



# L'observation du niveau marin en méditerranée au profit de la recherche



## Le produit d'altimétrie régional X-TRACK et ses application pour le côtier

F. Léger, F. Birol, F. Niño, D. Allain, A. Carret et F. Marti

CTOH/LEGOS, Université de Toulouse, CNES, CNRS, IRD, UPS, Toulouse, France

Jeudi 28 Mars 2019 – Journées REFMAR, Paris La Défense



<http://ctoh.legos.obs-mip.fr>





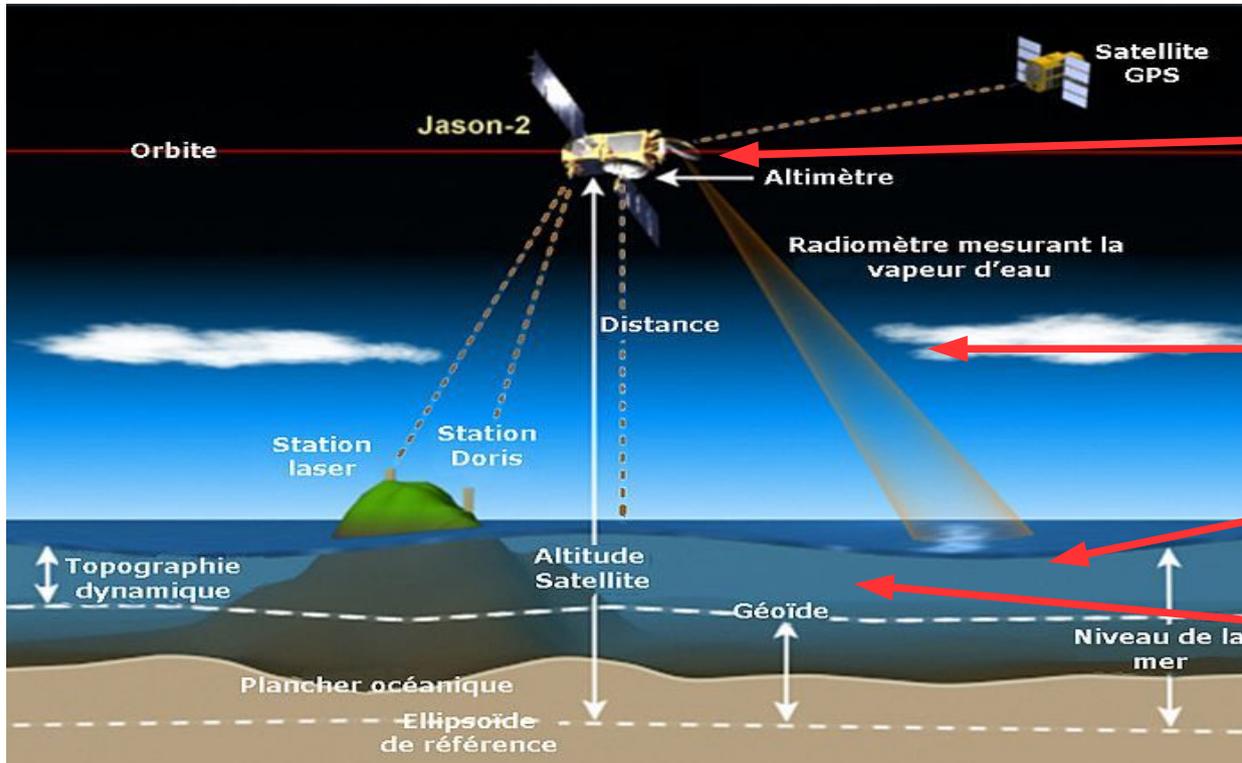
# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Introduction



### Principes de la mesure altimétrique

$$\text{SSH} = \text{Altitude} - \text{Range} - \sum \text{Corrections}$$
$$\text{SLA} = \text{SSH} - \text{MSSH}$$



Corrections instrumentales

Corrections environnementales

Correction état de la mer

Corrections géophysiques  
(marée, baromètre inverse)



# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Introduction

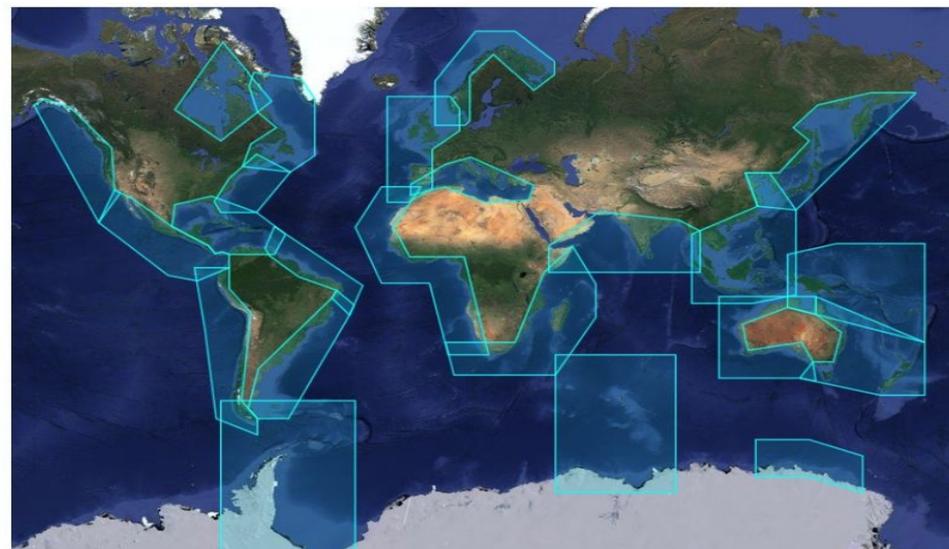


**X-TRACK qu'est-ce que c'est ?** <http://ctoh.legos.obs-mip.fr/>



<http://www.aviso.altimetry.fr/en/home.html>

- Une chaîne de traitement altimétrique, développée par le CTOH et LEGOS,
- Conçue pour étendre l'utilisation des données altimétriques aux applications océaniques côtières,
- Des produits régionaux,
- Des **séries temporelles d'anomalies du niveau de la mer** et des **constantes de marée empiriques** le long des traces des satellites altimétriques
- Couvre tous les océans côtiers
- Librement accessibles
- Maintenant distribué par le centre opérationnel AVISO+



*Définition des polygones régionaux pour la version 2017, couvrant l'ensemble des zones côtières (23 régions) du globe.*



# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Les produits



## Anomalie du niveau de la mer (SLA)

=> pour suivre les variations du niveau de la mer

Les SLA alongtrack 1Hz sont disponibles pour différentes missions altimétriques. SLA calculées sur les trajectoires de référence des satellites en utilisant jusqu'à 25 ans de données pour construire une hauteur moyenne précise de la surface de la mer (MSSH) tous les 6-7 km.

Les fichiers de SLA X-TRACK contiennent les données de **SLA** ainsi que les paramètres **MSSH**, **MDT**, la marée **FES**, la correction atmosphérique dynamique (**DAC**) et des variables **distance à la côte**. Les utilisateurs peuvent au choix récupérer les données filtrées (40 km) et non filtrées, en fonction de l'application.

### Noms des produits 1 hz SLA

ctoh.sla.ref.[satname].[region].[numtrace].nc  
ctoh.sla.filt.ref.[satname].[region].[numtrace].nc

Mission	Début	fin
T/P+ Jason-1 +Jason-2+Jason-3	1993/02/28 (cycle 17 of T/P)	2017/07/26 (cycle 53 of Jason-3)
Envisat-v2.1	2002/10/01 (cycle 10)	2010/09/14 (cycle 92)
GFO	2000/01/08 (cycle 37)	2008/09/08 (cycle 222)
T/P interleaved + Jason-1 interleaved	2002/09/21 (cycle 369 of T/P)	2012/02/02 (cycle 372 of Jason-1)
SARAL/Altika	2013/03/04 (cycle 1)	2016/04/07 (cycle 32)

*Missions disponibles et périodes couvertes*



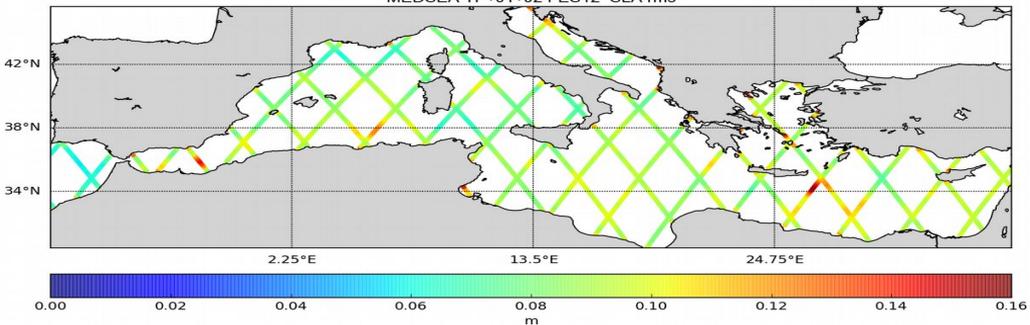
# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Les produits

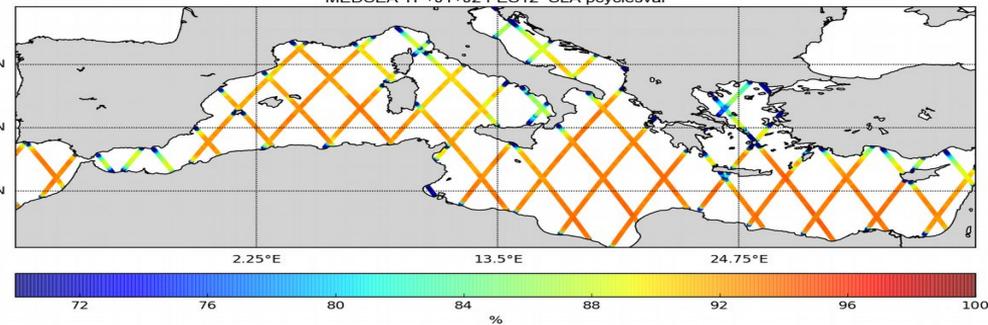


### Exemple pour la Méditerranée

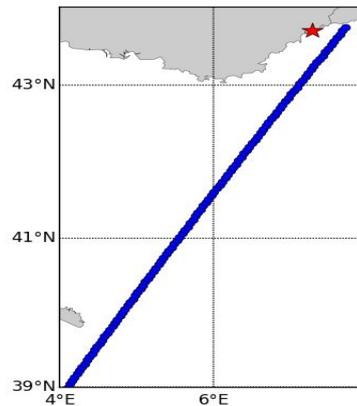
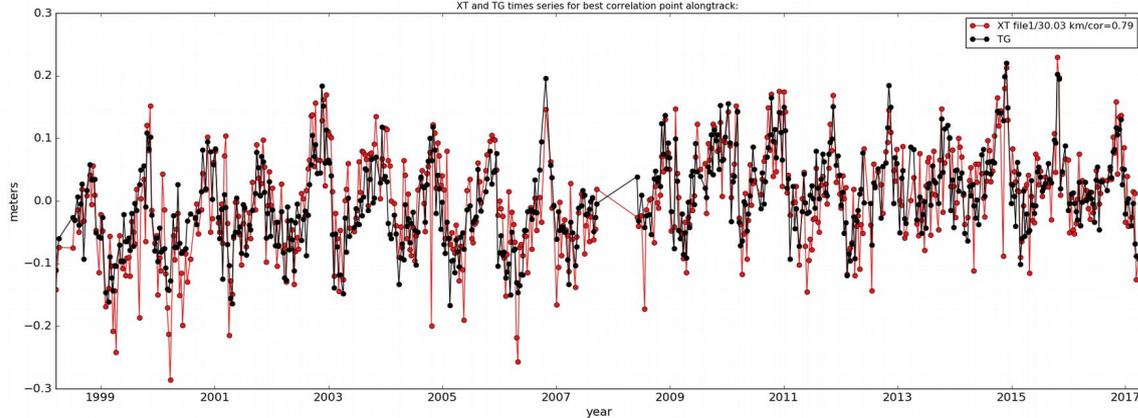
MEDSEA TP+J1+J2 FES12 SLA rms



MEDSEA TP+J1+J2 FES12 SLA pyclesval



XT and TG times series for best correlation point alongtrack:





# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Les produits



## Constantes de marée

=> pour suivre la marée et/ou valider les modèles

Les constantes de marée (amplitude et phase) sont calculés à partir des produits de SLA X-TRACK des missions combinées T/P et Jason en utilisant une analyse harmonique. Les paramètres de marée (73 ondes) sont disponibles tous les 6-7 km le long des traces.

Nom des produits constantes de marée X-TRACK :  
ctoh.harmonics.ref.[satname].[region].[numtrace].nc

*Liste des 73 ondes du produit constante de marée.*

Sa	Ssa	MSm	Mm	Mqm
Mf	MStm	Mtm	MSqm	O1
2Q1	Sig1	Q1	Ro1	P1
MP1	M1	KI1	Pi1	J1
K1	Psi1	Phi1	Tta1	MNS2
SO&	OO1	KQ1	OQ2	N2
E2	2mk2	2N2	Mu2	M(KS)2
Nu2	MSK2	M(SK)2	M2	S2
MKS2	La2	L2	T2	2SM2
R2	K2	MSN2	KJ2	S3
2MK3	M3	SO3	MK3	M4
SK3	N4	3MS4	MN4	SK4
SN4	MS4	MK4	S4	2MK6
2MN6	M6	MSN6	2MS6	
2SM6	MSK6	3MS8	MSf	

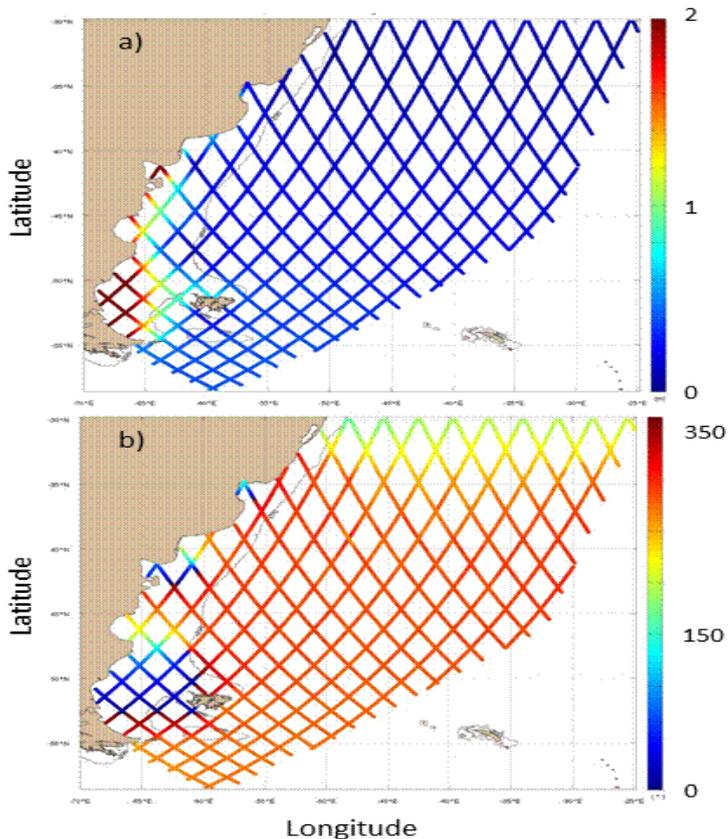


# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

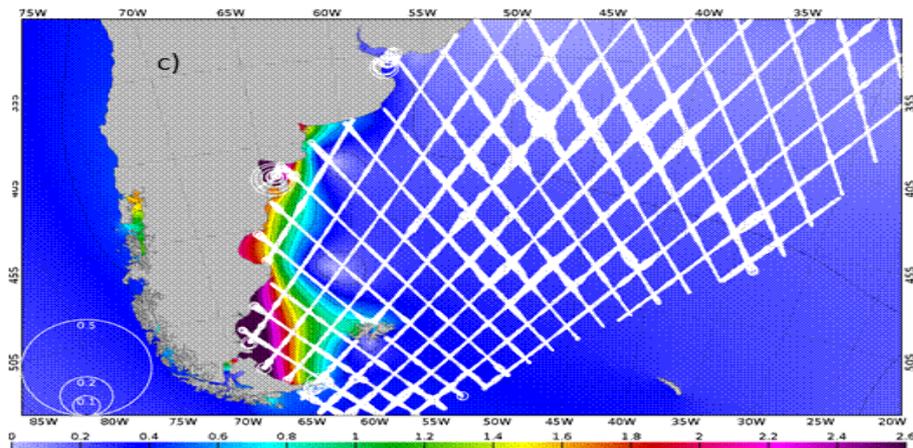
## Les produits



### Exemple pour le plateau de patagonie



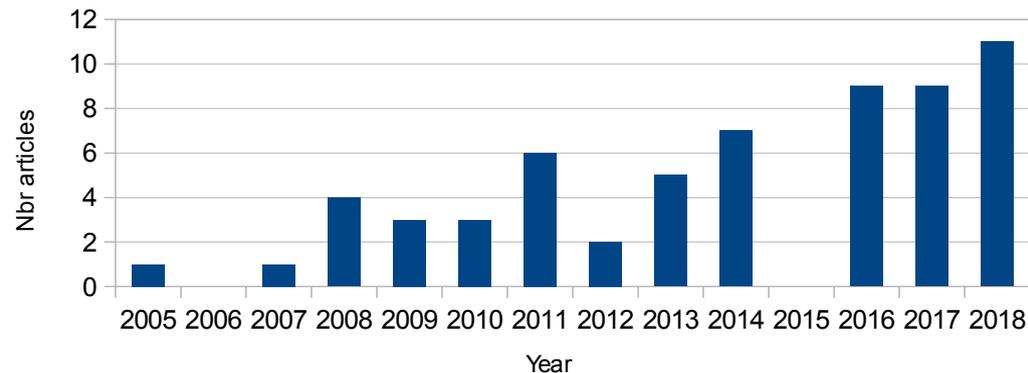
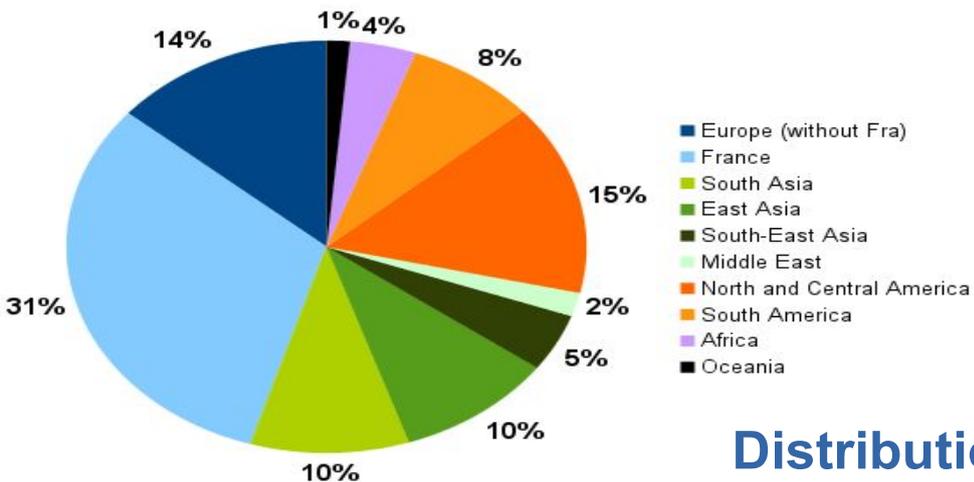
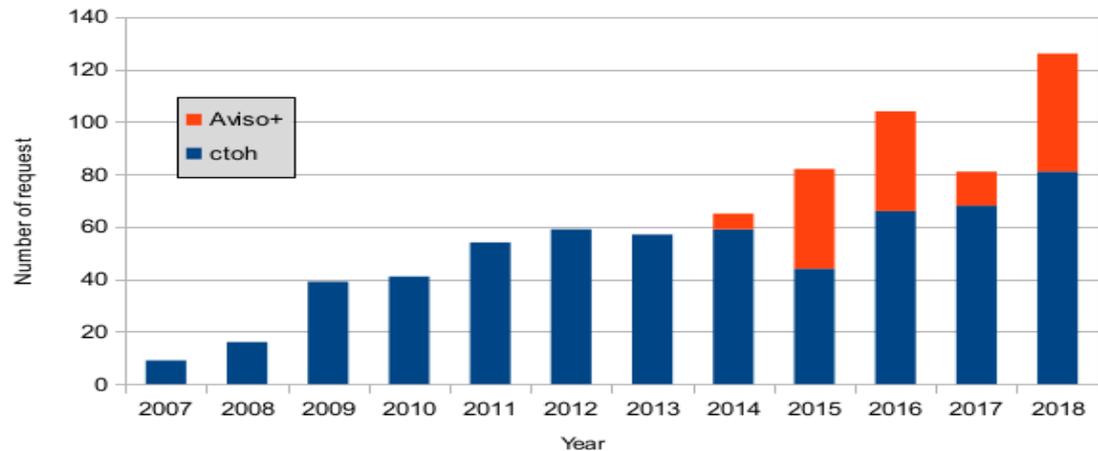
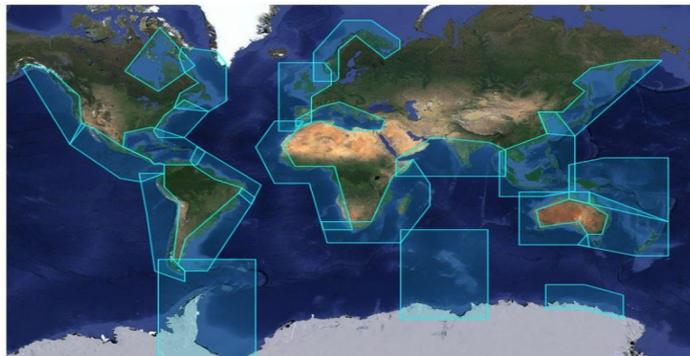
(a) Amplitude et (b) phase de l'onde M2 pour le produit de constantes de marée X-TRACK. (c) différences entre le modèle global de marée FES2012 et le produit X-TRACK pour l'onde M2. Couleur de fond représente l'amplitude de M2 vue par le modèle FES12 (en m).





# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Statistiques utilisateurs



**Distribution uniquement via AVISO+ à partir de 2019**

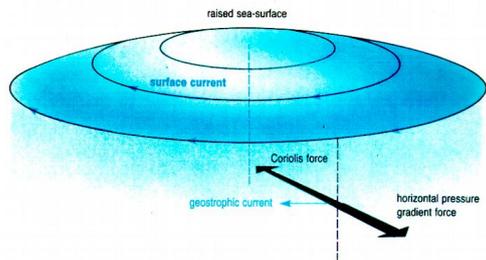


# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Exemples d'application



### Etude des courants

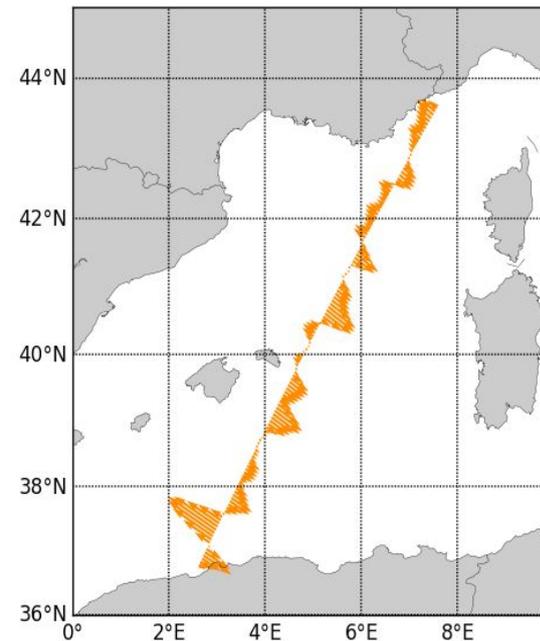
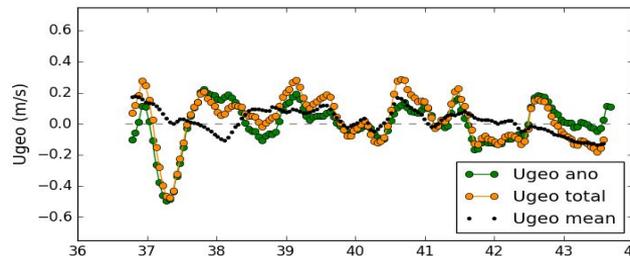
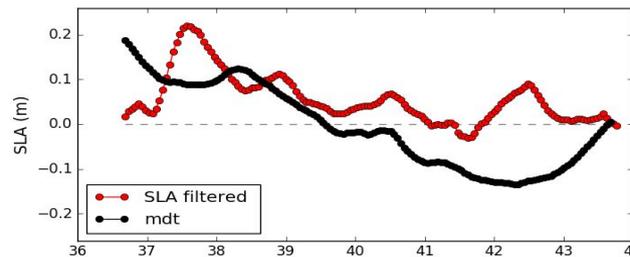
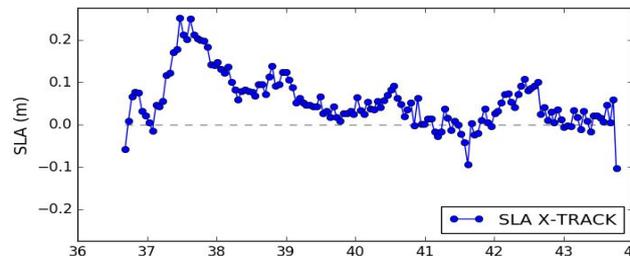


$$V = \frac{g}{f} \frac{\partial h}{\partial x}$$

### Courant geostrophique

### Limitations

- Courant de surface
- Composante géostrophique
- Composante perpendiculaire à la trace
- Ne fonctionne pas à l'équateur
- Anomalie ( rajouter MDT pour total)



Exemple pour TP+J1+J2+J3 trace n°9 en Mer Méditerranée cycle 100.

Par rapport aux produits standards, X-TRACK permet de suivre les courants plus près des côtes (Jebri et al. 2016)

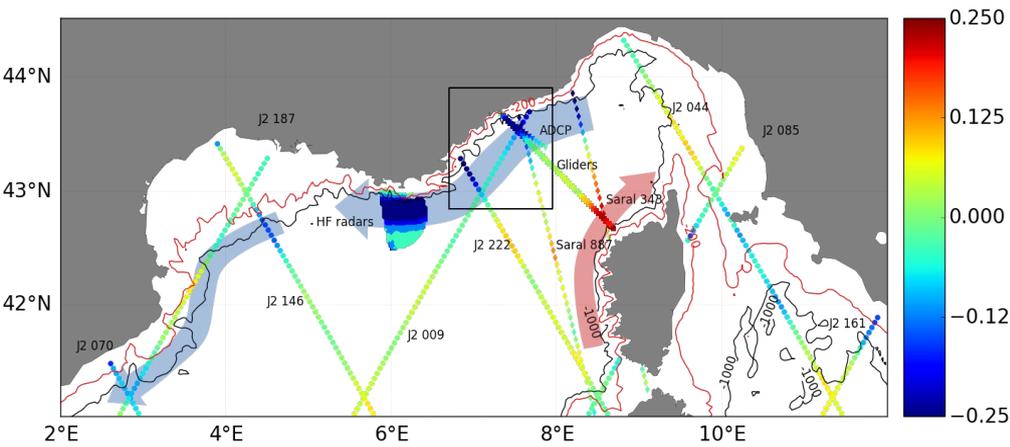


# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

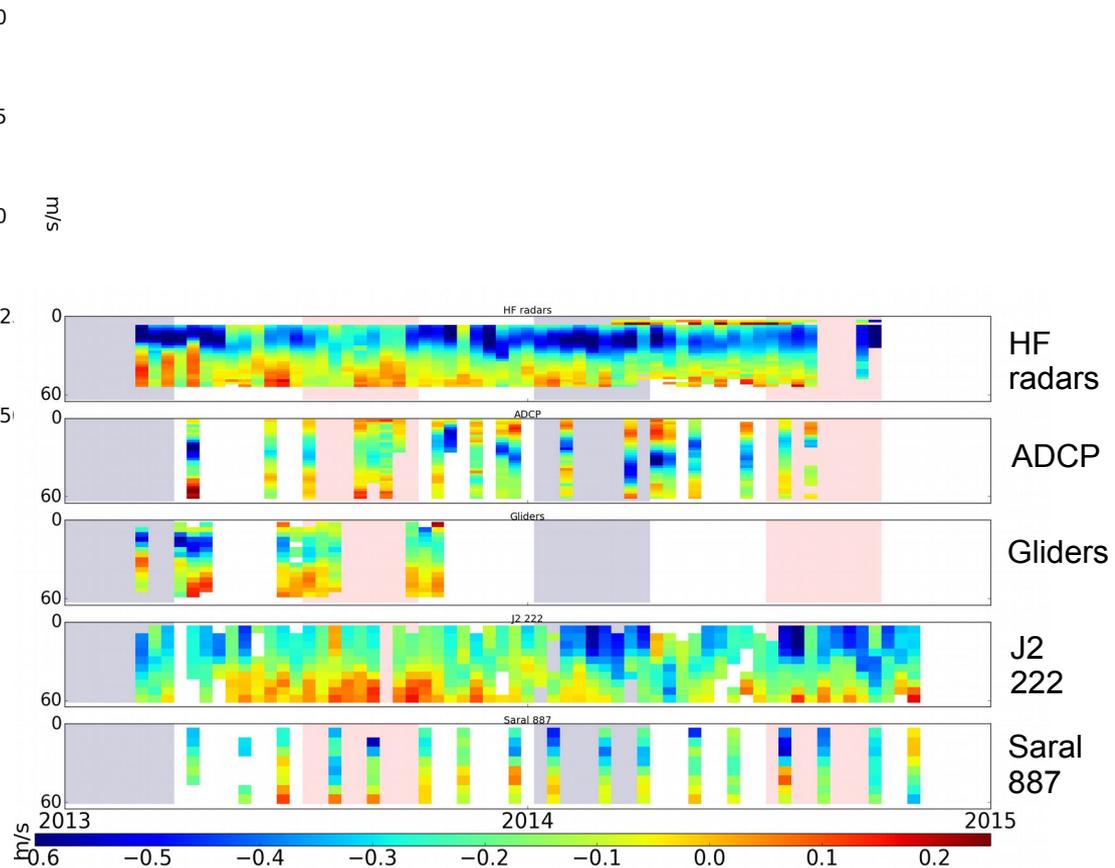
## Exemples d'application



### Analyse multicapteurs



La moyenne des courants de surface vue par un système intégré observation in-situ/altimétrie  
=> Beaucoup de similitudes





# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Exemples d'application

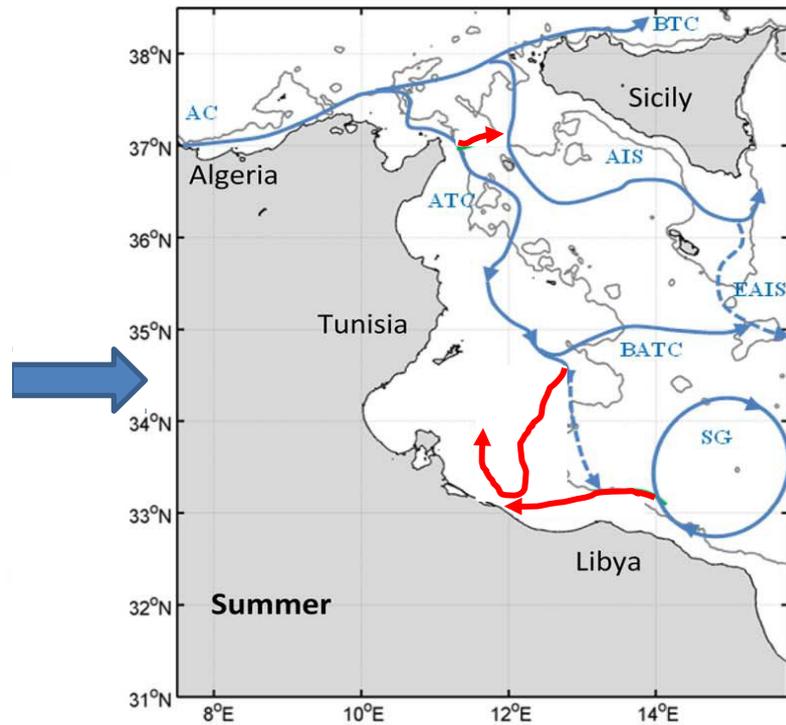
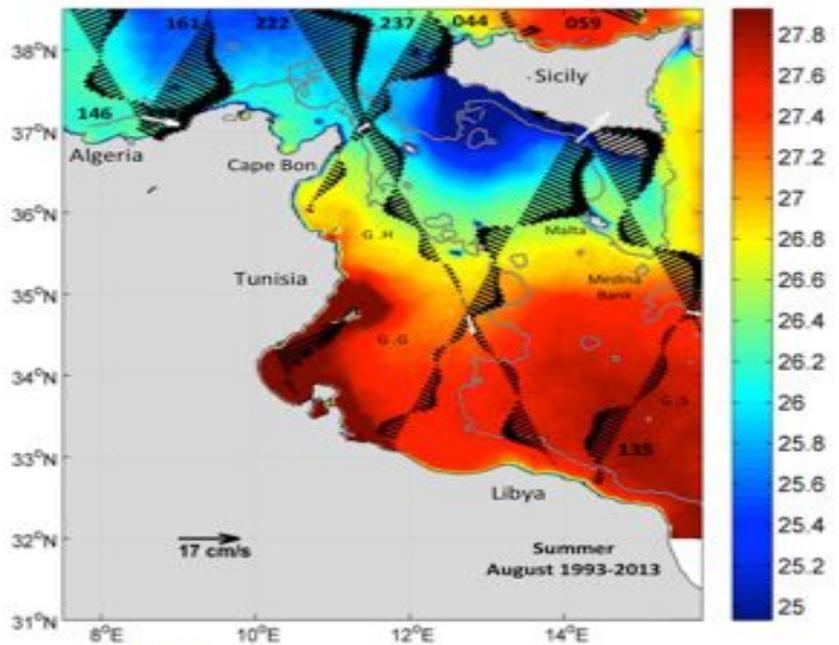


### Combinaison SST et altimetry pour étudier la circulation régionale



**Monthly climatology (1993-2013):**

- SST (AVHRR)
- geostrophic currents (altimetry+MDT)





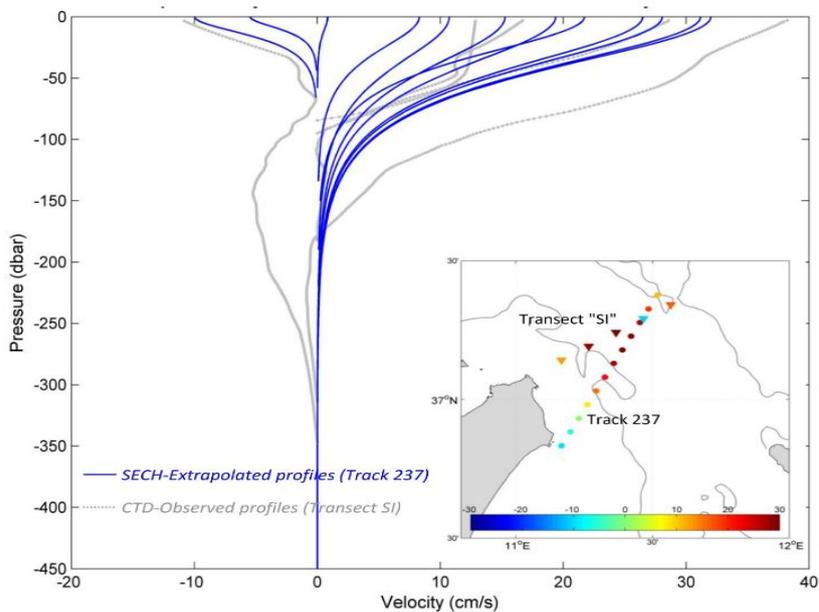
# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

## Exemples d'application

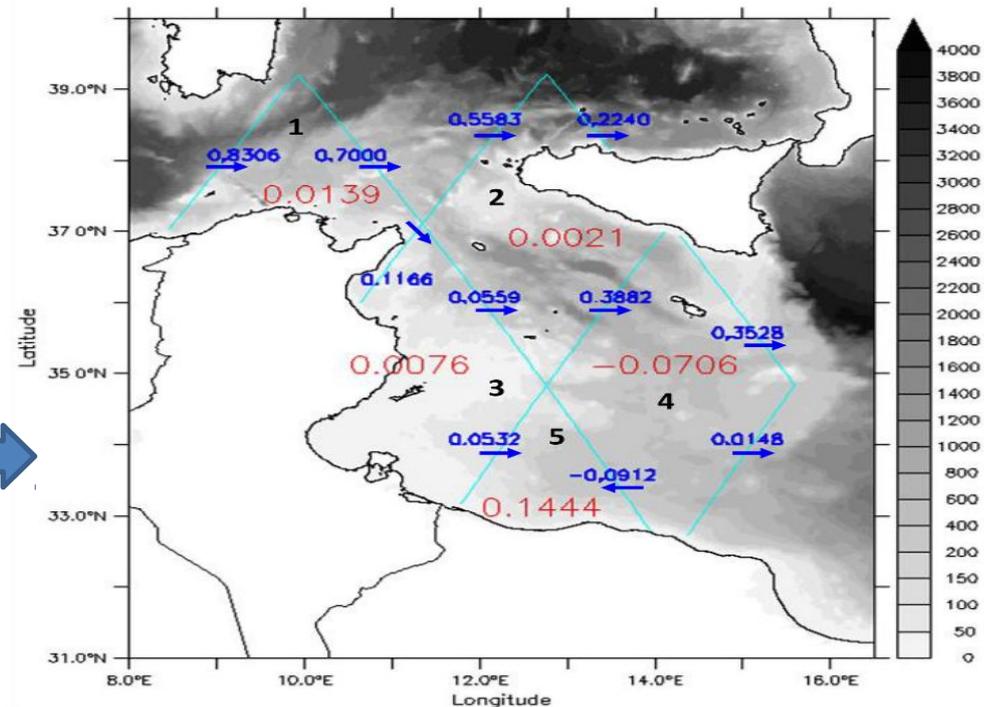


### Combinaison des données CTD et altimétriques pour l'estimation du transport

Profils altimétriques verticaux extrapolés en utilisant une fonction sécante hyperbolique (lignes bleues) pour la trace 237 le 4 novembre 1996. Profils de vitesse verticale CTD observés (lignes grises)



Transports moyens (bleu) et transports résiduels (rouge) pour la période 1993–2013, unité en Sv.



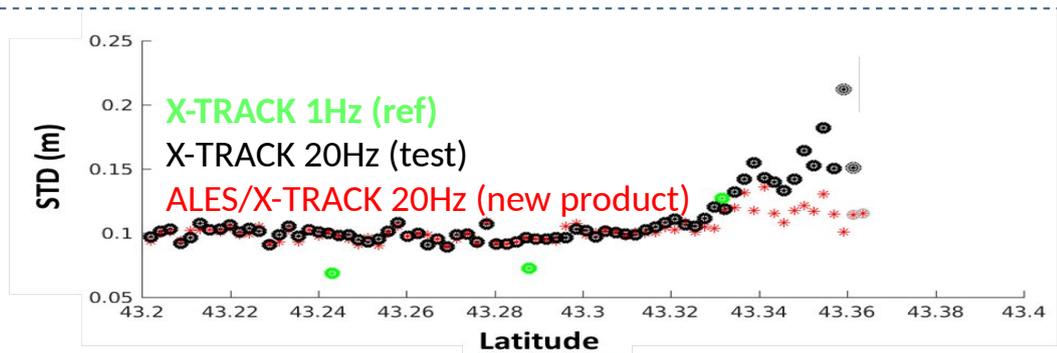
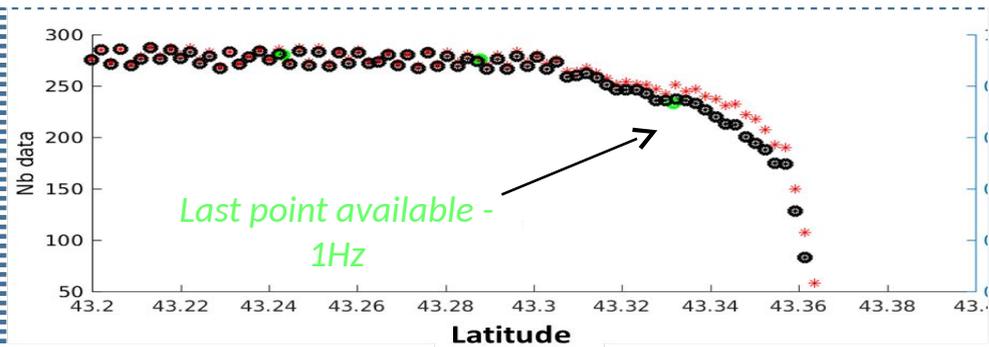


# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

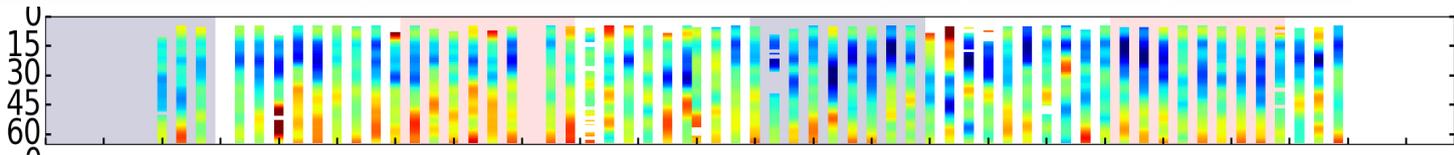
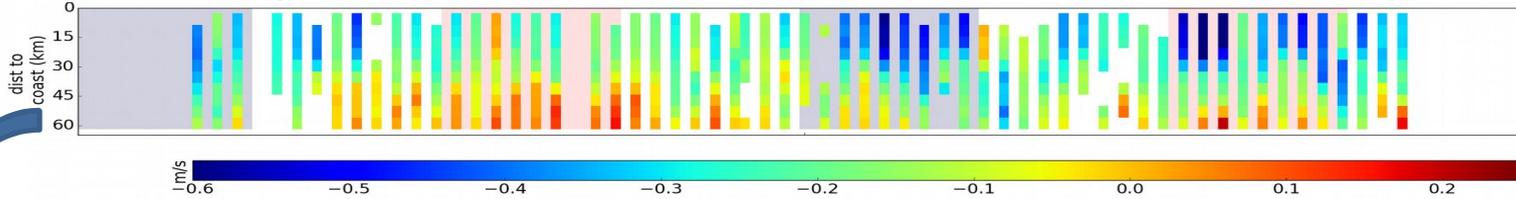
## Exemples d'application



Vers un produit plus haute fréquence et plus côtier (Travail en cours)



J2 - tr. 222 Ugeo 1-Hz



J2 - tr. 222 Ugeo 20-Hz



# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

*Conclusion / perspectives*



## Complémentarité des mesures

Calibration, validation, correction de marée

### Marégraphie

+

Très précises  
très haute résolution temporelle

-

Localisation ponctuelle  
région côtière  
Répartition inhomogène

### Altimétrie

+

Vision quasi synoptique  
Période de mesures >25 ans

-

Résolution temporelle moindre  
Précision dégradée en zone côtière

Contexte régional/global de l'information

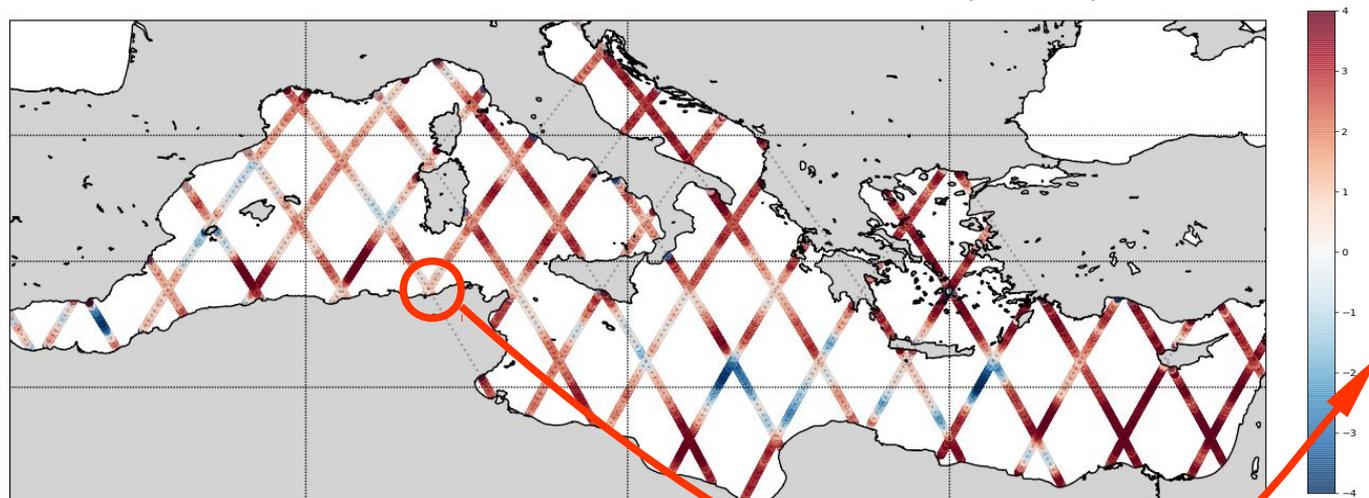


# Le produit d'altimétrie régional X-TRACK

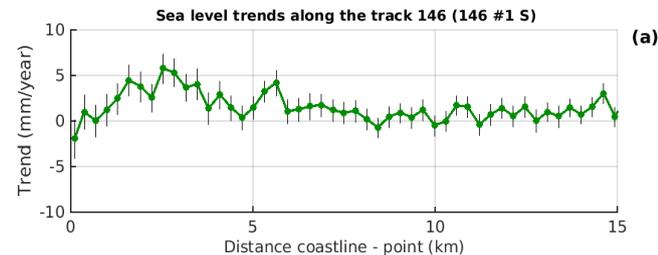
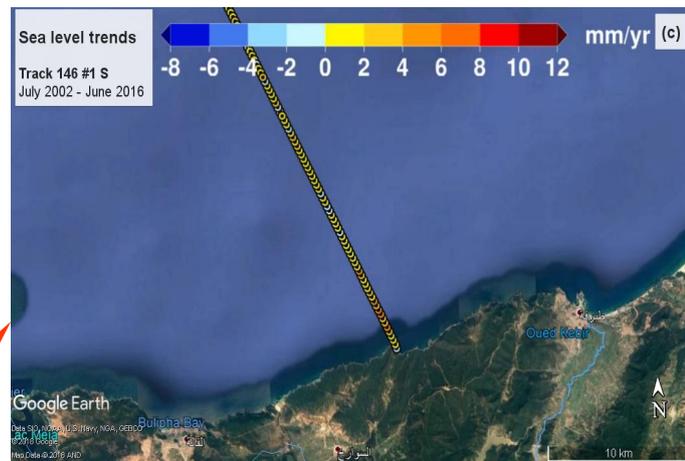
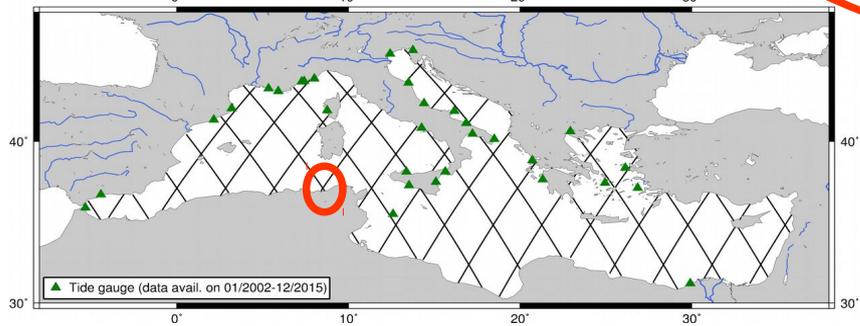
## Conclusion / perspectives



Tendance du niveau de la mer 2002-2016 (mm/an)



Jason-1 and Jason-2 tracks and tide gauges location



Absence de données in situ dans la partie sud du bassin pour validation !!