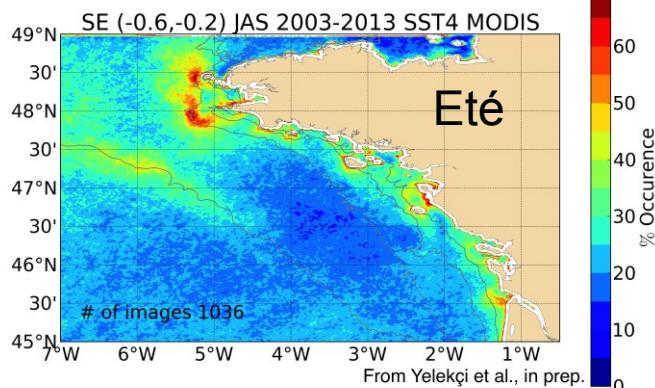
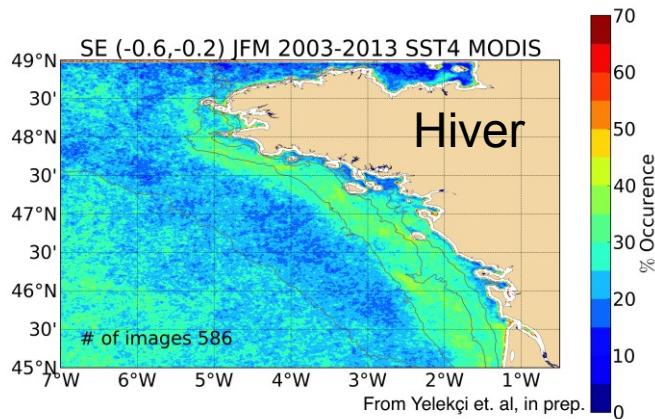
**Discontinu:** + forte activité frontale

**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 -
  - 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 Occigen)  
(F. Vandermeirsch, S. Theetten, G. Charria, N. Audiffren)
- Conclusions & Perspectives

## Un grand défi ...

Une machine ...

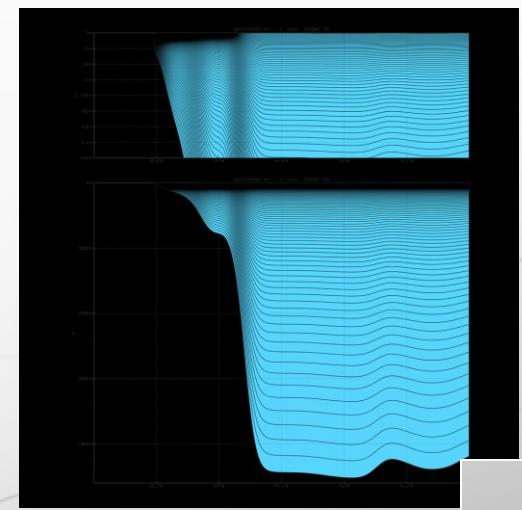
Une question ...



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

### OCCIGEN – 2.1 Pflops

- 50544 cœurs de calculs
- 5100 Toctets



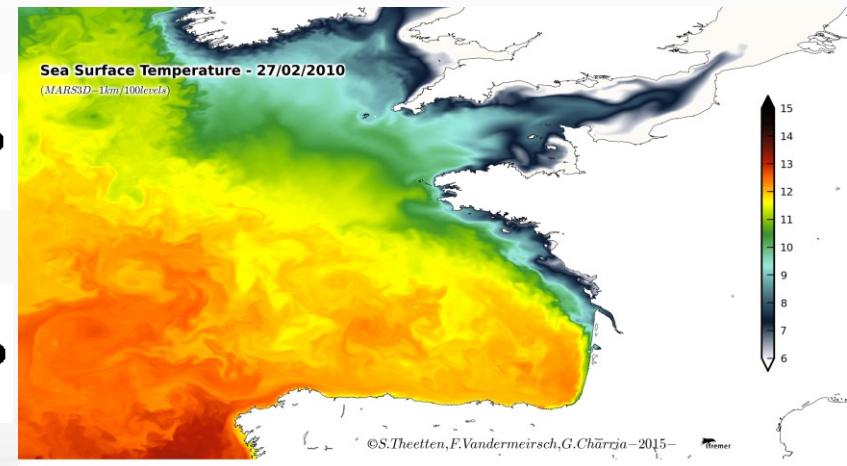
## Vers ... BACH1000 – 1Km / 100 niveaux verticaux

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

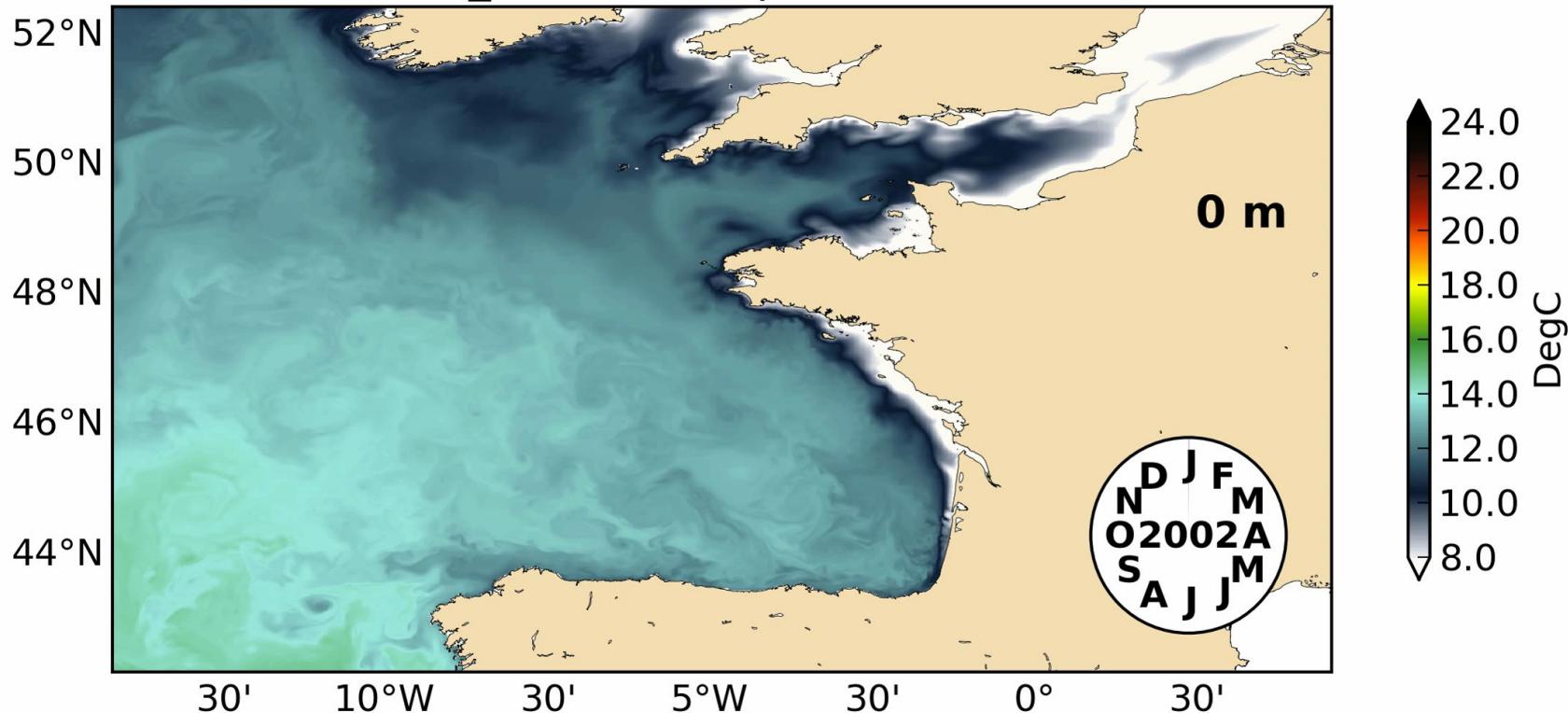
12/2010

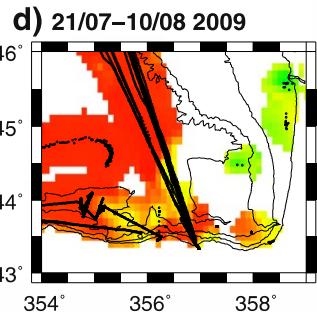
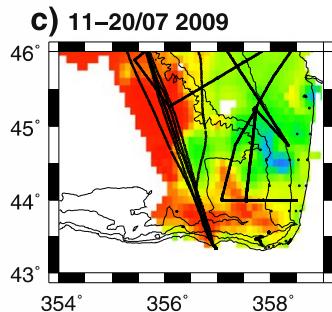
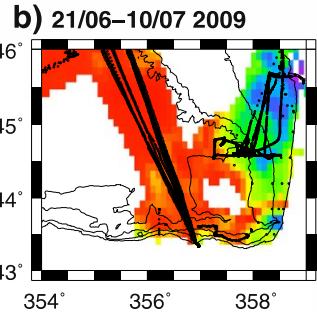
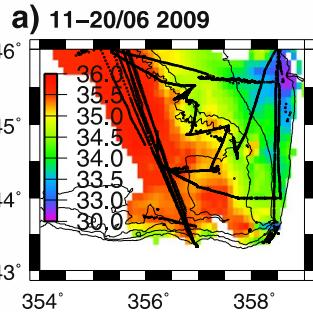


### Configuration –

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

BACH1000\_100lev: Temperature - 20020101

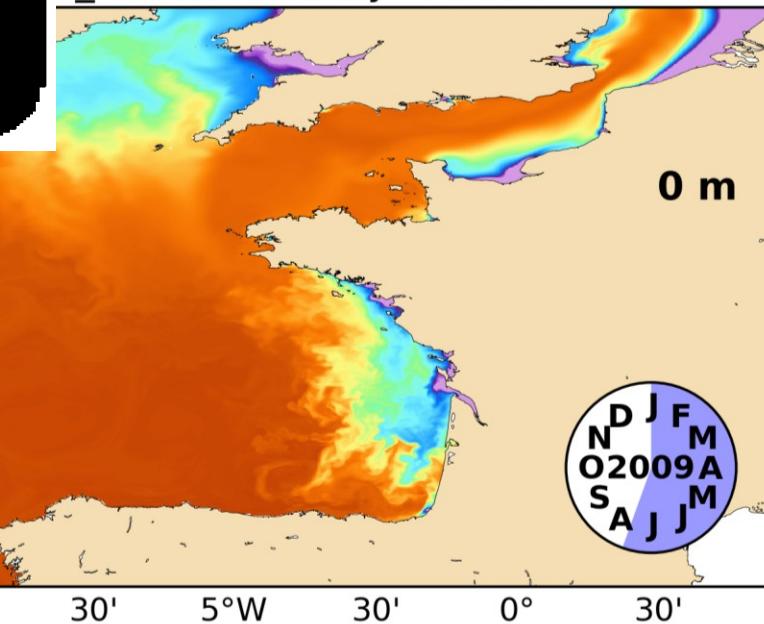




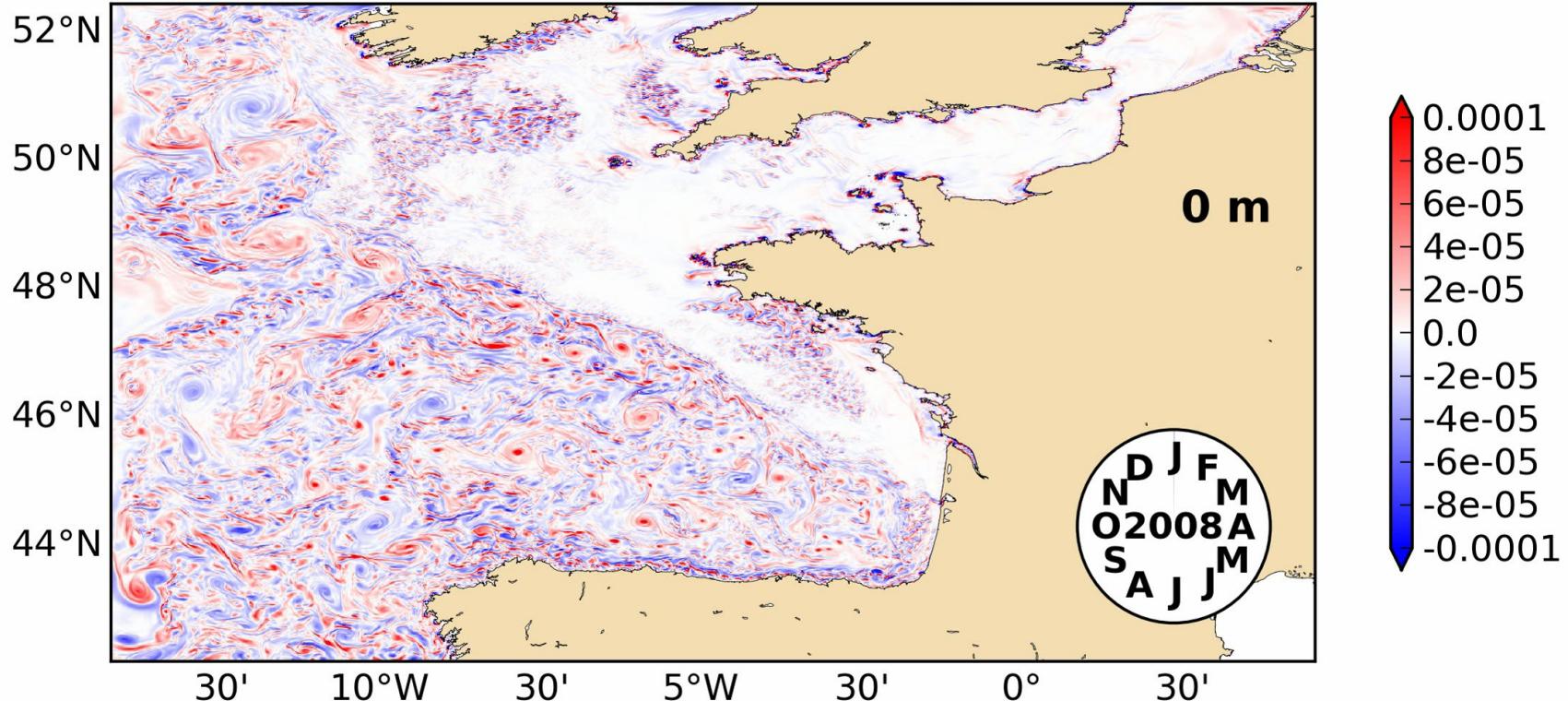
(Reverdin et al., 2013)

Export d'eaux  
déssalées vers le large

0\_100lev: Salinity - 20090722



# BACH1000\_100lev: Relative Vorticity - 20080101



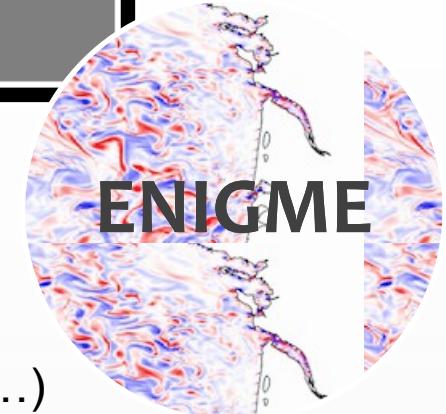
## Quelques résultats ...

- 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 -
  - La dynamique frontale sur le plateau continental
  - Le golfe de Gascogne à haute résolution (grand défi Occitanie)
- 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 diagnostiques 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 ...



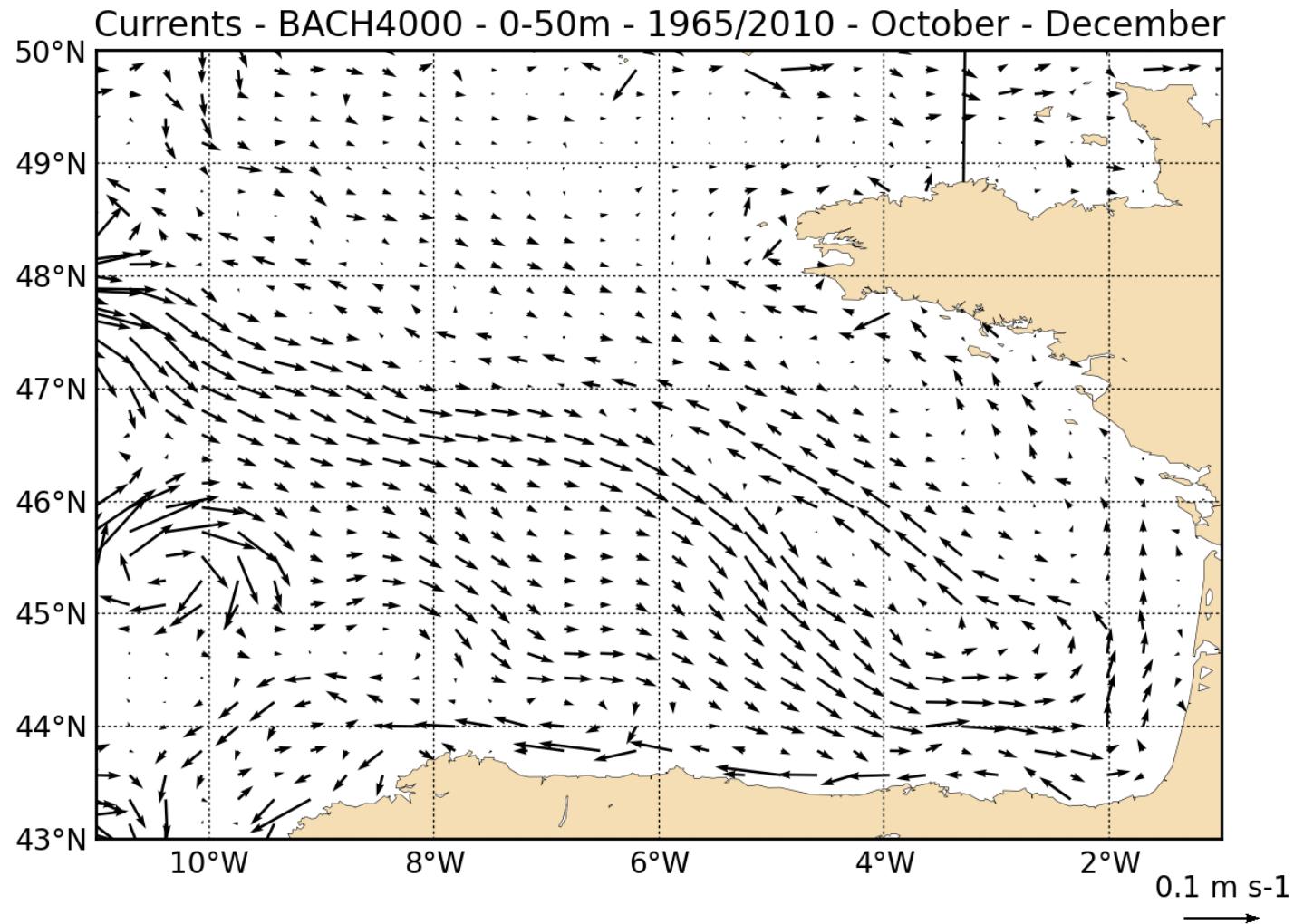
## Le groupe NIGME:

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



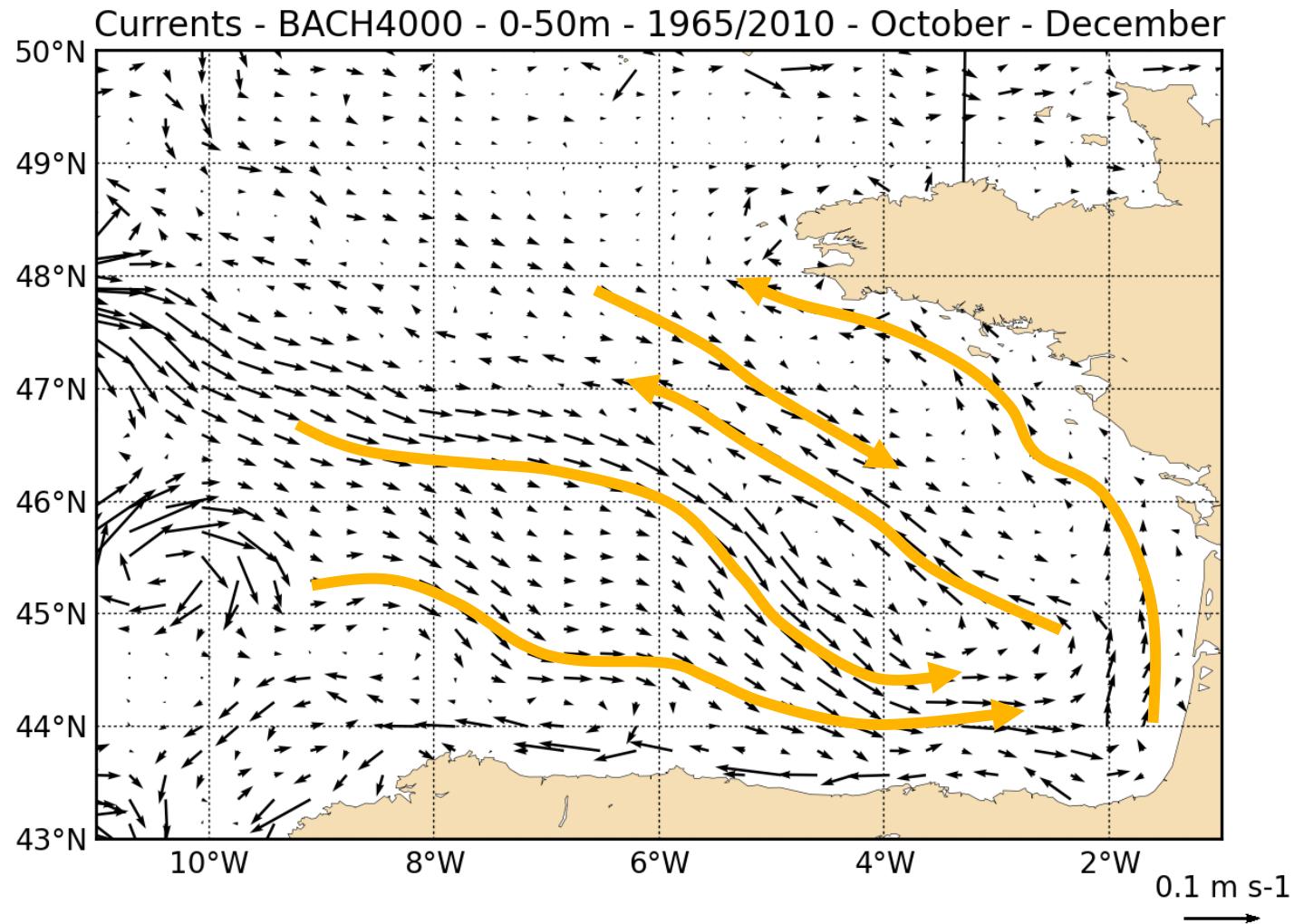
## Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

### Automne (Octobre – Décembre)



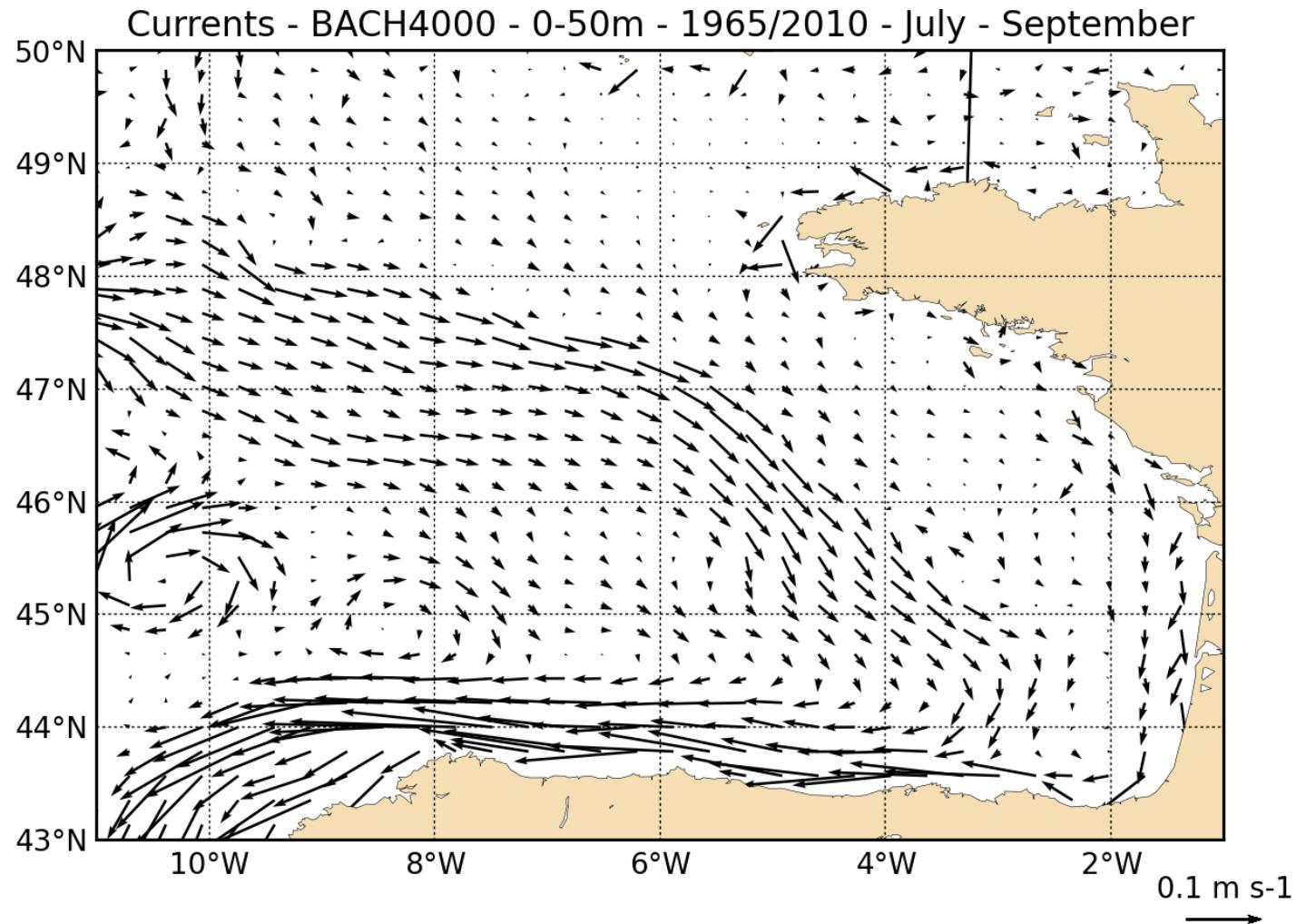
## Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

### Automne (Octobre – Décembre)



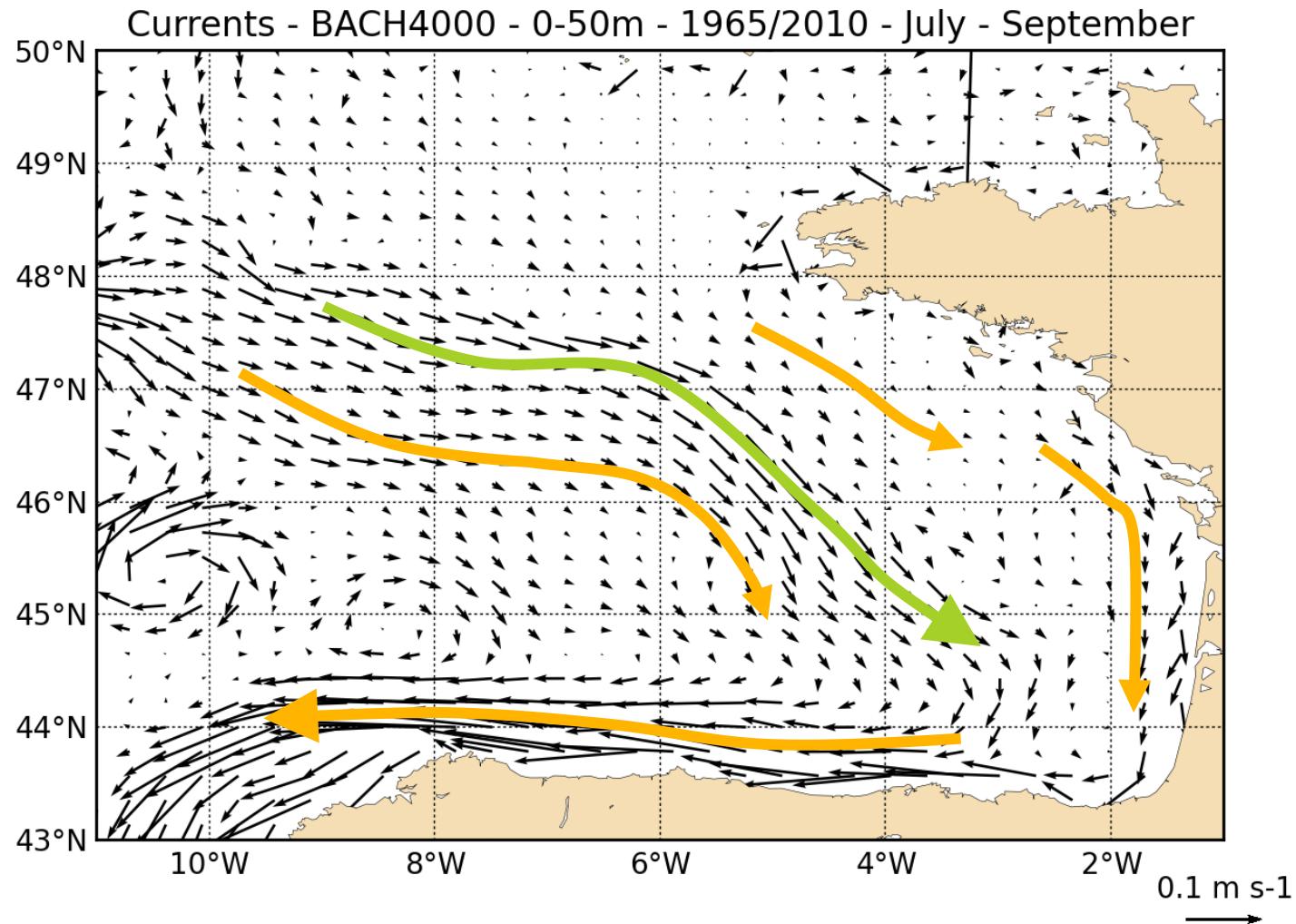
Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des  
Courants de Surface

Eté (Juillet – Septembre)



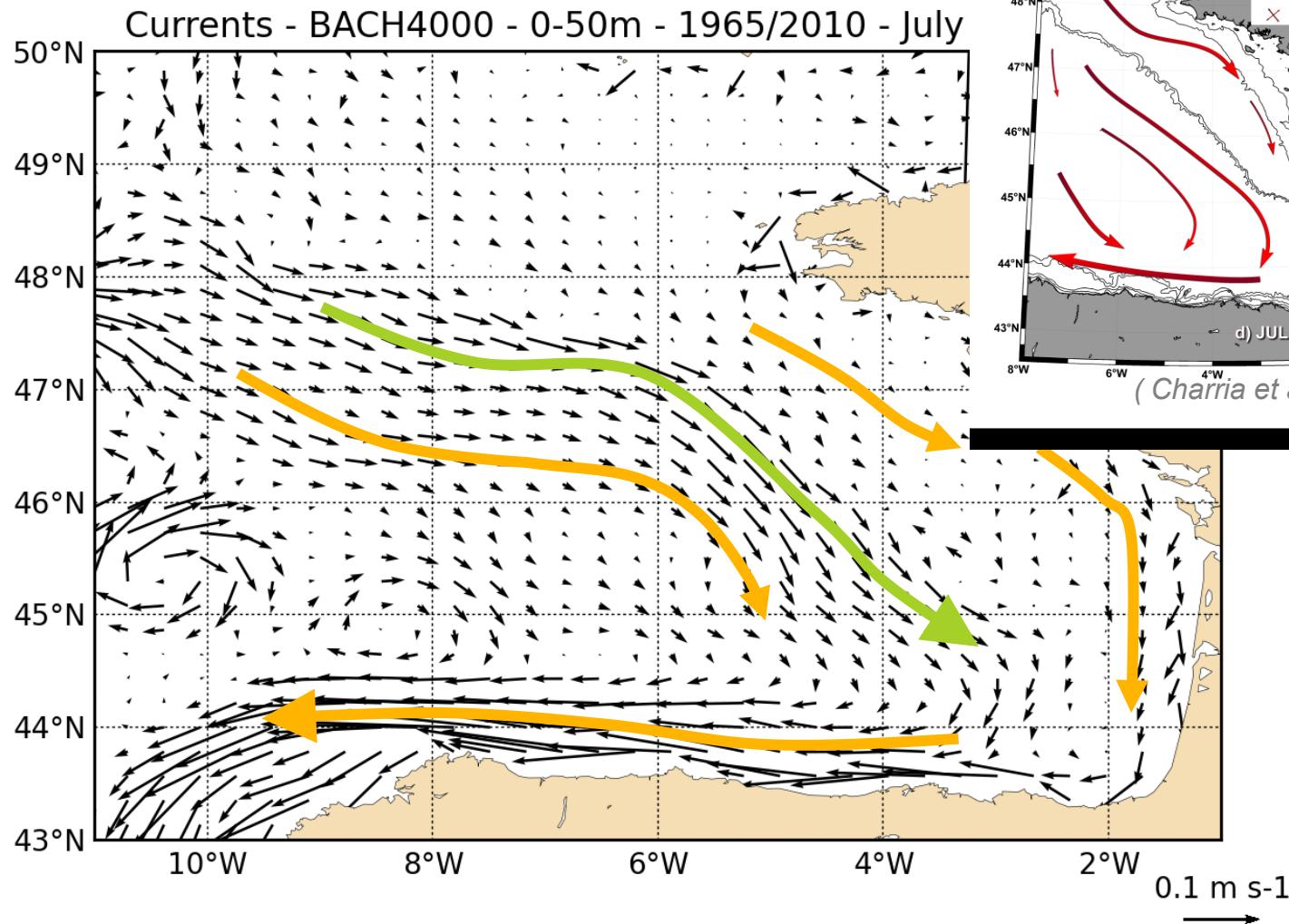
Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des  
Courants de Surface

Eté (Juillet – Septembre)



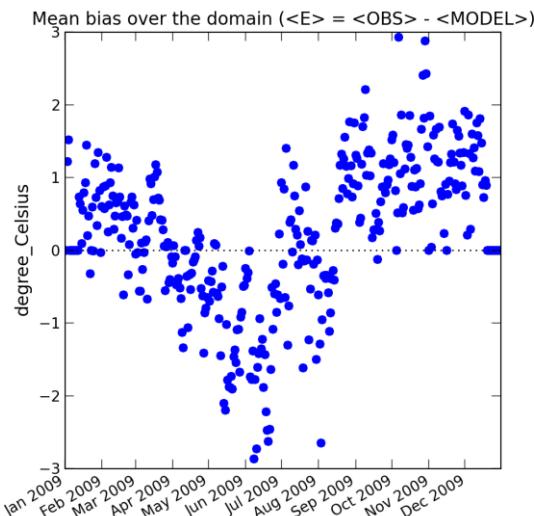
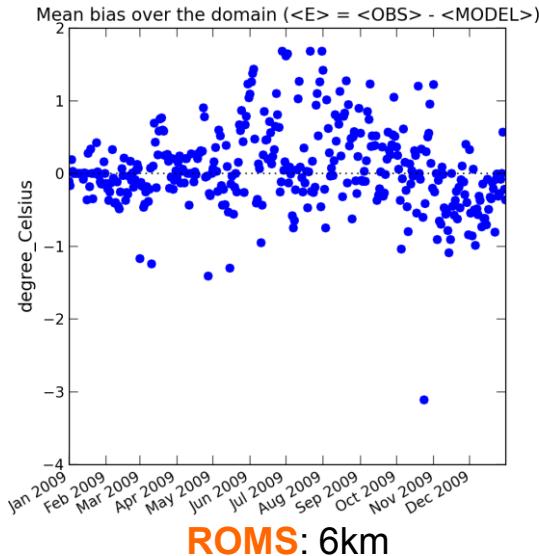
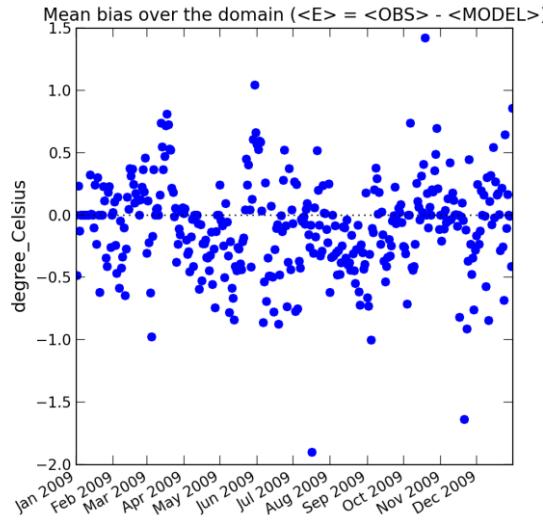
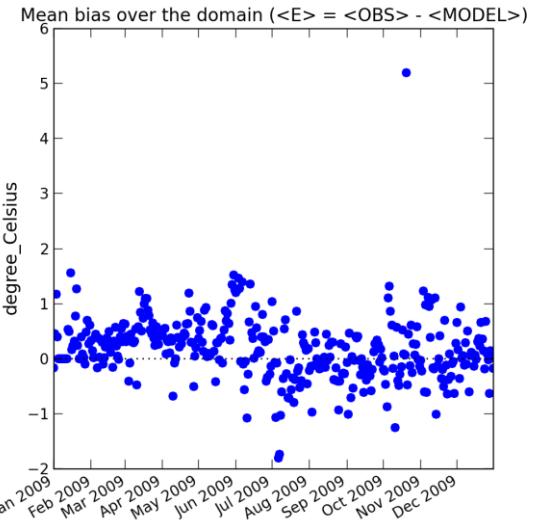
# Moyennes saisonnières (sur 53 ans) des Courants de Surface

Eté (Juillet – Septembre)

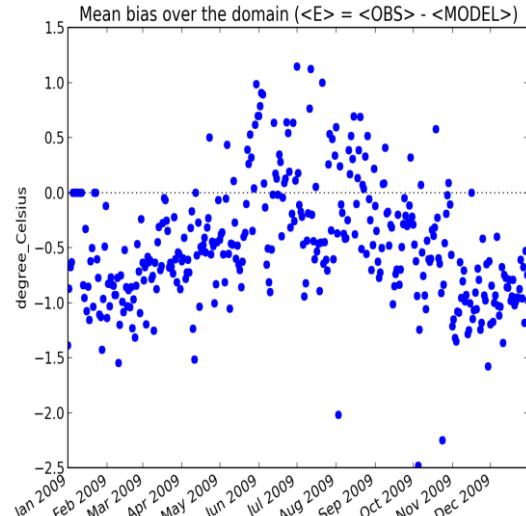


# Température de Surface

## - un exercice d'intercomparaison -



DRAKKAR: 1/12° - Global – Sans marée



PREVIMER/MANGA2500: 2.5km

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

