

Géolocalisation de Bars Marqués à partir de données de profondeur et de température



Mathieu Woillez^(a), Ronan Fablet^(b), Tran-Thanh Ngo^(a,c), Maxime Lalire^(a,d), Pascal Lazure^(e), Francois Garren^(a), Stéphane Martin^(a), Mickael Drogou^(a) et Hélène de Pontual^(a)

- (a) STH - Ifremer
- (b) Telecom Bretagne
- (c) Université de Strasbourg
- (d) CLS
- (e) LOPS - Ifremer



Introduction

Bar européen:

- Largement distribué dans l'Atlantique NE
- Valeur économique et sociale importante (pêche professionnelle et récréative)
- Stock surexploité (tendance récente)
- Connaissances actuelles lacunaires sur le cycle de vie

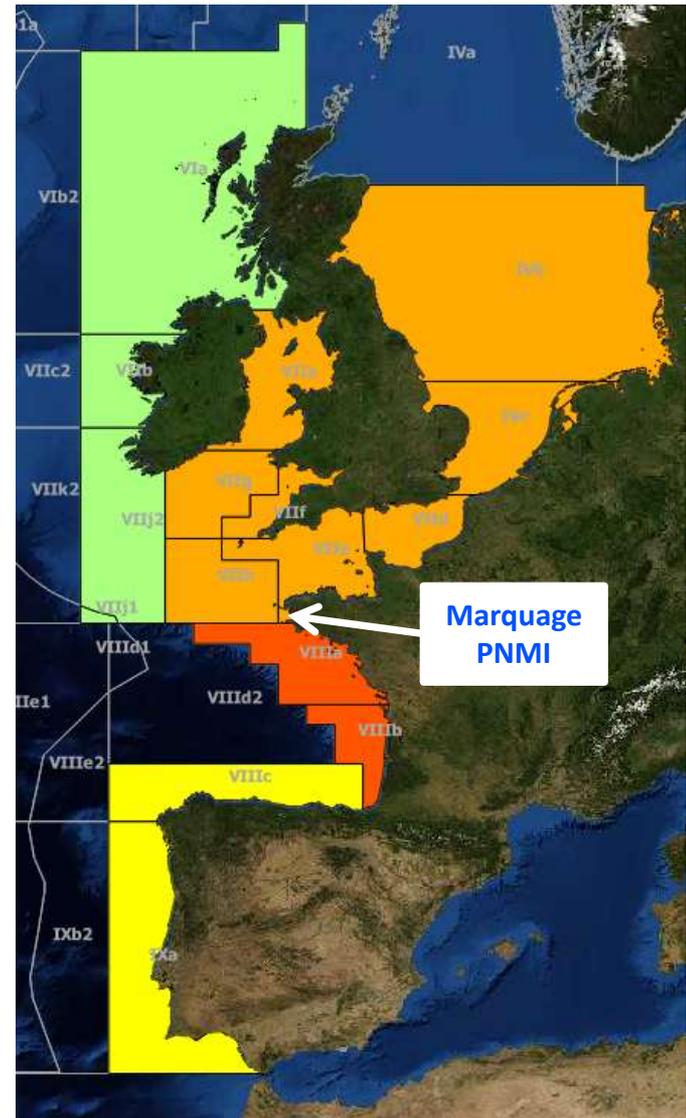
Unités de gestion CIEM

- Définies de façon pragmatique
- Contestées

-> **Structuration spatio-temporelle de la population?**

Mieux comprendre les trajectoires des adultes

- Etude pilote en Mer d'Iroise
- Marquage à grande échelle (BARGIP, en cours)



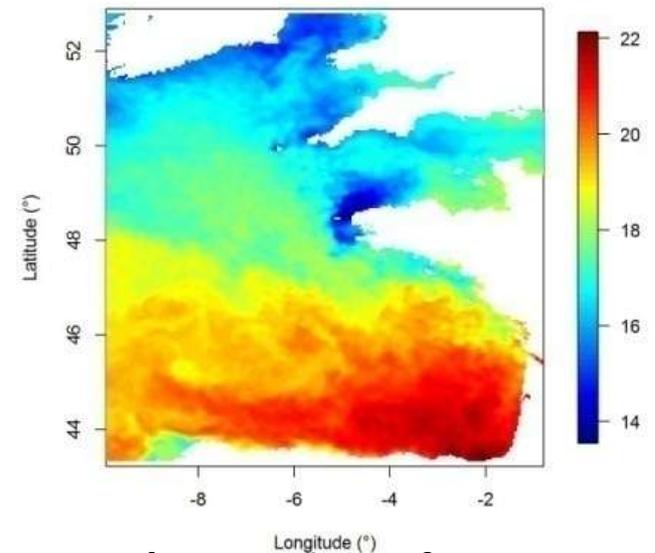
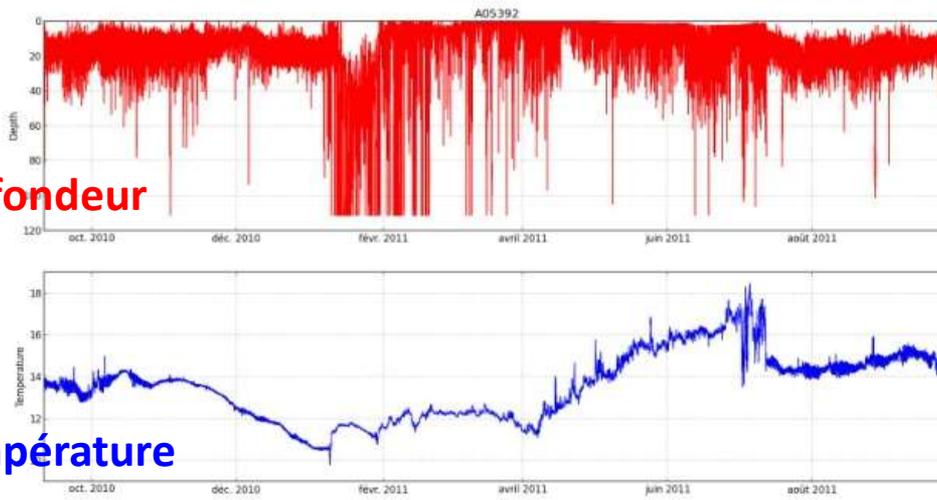
Matériels

Campagnes de marquage:

	Nb. de bars marqués	Taux de recapture (%)	Nb de jours max. en liberté
DST1 (2010)	98	14.28	592
DST2 (2011)	74	9.45	698
DST3 (2012)	74	16.21	680
Total DST	246	13.41	698



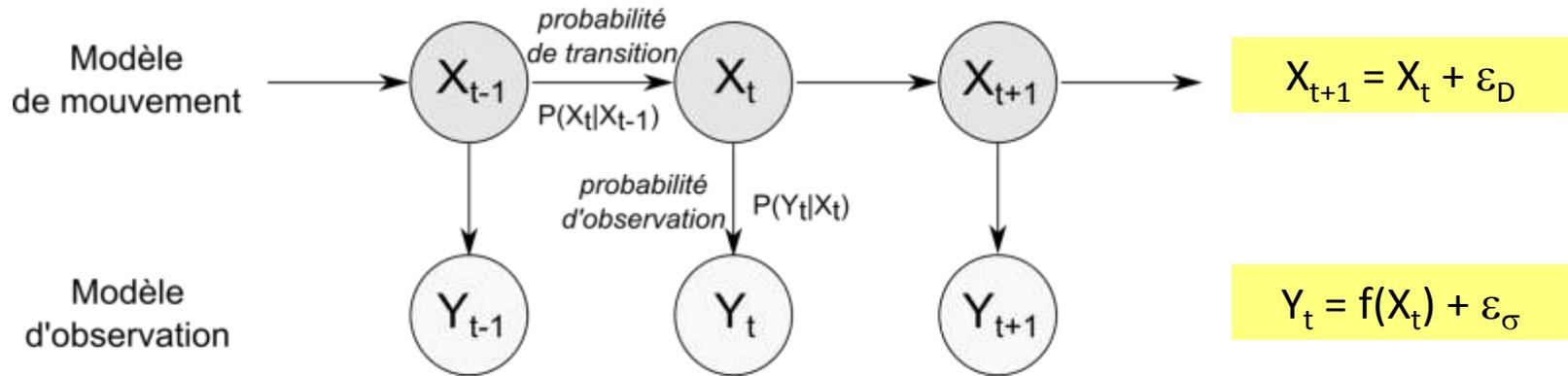
Marques DST et champs géophysiques de référence:



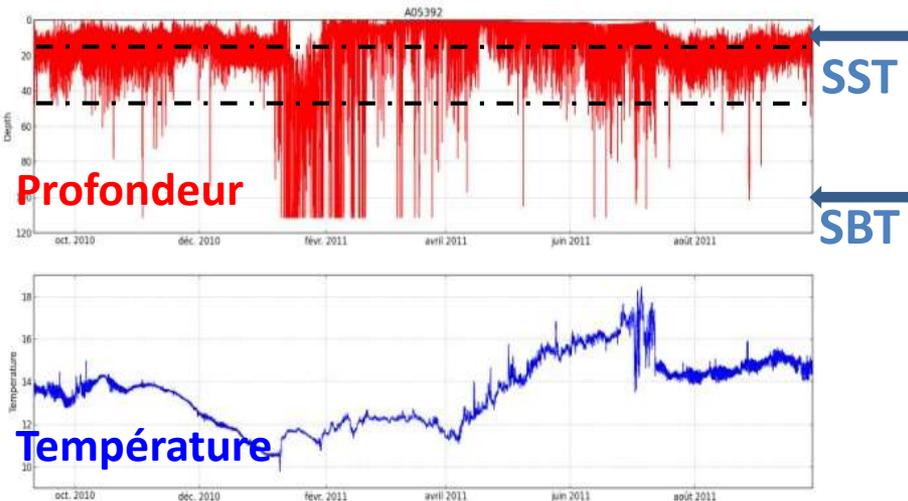
Température de surface,
température de fond et bathymétrie

Modèle Markovien de géolocalisation

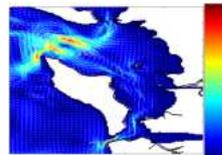
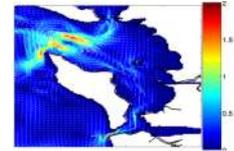
séquences des états cachés
(positions journalières du poisson)



séquence des observations
(les conditions de température et de profondeur)



Données satellitaires
Sorties MARS3D



Sorties MARS3D

+ Contrainte bathymétrique

Algorithme d'inférence

Algorithme SEM (Stochastic Expectation-Maximization):

- Etape SE: Echantillonnage de N trajectoires à partir de la distribution *a posteriori* obtenue à partir de l'algorithme classique pour les HMMs (Baum et al., 1970; Rabiner, 1989)

$$X^{(i)} \sim P((X_t)_{t=0:N-1} | (Y_t)_{t=0:N-1}, \Theta)$$

- Etape M: maximization de $\tilde{\Theta} = \underset{\Theta}{\operatorname{argmax}} E_{X|Y,\Theta^{(k)}}[\log p((Y_t)_{t=0:N-1}, (X_t)_{t=0:N-1} | \Theta)]$

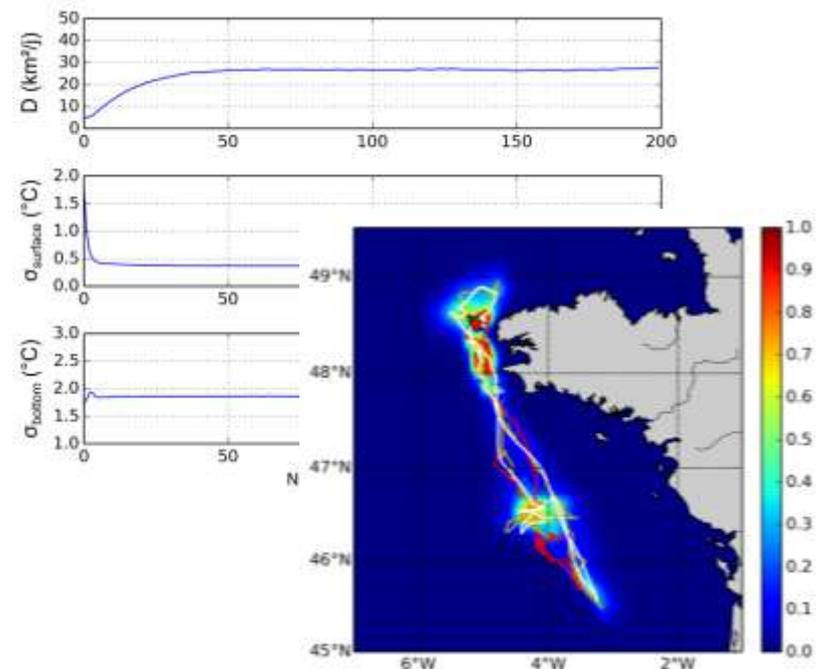
Update model parameter values

$$D^{(v+1)} = \frac{1}{4 N_{SEM} \cdot N} \sum_{i=1}^{N_{SEM}} \sum_{t=0}^{N-1} (X_{t+1}^{(i)} - X_t^{(i)})^2$$

$$\sigma_{surface}^{(v+1)} = \sqrt{\frac{1}{N_{SEM} \cdot N} \sum_{i=1}^{N_{SEM}} \sum_{t=0}^{N-1} (SST(X_t, T_t, D_t) - SST_{SAT}(X_t^{(i)}))^2}$$

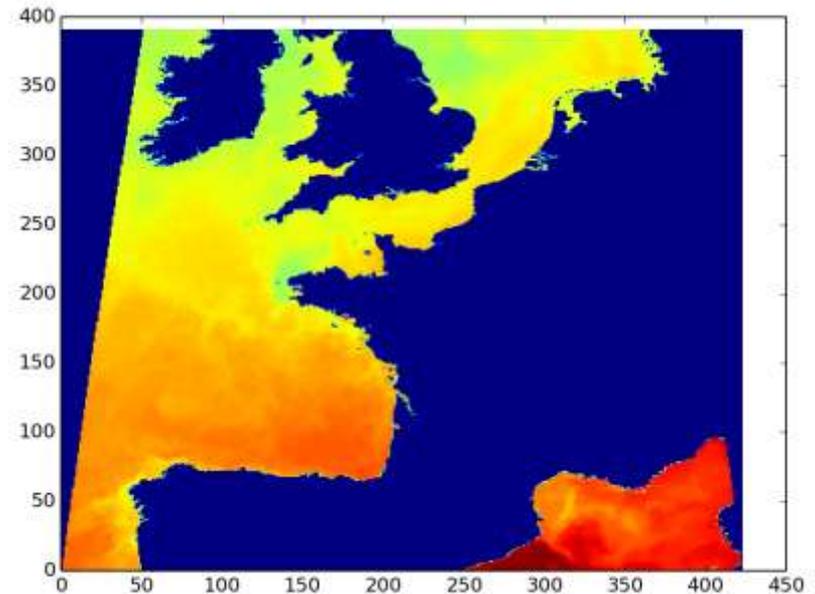
$$\sigma_{bottom}^{(v+1)} = \sqrt{\frac{1}{N_{SEM} \cdot N} \sum_{i=1}^{N_{SEM}} \sum_{t=0}^{N-1} (SBT(X_t, T_t, D_t) - SST_{MARS}(X_t^{(i)}))^2}$$

(Woillez et al. 2016)



Aspect techniques des reconstructions Iroise

- Marques électroniques
 - N = 33
 - Résolution = 1 min à 3 min
 - Résumé par des statistiques journalières
 - Min. = 5 j, Moy. = 325 j, Max. = 698 j
 - 10 745 j en cumulé (~29 ans)
- Champs de référence
 - Nc = 3
 - Résolution = 4 km
 - Bathymétrie (391 x 423)
 - Température de surface (Njour x 391 x 423)
 - Température de fond (Njour x 391 x 423)
- Caparmor
 - Code en Python
 - PBS Job array sur Caparmor (queue sequenti) avec 15gb en Req'd Memory
 - Temps de calcul
 - Min. = 1.05 h, Mean = 10.58 h, Max. = 46.02 h.
 - 346.19 h en cumulé (~14 j).



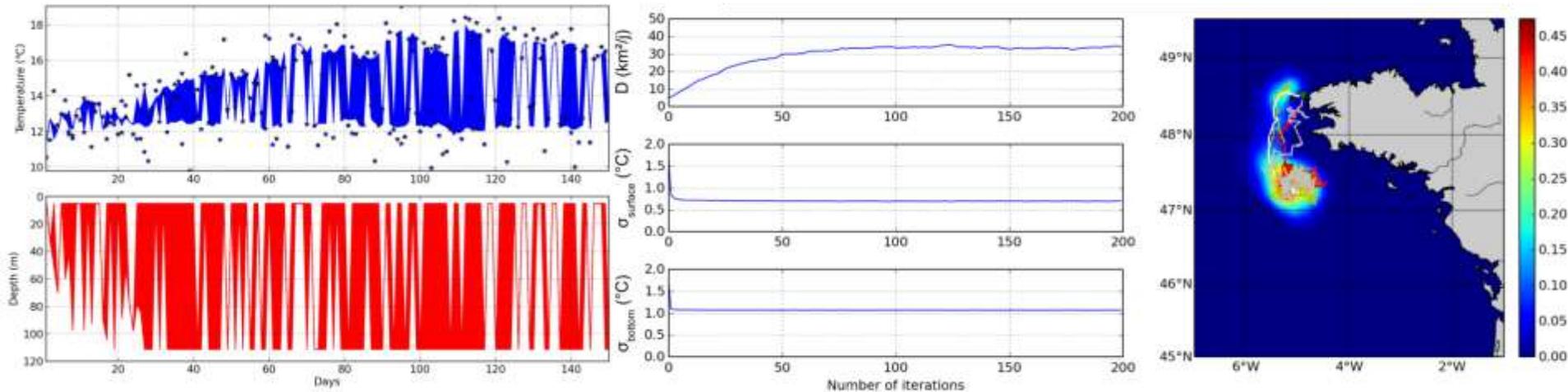
Performance du modèle sur données simulées

1 simulation:

$D = 30 \text{ km}^2/\text{jour}$

$\sigma_{\text{surface}} = 0.65^\circ\text{C}$

$\sigma_{\text{fond}} = 1.00^\circ\text{C}$

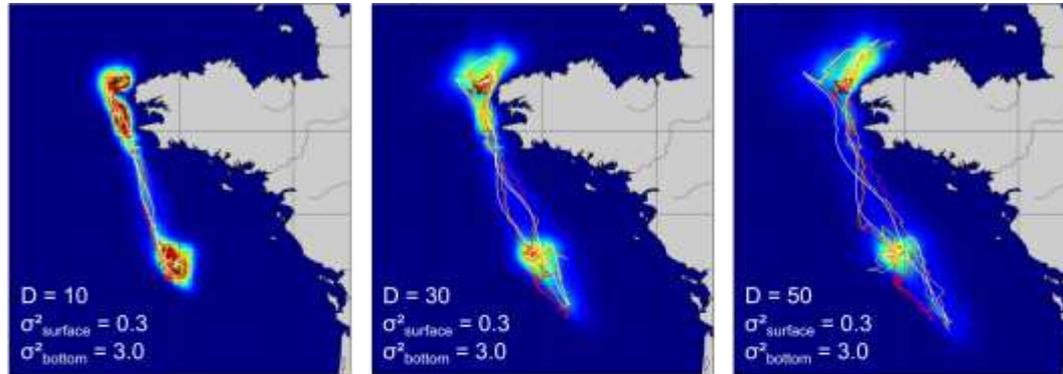


100 simulations:

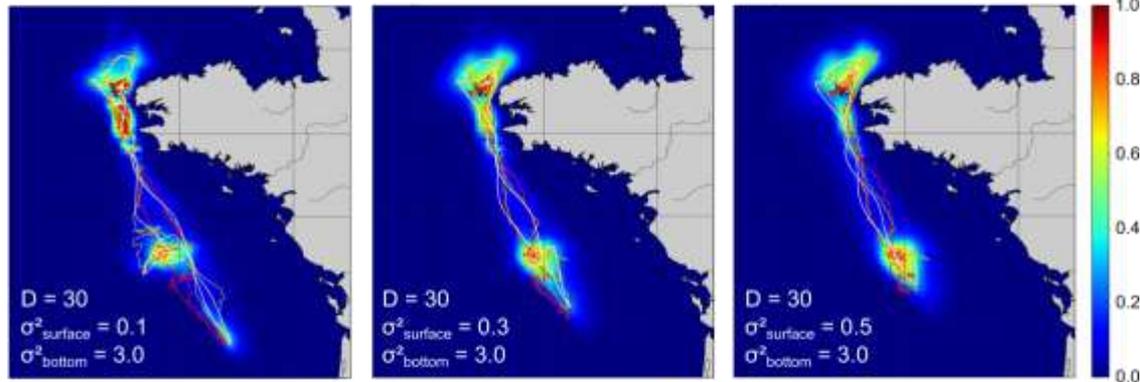
Parameters	Average of true values	Mean	Std.	CV (%)	Lower 95% CI	Upper 95% CI
D	29.69	26.74	11.40	43	8.57	48.68
σ_{surface}	0.643	0.668	0.047	7	0.589	0.766
σ_{bottom}	0.994	1.045	0.083	8	0.906	1.201

Sensibilité du modèle (I)

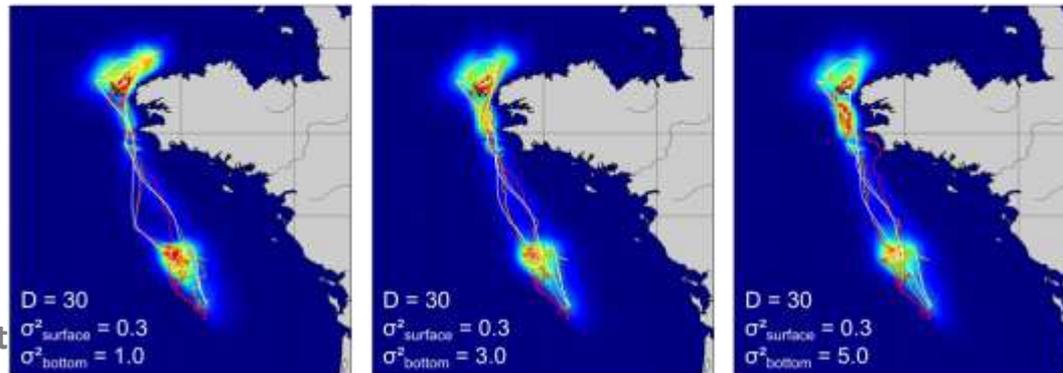
Coefficient de diffusion



Erreur de surface



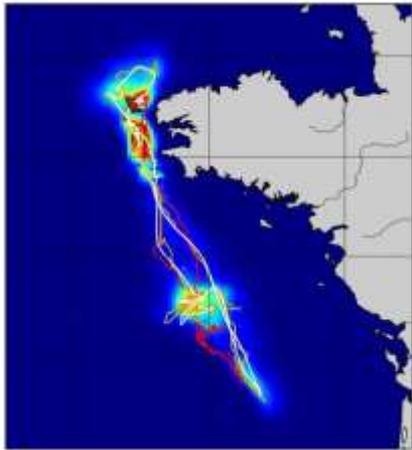
Erreur de fond



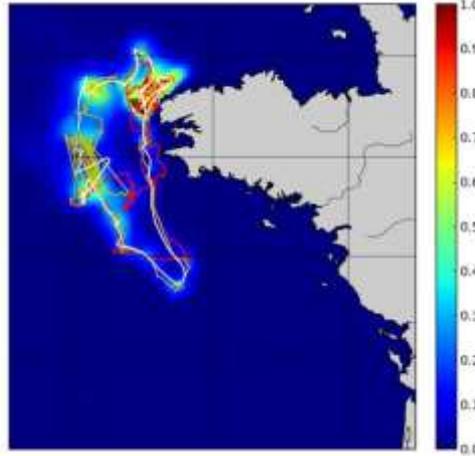
Sensibilité du modèle (II)

- Champs géophysiques de référence pour la surface
- Position de recapture

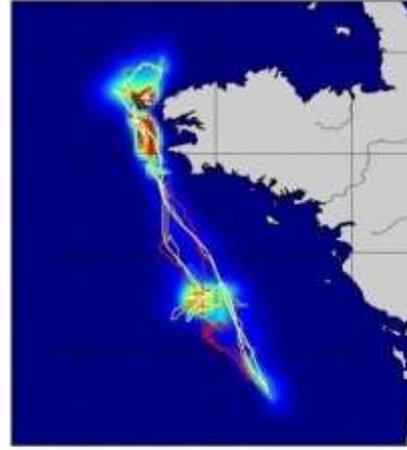
Satellite



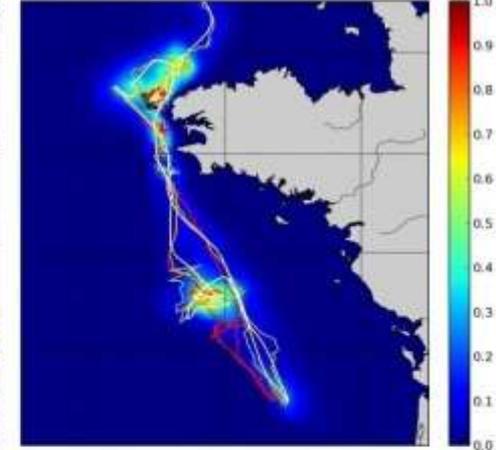
MARS3D



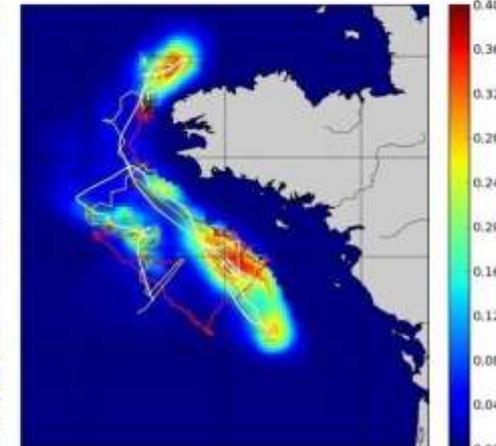
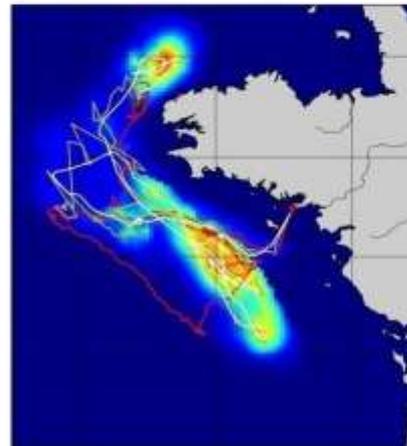
Avec recapture



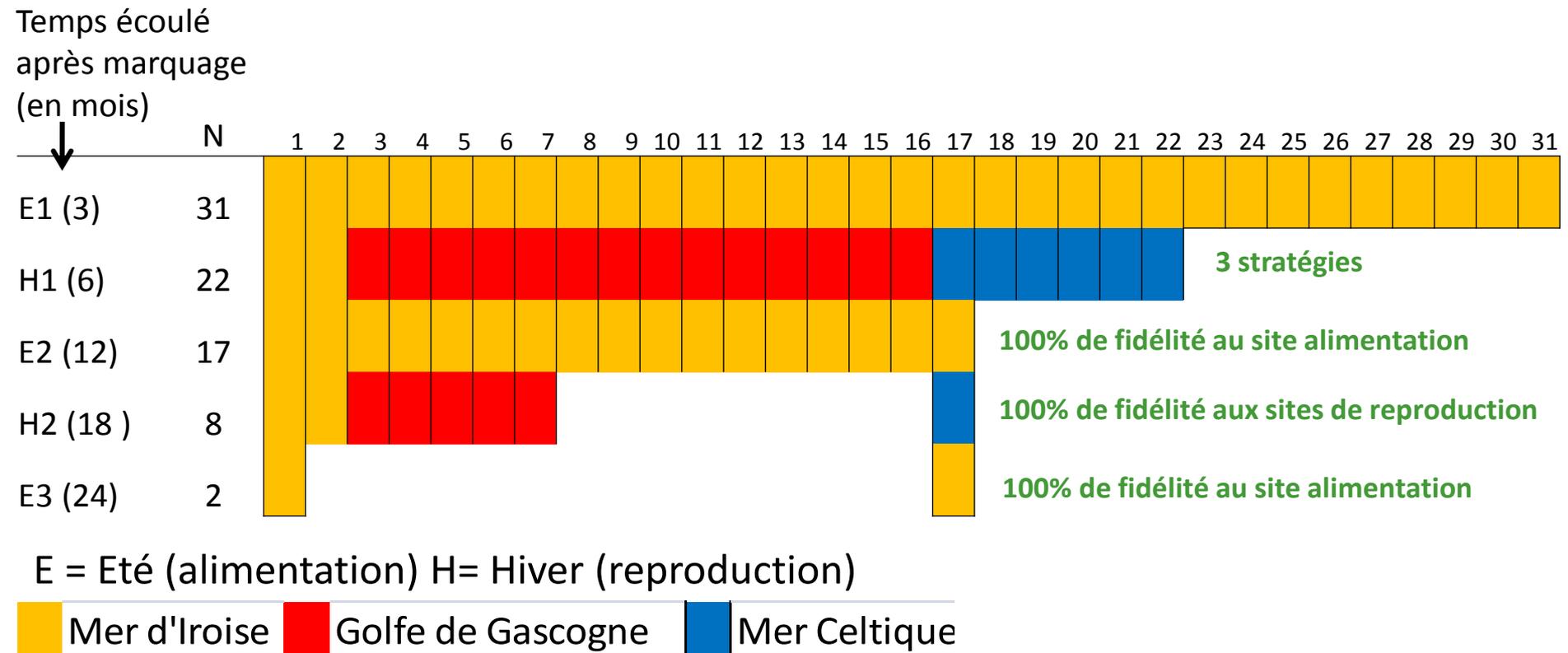
Sans recapture



→ Patterns globaux inchangés
Des différences à l'échelle locale
SST du Satellite meilleur que celle du
MARS3D



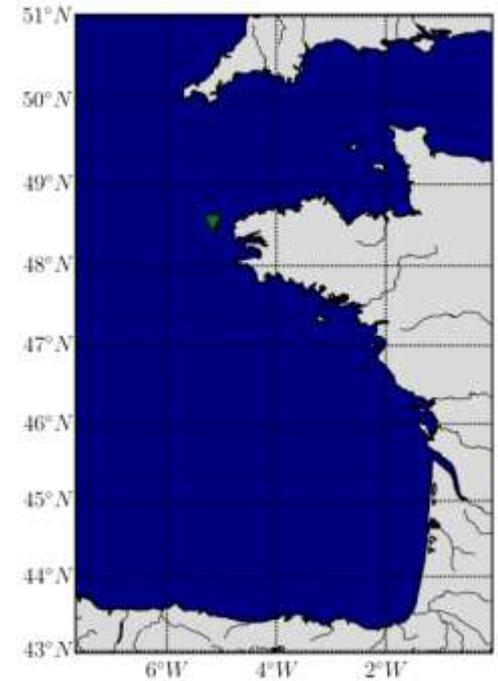
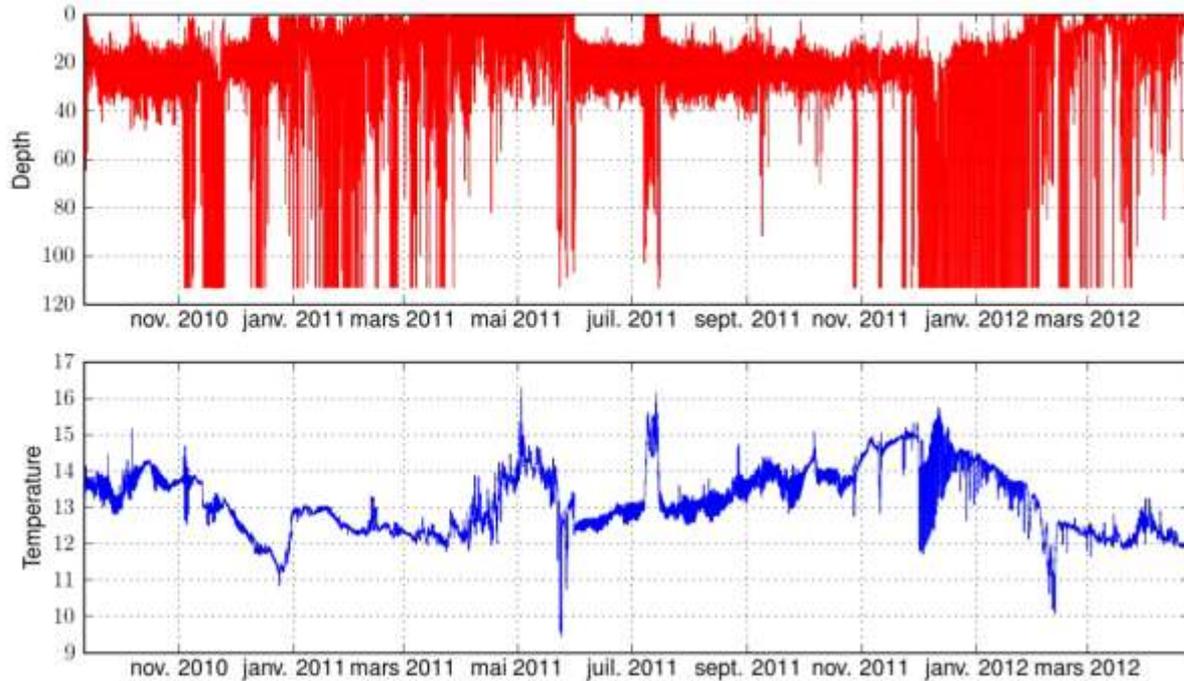
Histoires des individus recapturés



- Population fortement structurée
- Mer d'Iroise une zone de mélange de population (stock)

Stratégie « Golfe de Gascogne »

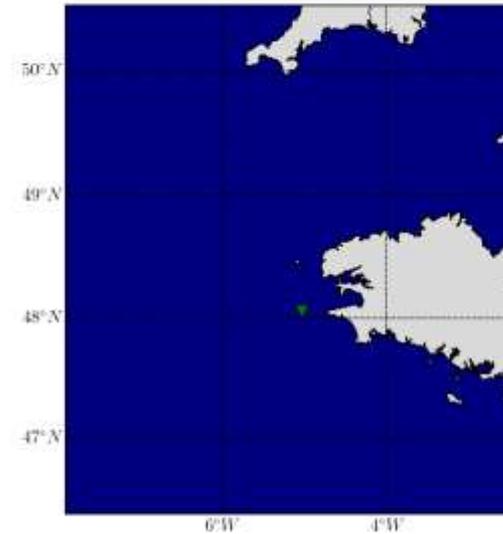
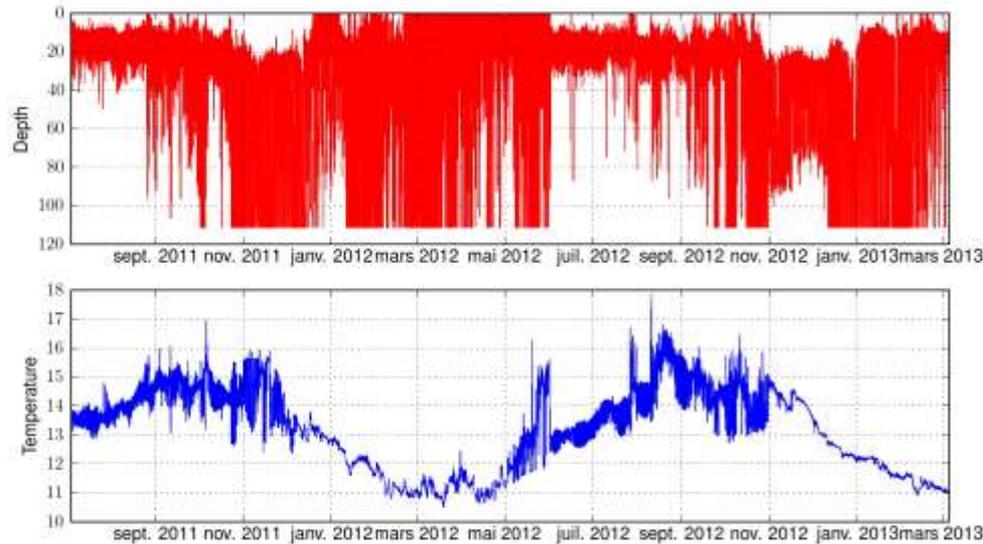
A06271 - Day 000 - 10/09/2010



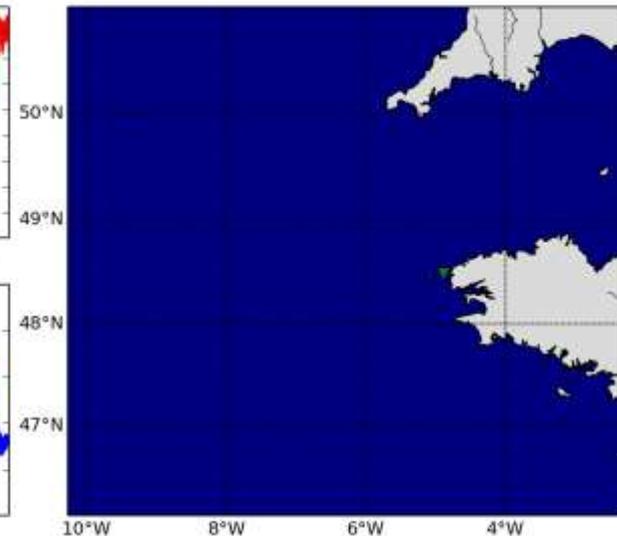
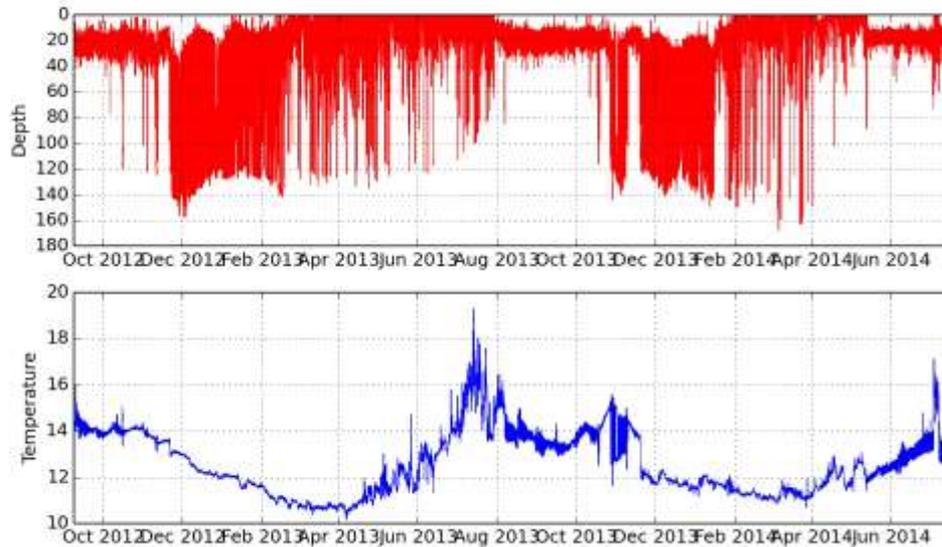
→ Enveloppe de couleur = probabilité journalière de présence du poisson

Stratégie « Mer d'Iroise » et « Mer Celtique »

A06174 - Day 000 - 04/07/2011

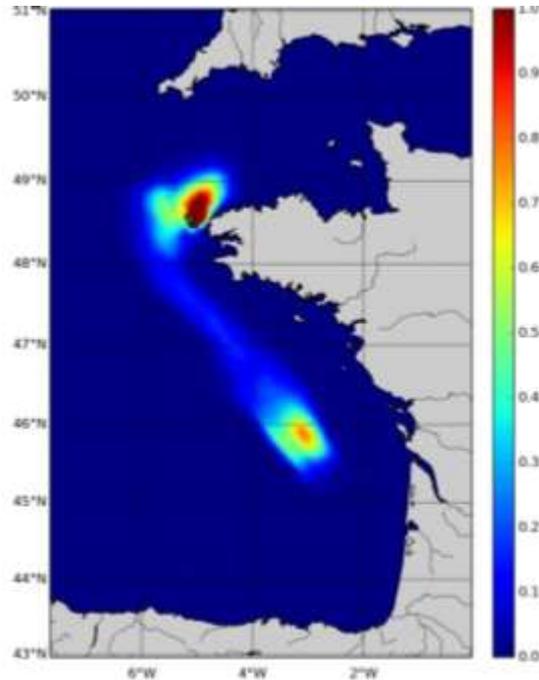


A09484 - Day 000 - 08/09/2012



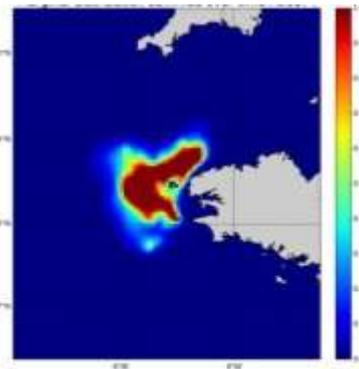
Carte d'habitat et dynamique de migration

Golfe de Gascogne



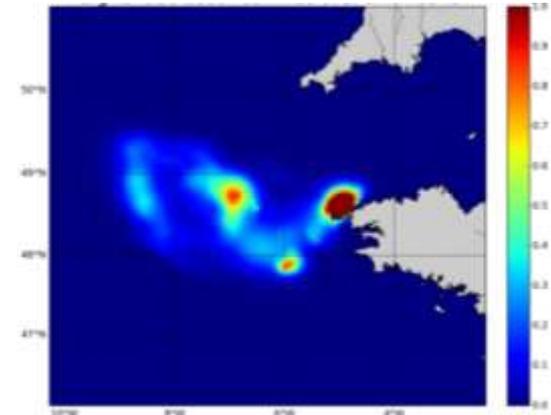
A06271 (592 jours)

Iroise



A06174 (611 jours)

Celtique



A09484 (679 jours)

- Majorité du temps passé soit sur les zones d'alimentation soit sur les zones de reproduction
- Migration rapide

Conclusions

Méthode

- Modèle Markovien efficace pour reconstruire les migrations horizontales à partir de données de température et pression
- L'algorithme SEM permet l'estimation des paramètres du modèle
- Reconstructions robustes
- Modèle générique

Ecologie et gestion

- 3 stratégies de migration
 - Golfe de Gascogne > Mer Celtique > Iroise
- Fidélité aux sites d'alimentation estivale et de reproduction
- L'Iroise, une zone de mélange de stock avec une fraction résidente
 - Conséquences pour les évaluations CIEM et pour le PNMI (AMP)

Projet BARGIP



Projet en cours...

Action « marquage d'adultes »

- Marquage à grande échelle
- Mieux comprendre les mouvements et migrations des poissons au stade adulte et de contribuer ainsi à l'identification d'éventuelles sous populations

Amélioration du modèle

- Augmentation de la résolution spatiale
 - 2.5 km de résolution
- Utilisation du profil entier de température de MARS3D
- Ajout de comportements en lien avec la dynamique verticale
 - Un post-doc en cours...
- Utilisation d'autres variables pour la géolocalisation
 - E.g. phase et amplitude des marées



FRANCE FILIERE PECHE



Synopsis des campagnes de marquage BARGIP



Lieu	Dates	Navire pêcheur	Navire hôpital	N
Dunkerque	2-13 juin 2014	Emeraude	Le Saint Philippe	150
Saint Quay-Portrieux	16-27 juin 2014	Asraï	L'Arc en Ciel	152
Capbreton	1-12 septembre 2014	Chipiron II	Cresus	124
La Turballe	9-20 septembre 2014	Loup de mer	Virgo Salutaris II	143
Port en Bessin	1 - 14 juin 2015	L'évolution/Les 4 Saisons	Dolmen II	89
Audierne	8 - 20 juin 2015	Mundaka II/Vorlen	Sirocco	179
St Malo	7 - 11 septembre 2015	Julemada III	Flageorine	16
Oléron	7 - 17 septembre 2015	Elite	Goëlo	131
St Vaast La Hougue	20-24 juin 2016	Cartoon Saphir	Dolmen II	129
Noirmoutier	31 août- 4 septembre 2016	Etoile du Gabion	Virgo Salutaris II	107
Total				1220

Bilan des recaptures (au 14/09/2016)

Campagne	Année	N relâchés	N recaptures	% recapture
Dunkerque	2014	150	39	26.0
St Quay	2014	152	43	28.3
Capbreton	2014	124	44	35.5
La Turballe	2014	143	35	24.5
Port en Bessin	2015	89	24	27.0
Audierne	2015	179	29	16.2
St Malo	2015	16	1	6.3
Oléron	2015	131	22	16.8
St Vaast La Hougue	2016	129	5	3.9
Noirmoutier	2016	107	0	0.0
A traiter	19	...
Total		1220	261	21.4

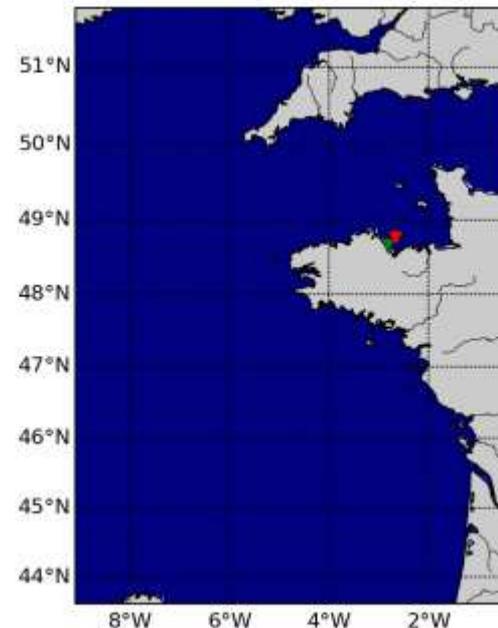
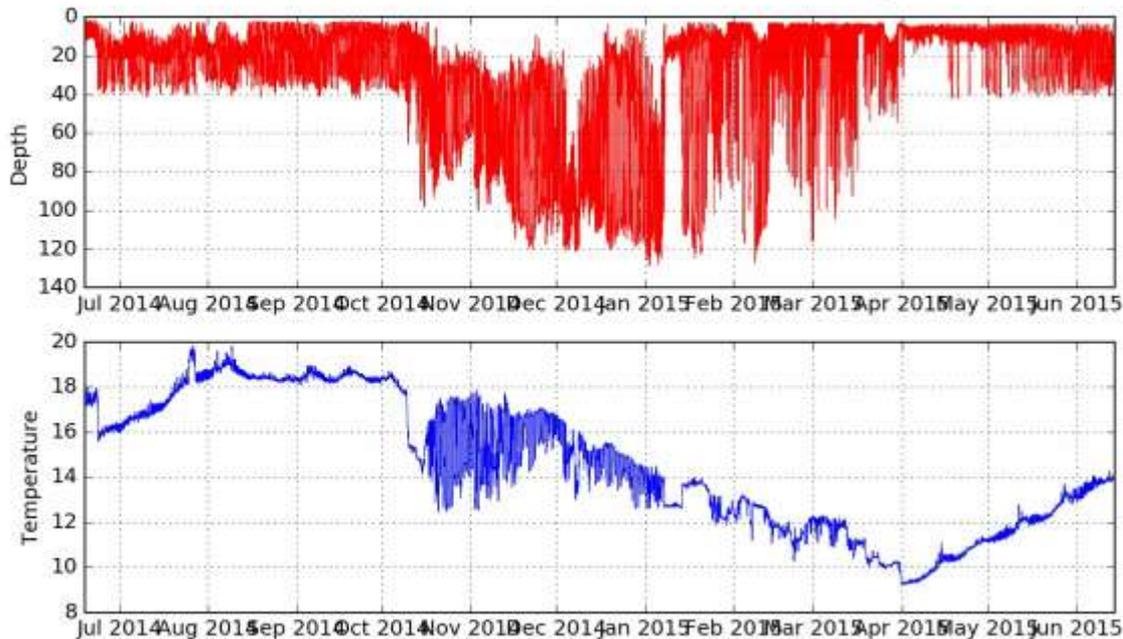
Aspect techniques pour Caparmor

- 261 marques à reconstruire
- 20gb (Req'd Memory) dépassés pour les marques les plus longues
 - Job array (queue sequenti) peu approprié pour ces marques

Reconstructions BARGIP

- Marques intéressantes = recaptures après plus de 1 an de liberté post marquage (idéal : 2 hivers successifs *i.e.* 2 migrations de reproduction).
- Importance d'attendre les futures recaptures (notamment marquages 2015 et 2016) pour tirer des conclusions.
- 1^{er} bilan de reconstructions de trajectoires pour le benchmark CIEM 2017
- 1^{ères} conclusions pour la fin du projet Bargip (fin 2017).

A10691 - Day 000 - 18/06/2014



Merci

Remerciements

Pour le soutien au marquage et à la recapture

Le personnel d'IFREMER et du PNMI, les pêcheurs, le CNPMEM et les acteurs de la filière

Pour le financement des premiers marquages en Iroise

PNMI (Agence des Aires Marines Protégées)

Pour le financement du projet BARGIP

DPMA (MEDDE), France Filière Pêche et Ifremer