

Rouen,
le 11 juin 2025

Journée PHRESQUES-2

Le suivi haute-fréquence de la qualité de l'eau de la Seine,
de Paris à la mer

Observations satellitaires et in situ pour étudier la dynamique sédimentaire et quantifier les flux solides à l'embouchure des fleuves (e.g., estuaires)

David Doxaran et al.
LOV (CNRS/SU) & ODATIS

Portage & coordination



Financement



Labélisation



Consortium scientifique



Parcours

Thèse doctorat (UMR-EPOC)

- Télédétection et modélisation numérique des flux sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde

Post-doctorat (Plymouth) puis chercheur CNRS (LOV)

- Evolution des apports solides fluviaux à l'océan et impacts sur les environnements côtiers

CES puis DS ODATIS (pôle de Données et Services pour l'océan)

- Produits ODATIS-MR et accès via géonavigateur

The logo for EPOC (UMR-EPOC) features the letters 'EPOC' in a stylized, multi-colored font. The 'E' is blue, 'P' is green, 'O' is blue, and 'C' is dark blue. The letters are slightly overlapping and have a modern, sans-serif appearance.The logo for LOV (Laboratoire Océanographique de Villefrance) features the letters 'LOV' in a blue, sans-serif font. The 'O' is stylized with a white wave-like shape inside it, and a small yellow arc is positioned above the 'O'.The logo for ODATIS (Pôle de Données et Services pour l'océan) features a stylized globe on the left, showing green continents and blue oceans. To the right of the globe, the word 'ODATIS' is written in a bold, blue, sans-serif font.

Plan de la présentation

1. Télédétection satellitaire (turbidité, MES, phytoplancton)

- Principes

2. Mesures in situ autonomes (cal/val produits satellitaires)

- Hypernets

3. Applications : dynamique et flux sédimentaires

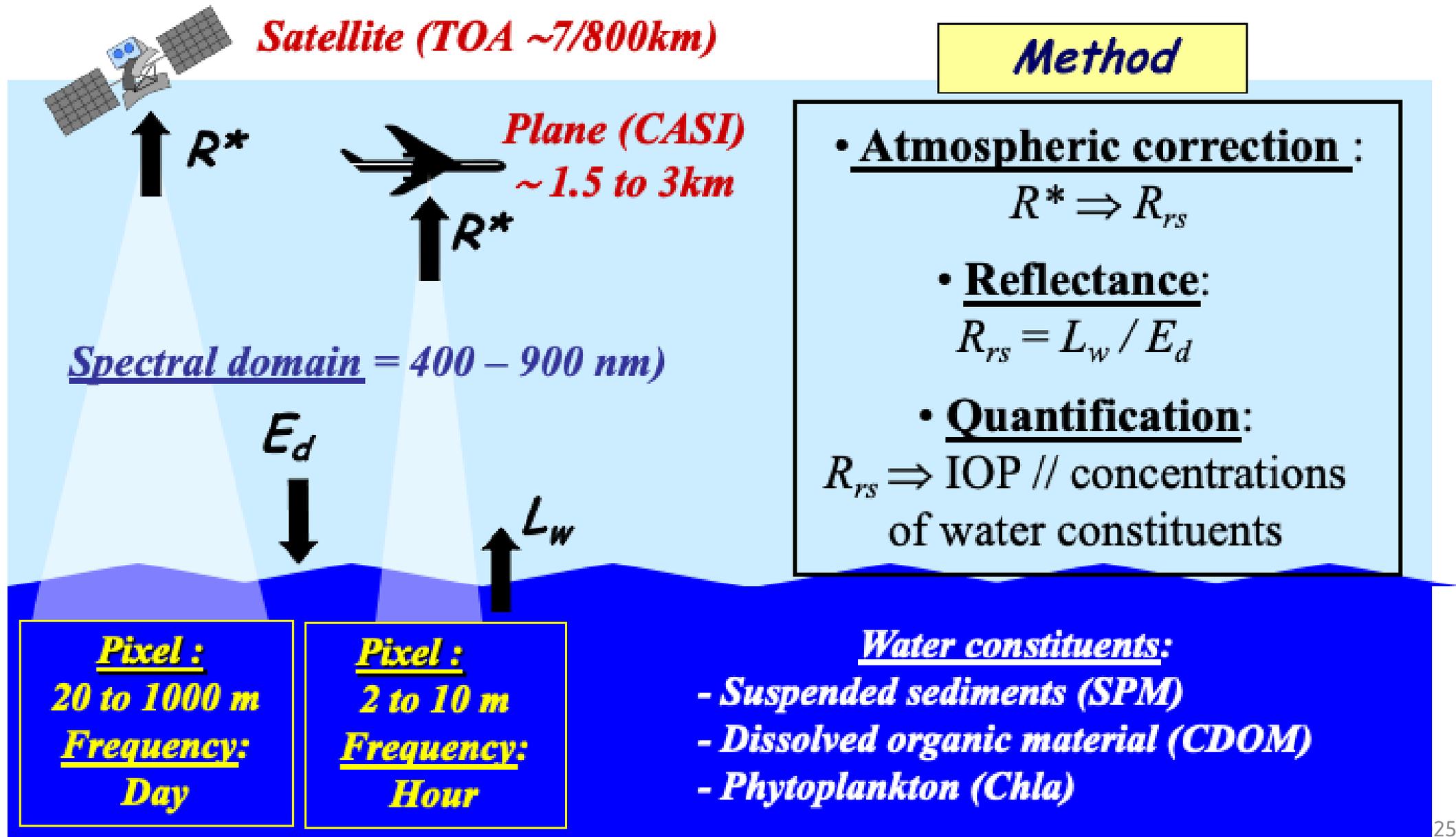
- Gironde, Rhône, Arctique, RIOMar

4. Distribution de produits satellitaires validés

- ODATIS



1. Télédétection satellitaire de la couleur de l'eau



1. Télédétection satellitaire de la couleur de l'eau



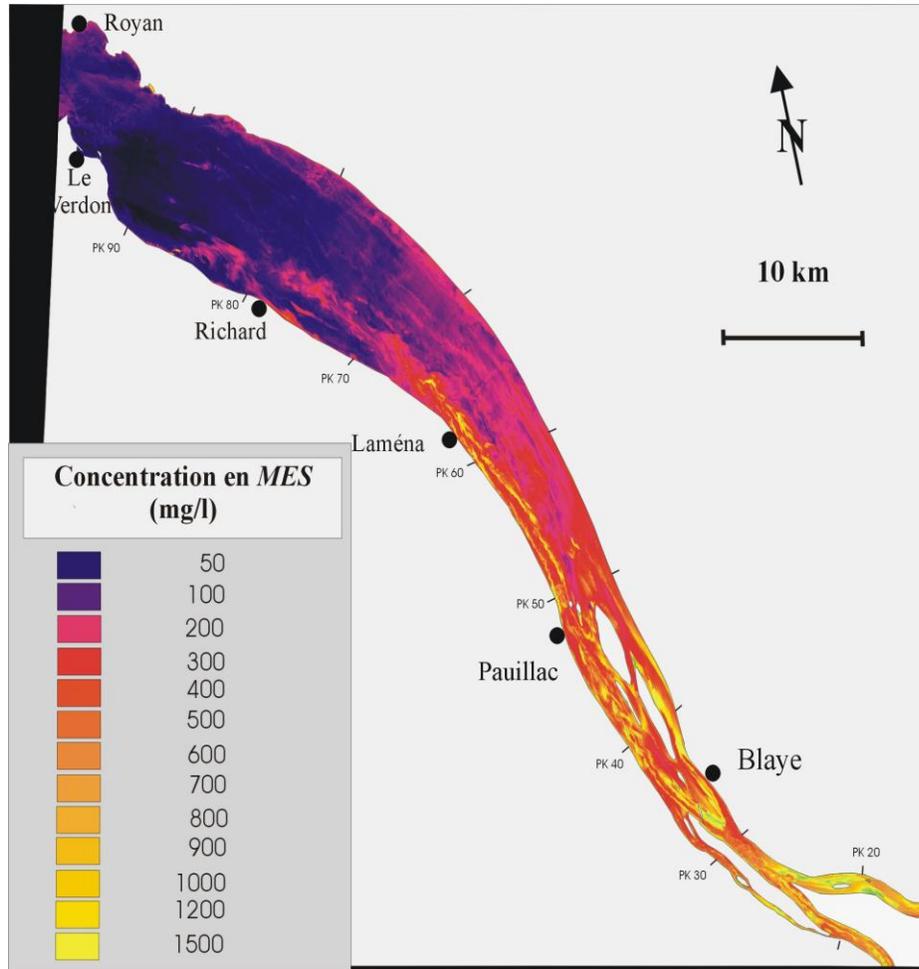
SPOT image 14/07/1996
Low river flow



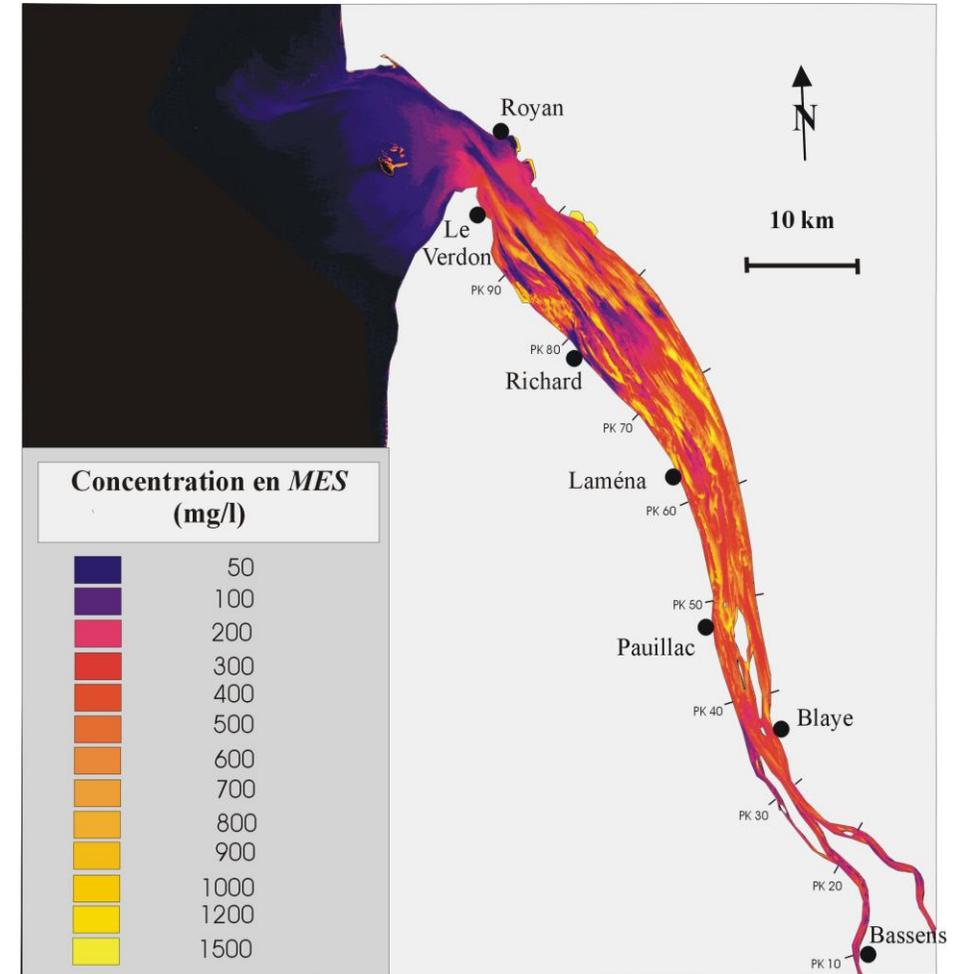
Landsat image 08/03/2000
High river flow

1. Télédétection satellitaire de la couleur de l'eau

Doxaran et al. (2002)



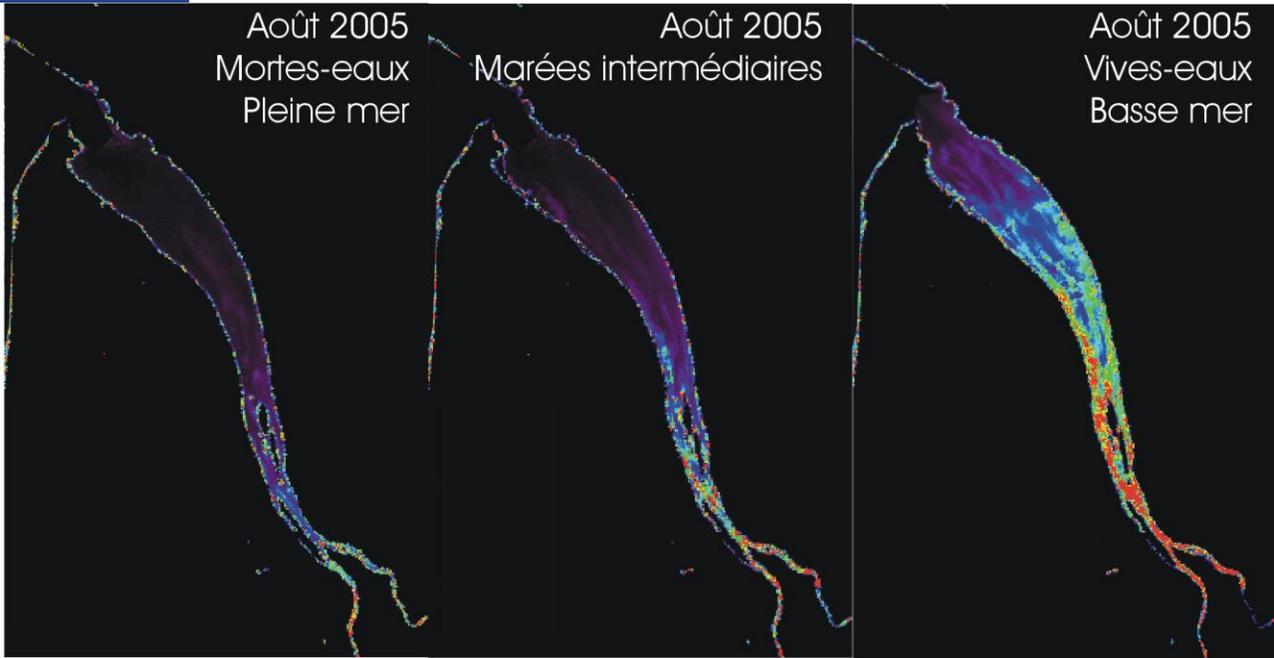
SPOT image 14/07/1996
Low river flow



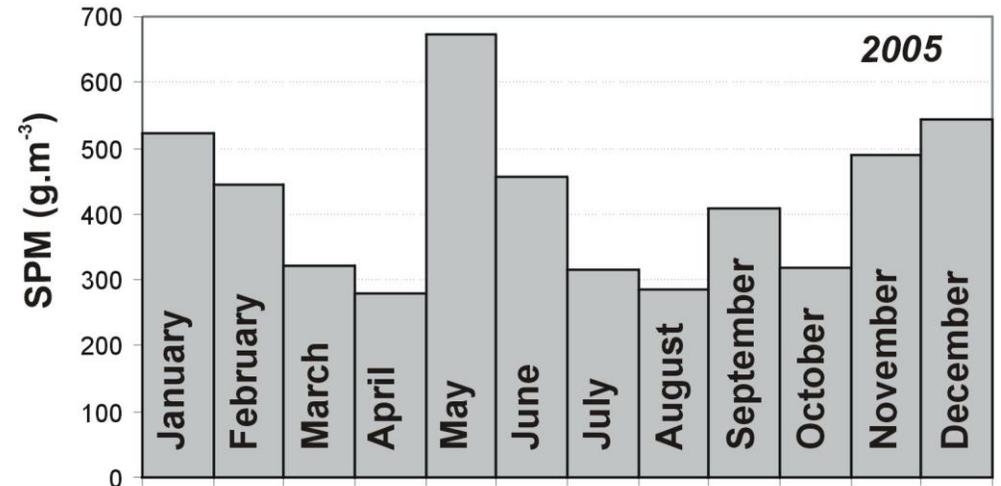
Landsat image 08/03/2000
High river flow



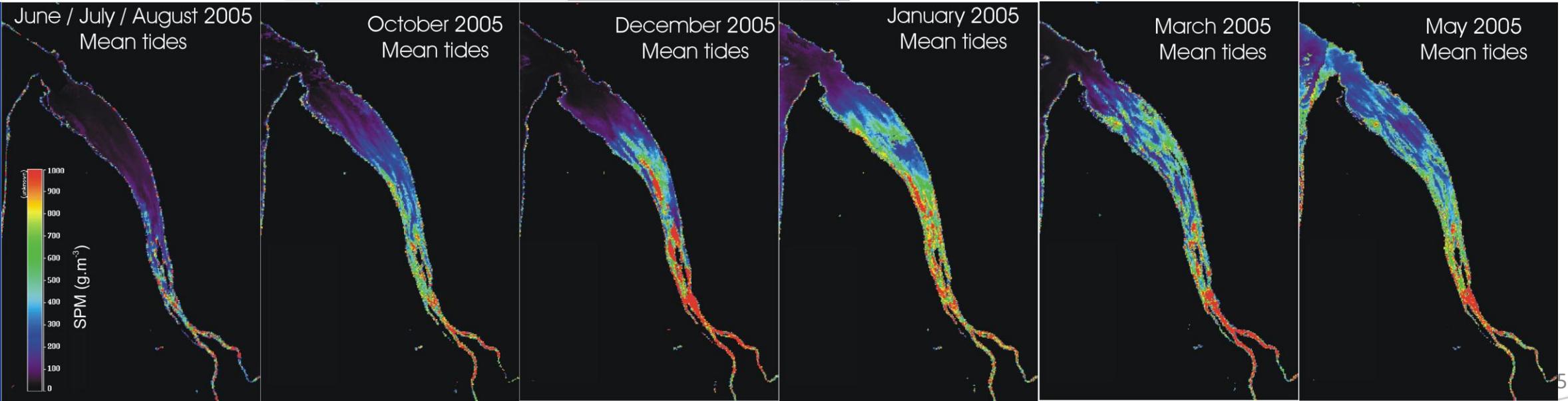
1. Télédétection satellitaire de la couleur de l'eau

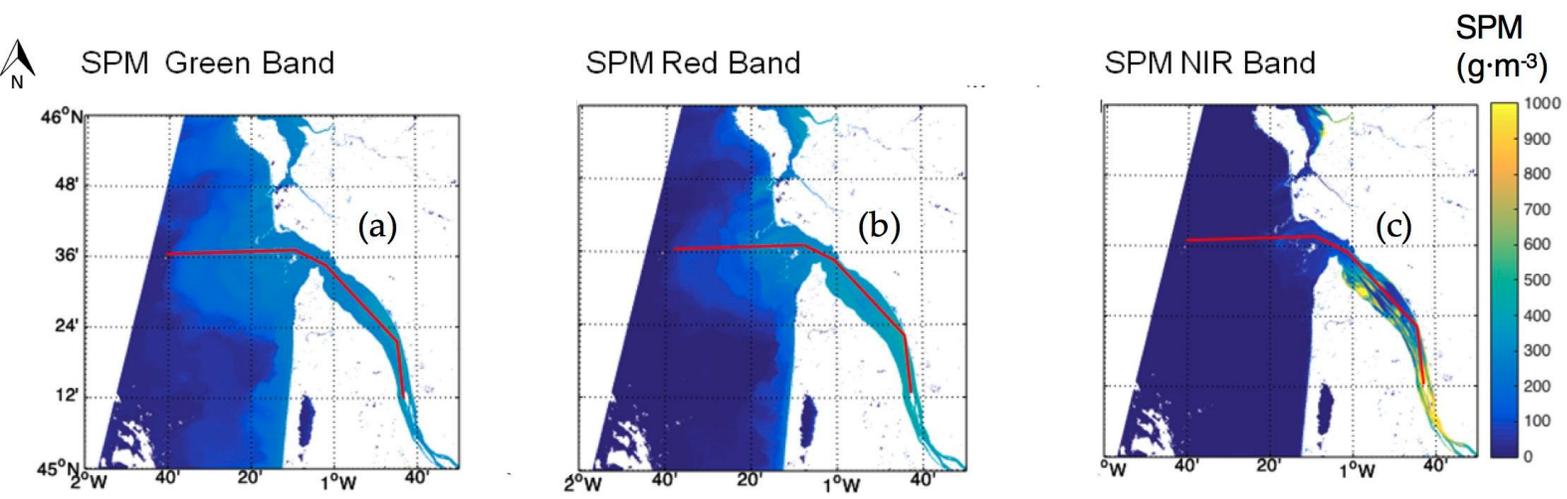


Doxaran et al. (2009)



250 m résolution / 2 images par jour

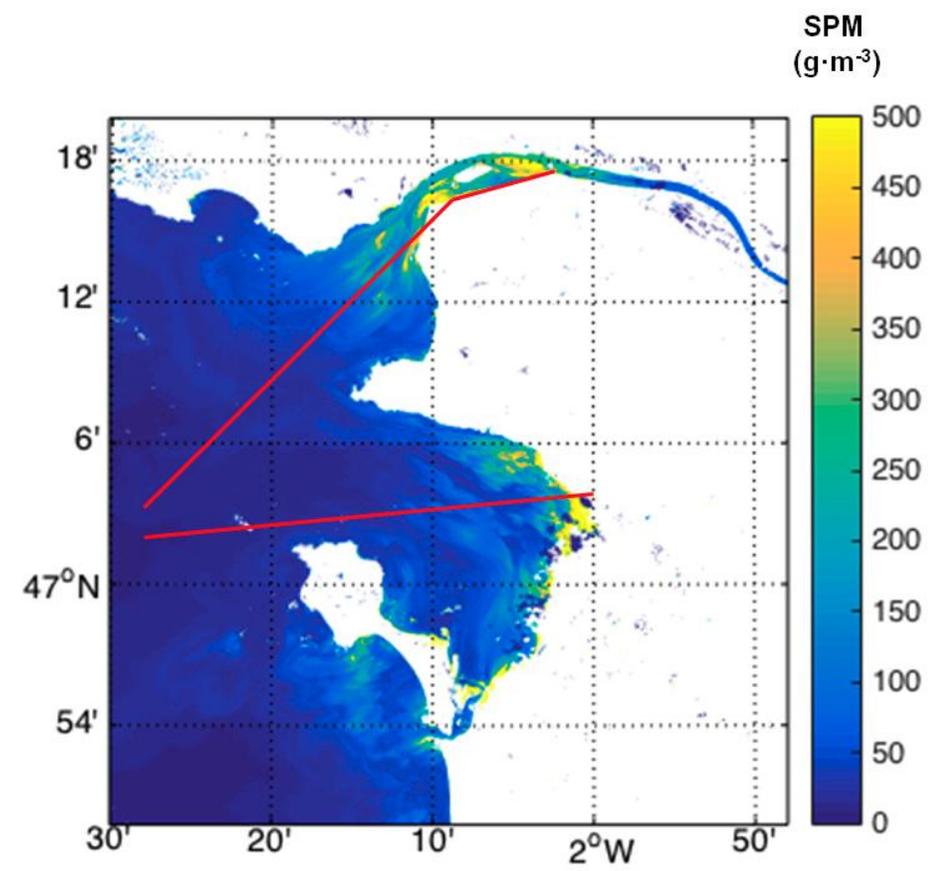
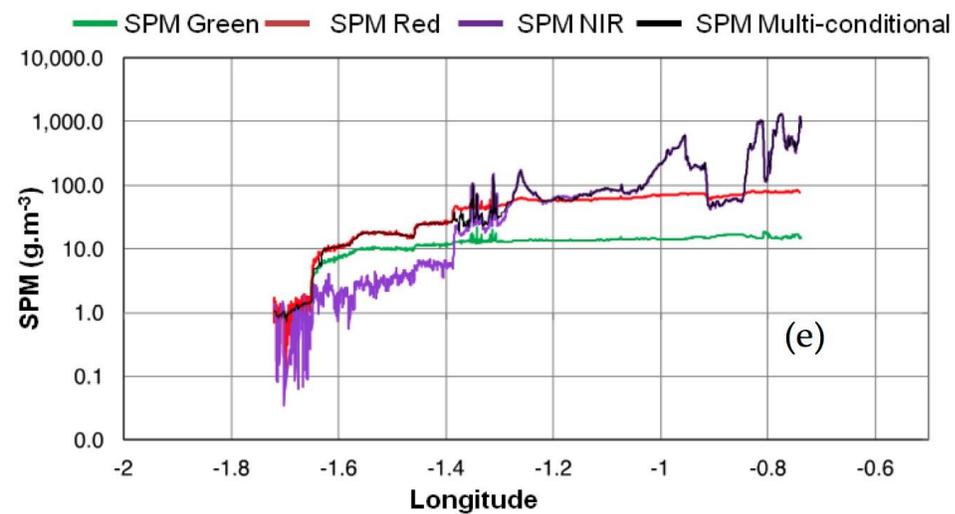
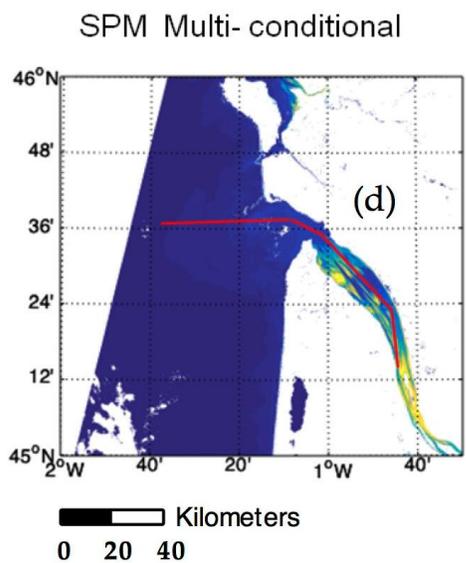




Novoa et al. (2017)

« The multi-conditionnal algorithm »

From the MTZ to offshore waters



2. Mesures in situ autonomes (cal/val produits satellitaires)

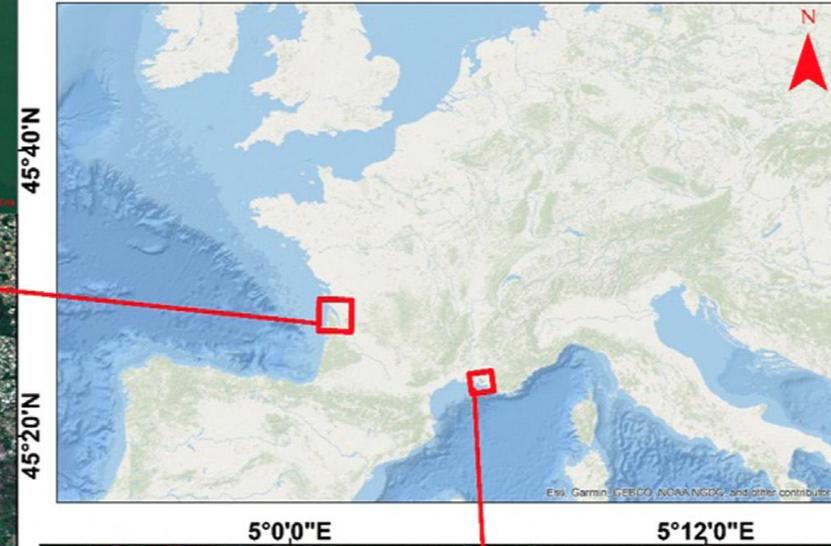
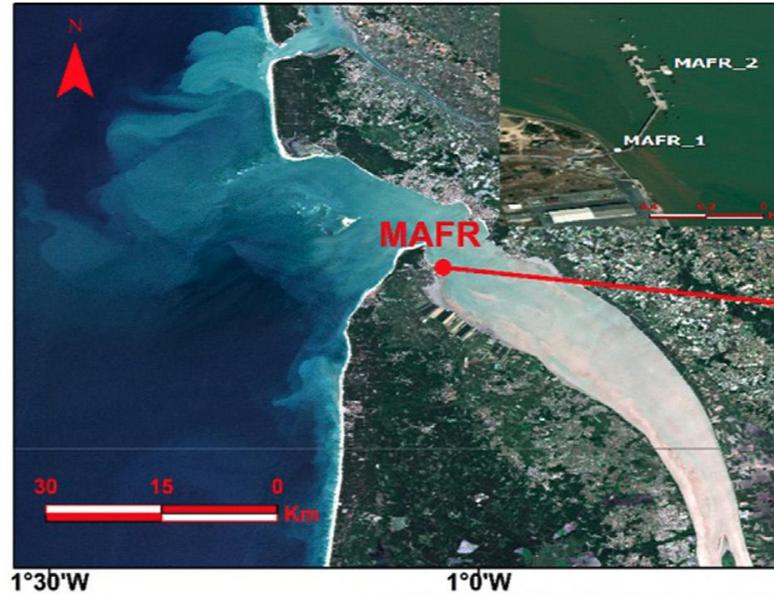
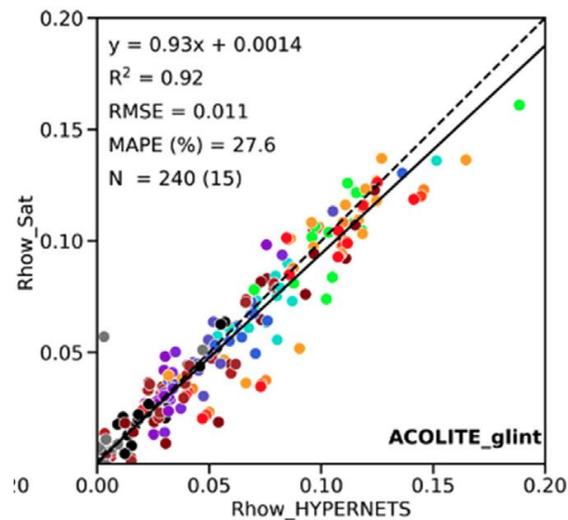
Doxaran et al. (2024)

1. Autonomous hyperspectral field radiometers

- HYPERNETS
- Validation of AC
- 4 sites in France

2. Mesures in situ

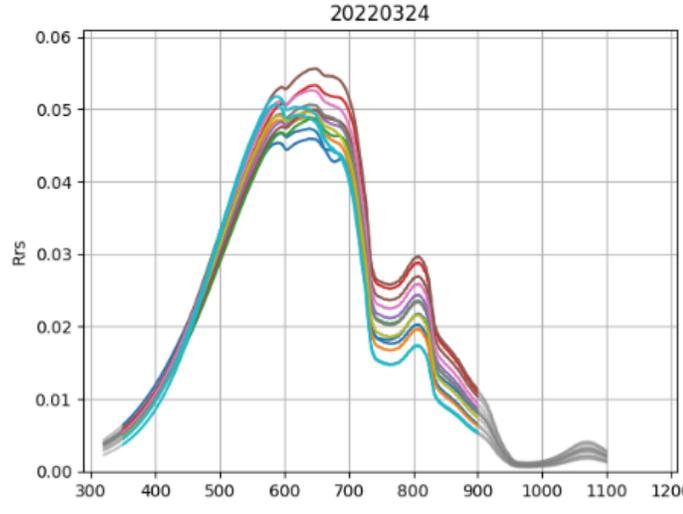
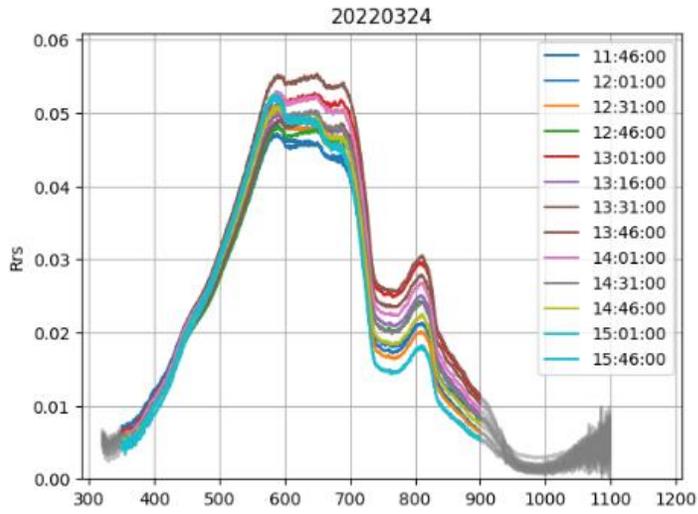
- Turbidité
- Fluo-Chla & CDOM
- MES, POC
- Calibrations locales



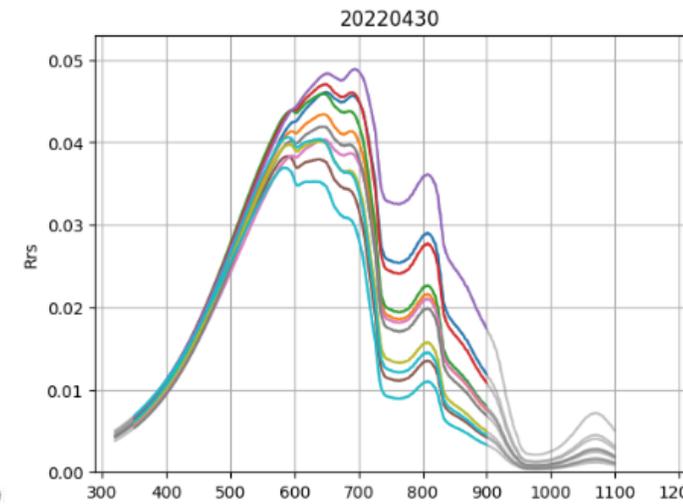
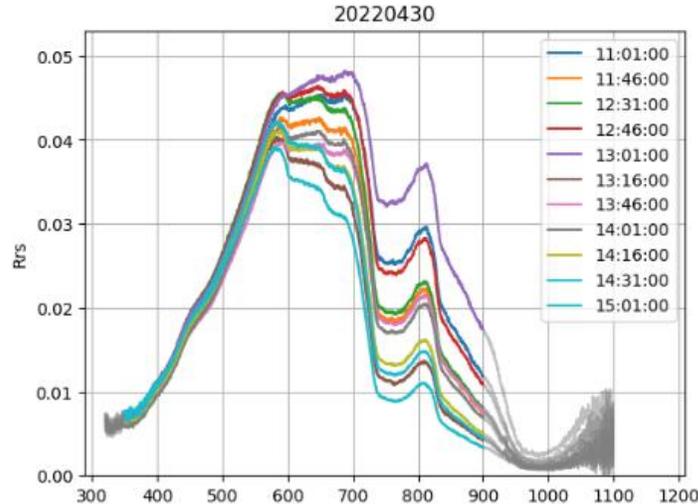
2. Mesures in situ autonomes (cal/val produits satellitaires)

Modélisation & inversion des mesures Hypernets

→ 6 paramètres : $X = \left(\frac{a_{p0}^*}{b_{bp0}^*}, \frac{a_{p\infty}^*}{b_{bp\infty}^*}, b_{bp0}, S, \gamma, Chl \right)$

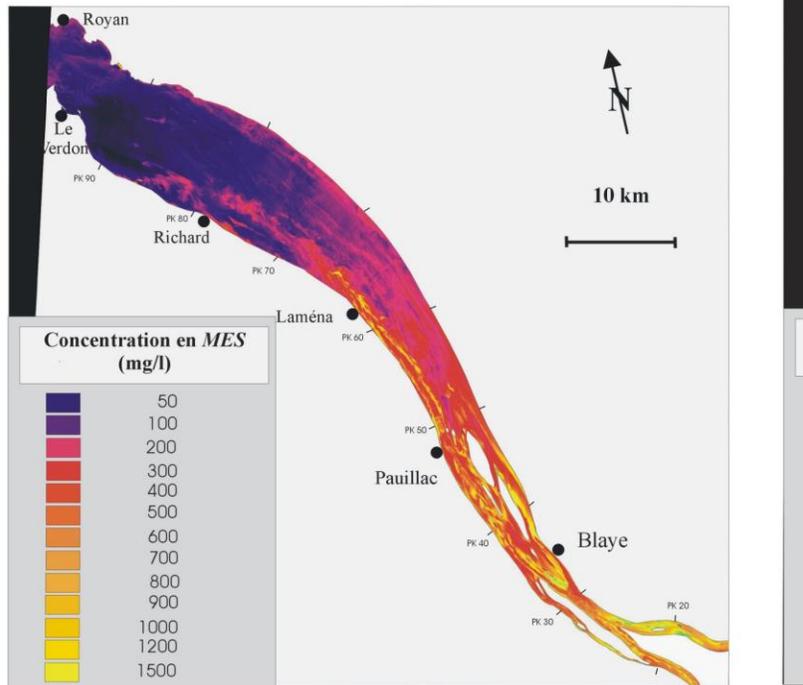


11:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.05$	$S=0.014$	$\gamma=0.544$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.44$	$b_{bp0}=1.484$	$chl=0.00$
12:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=4.13$	$S=0.016$	$\gamma=1.427$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.32$	$b_{bp0}=1.857$	$chl=9.70$
12:31:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.75$	$S=0.015$	$\gamma=1.211$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.29$	$b_{bp0}=1.594$	$chl=2.89$
12:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.97$	$S=0.015$	$\gamma=1.201$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.31$	$b_{bp0}=2.061$	$chl=4.97$
13:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.56$	$S=0.015$	$\gamma=1.095$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.28$	$b_{bp0}=2.579$	$chl=3.29$
13:16:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.76$	$S=0.015$	$\gamma=1.144$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.32$	$b_{bp0}=2.127$	$chl=2.97$
13:31:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.84$	$S=0.015$	$\gamma=1.072$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.35$	$b_{bp0}=2.475$	$chl=2.30$
13:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.44$	$S=0.015$	$\gamma=0.991$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.26$	$b_{bp0}=2.517$	$chl=0.17$
14:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.57$	$S=0.016$	$\gamma=1.075$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.31$	$b_{bp0}=2.212$	$chl=2.11$
14:31:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.81$	$S=0.016$	$\gamma=1.089$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.33$	$b_{bp0}=1.971$	$chl=0.00$
14:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.86$	$S=0.016$	$\gamma=1.103$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.35$	$b_{bp0}=1.801$	$chl=0.43$
15:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.87$	$S=0.018$	$\gamma=1.352$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.28$	$b_{bp0}=1.430$	$chl=5.81$
15:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=4.06$	$S=0.018$	$\gamma=1.164$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.35$	$b_{bp0}=1.382$	$chl=1.29$



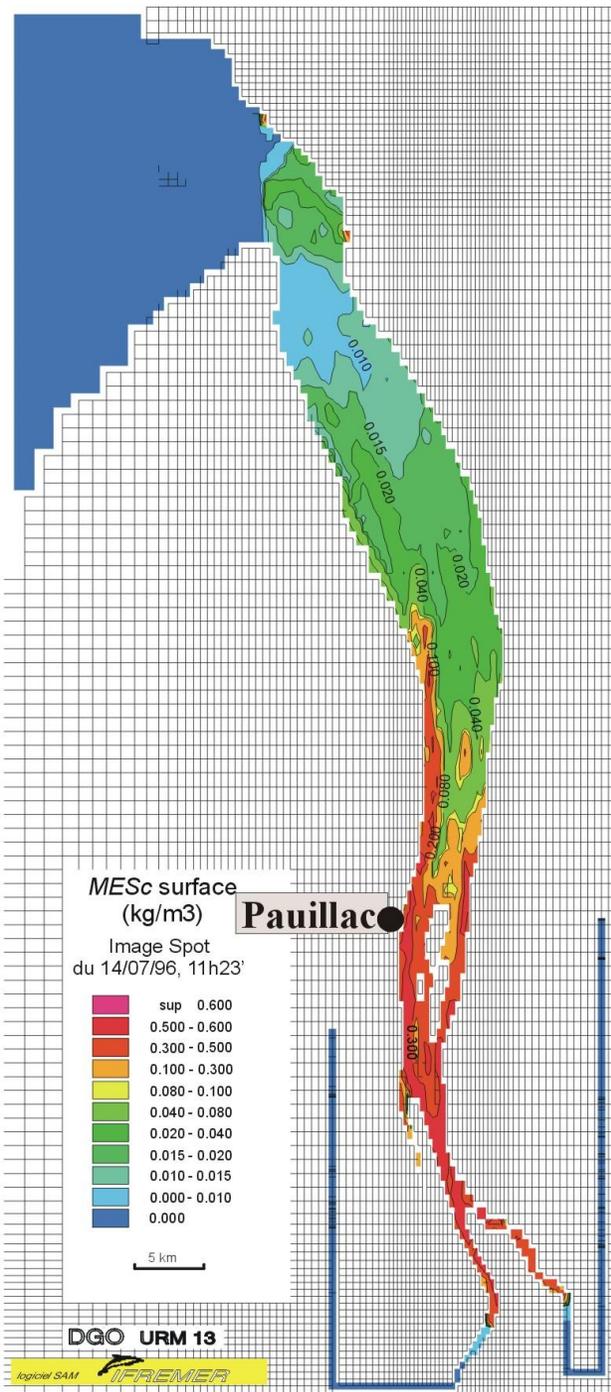
11:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.97$	$S=0.013$	$\gamma=0.945$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.36$	$b_{bp0}=2.686$	$chl=9.06$
11:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=4.07$	$S=0.013$	$\gamma=1.101$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.37$	$b_{bp0}=1.837$	$chl=7.73$
12:31:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.79$	$S=0.014$	$\gamma=1.062$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.34$	$b_{bp0}=1.882$	$chl=5.65$
12:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.69$	$S=0.013$	$\gamma=0.958$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.34$	$b_{bp0}=2.442$	$chl=7.87$
13:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.65$	$S=0.013$	$\gamma=0.899$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.35$	$b_{bp0}=4.061$	$chl=13.77$
13:16:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.97$	$S=0.013$	$\gamma=0.920$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.42$	$b_{bp0}=0.965$	$chl=3.85$
13:46:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=4.22$	$S=0.013$	$\gamma=1.006$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.47$	$b_{bp0}=1.837$	$chl=6.80$
14:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=4.35$	$S=0.014$	$\gamma=1.103$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.41$	$b_{bp0}=1.698$	$chl=5.78$
14:16:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=4.15$	$S=0.014$	$\gamma=1.177$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.39$	$b_{bp0}=1.272$	$chl=6.56$
14:31:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.96$	$S=0.014$	$\gamma=1.131$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.37$	$b_{bp0}=1.120$	$chl=5.13$
15:01:00	$a_p^*/b_{bp0}^*=3.71$	$S=0.012$	$\gamma=0.911$	$a_p^*/b_{bp}^*inf=0.43$	$b_{bp0}=0.766$	$chl=4.24$

14 July 1996 (low-river flow)

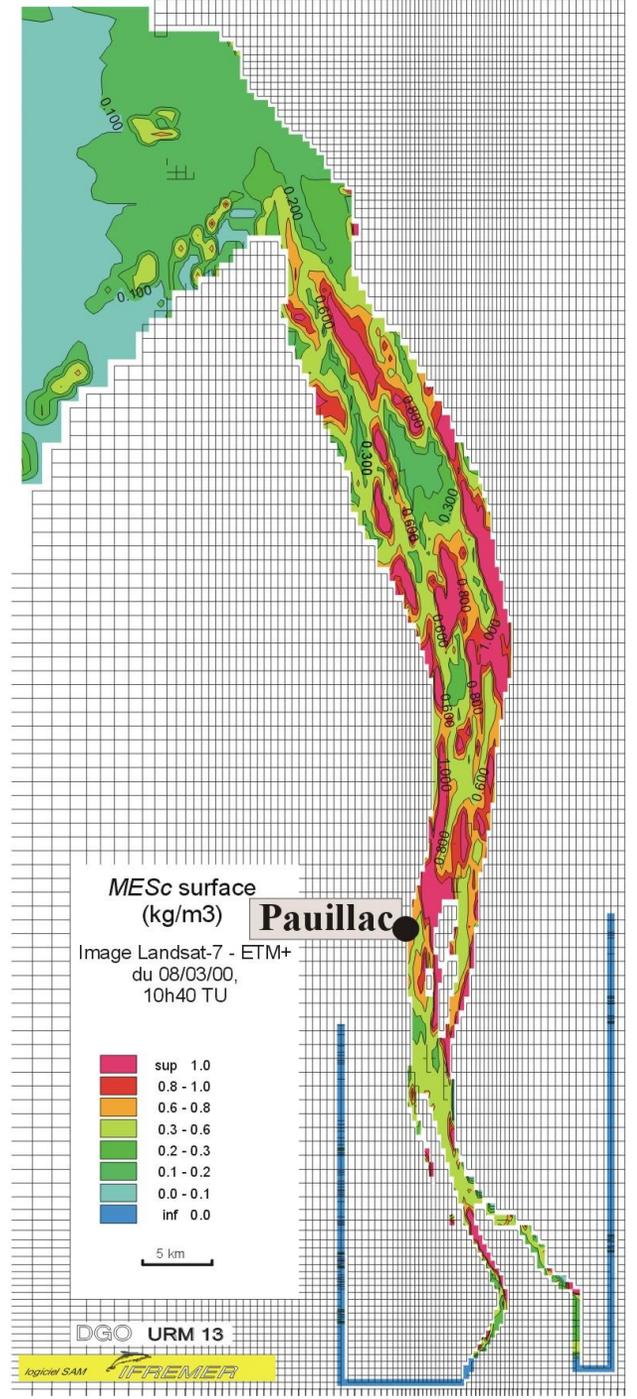


Concentrations en MES (surface + profils verticaux) intégrés dans la grille de modèles hydro-sédimentaires

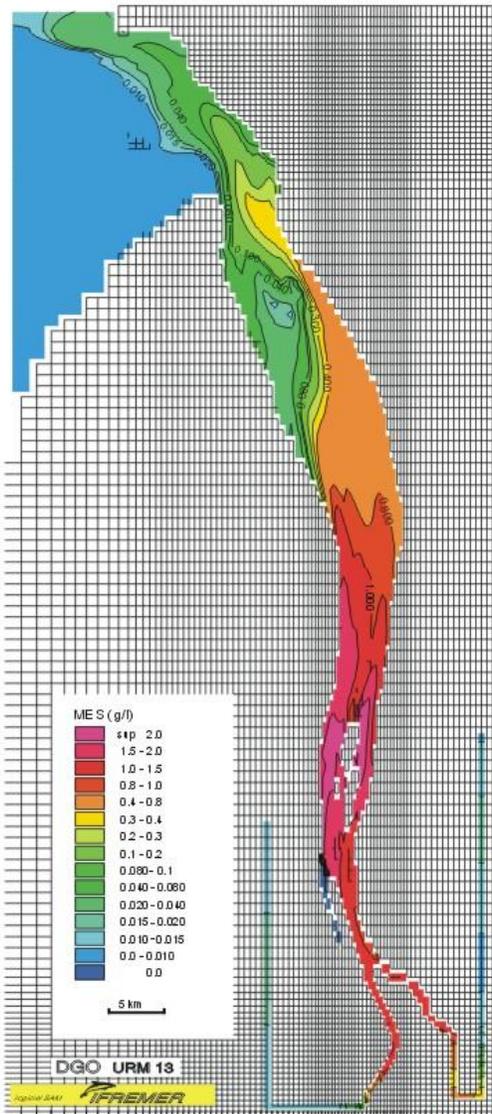
a



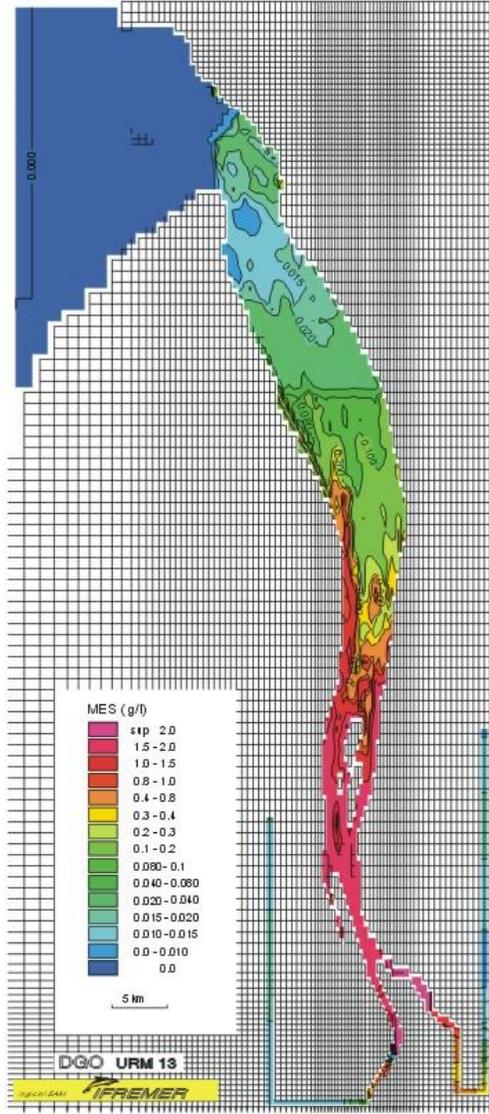
b



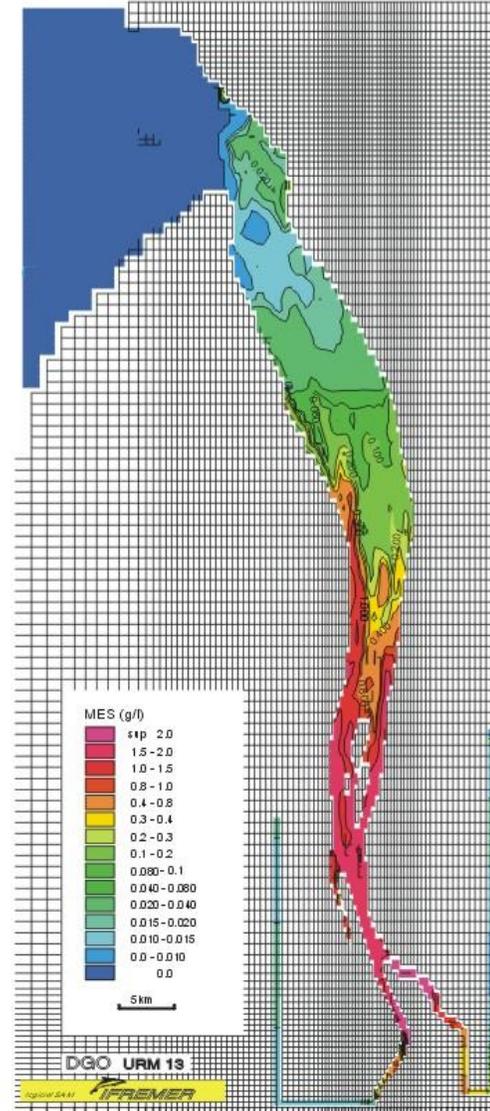
t_0



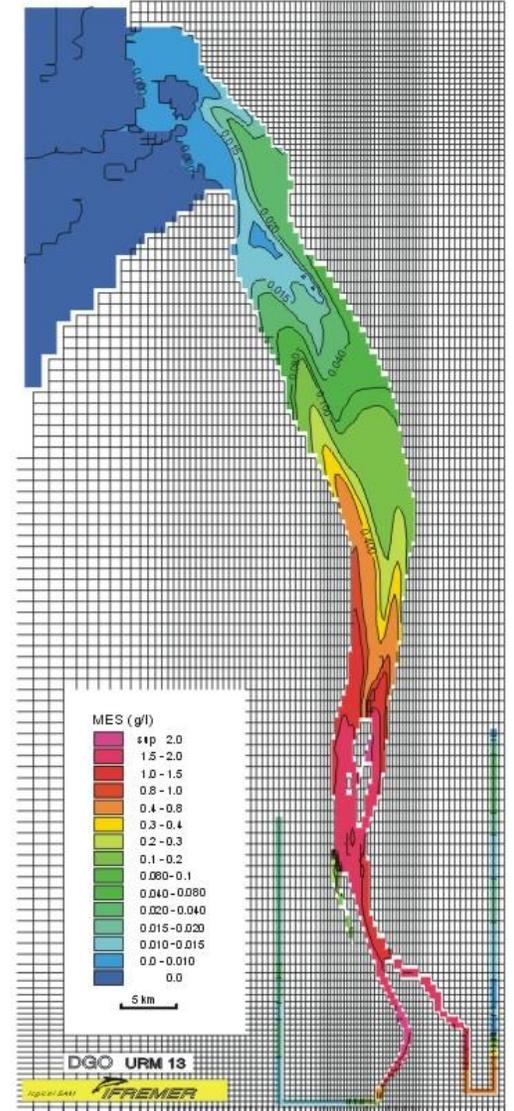
Ré-initialisation

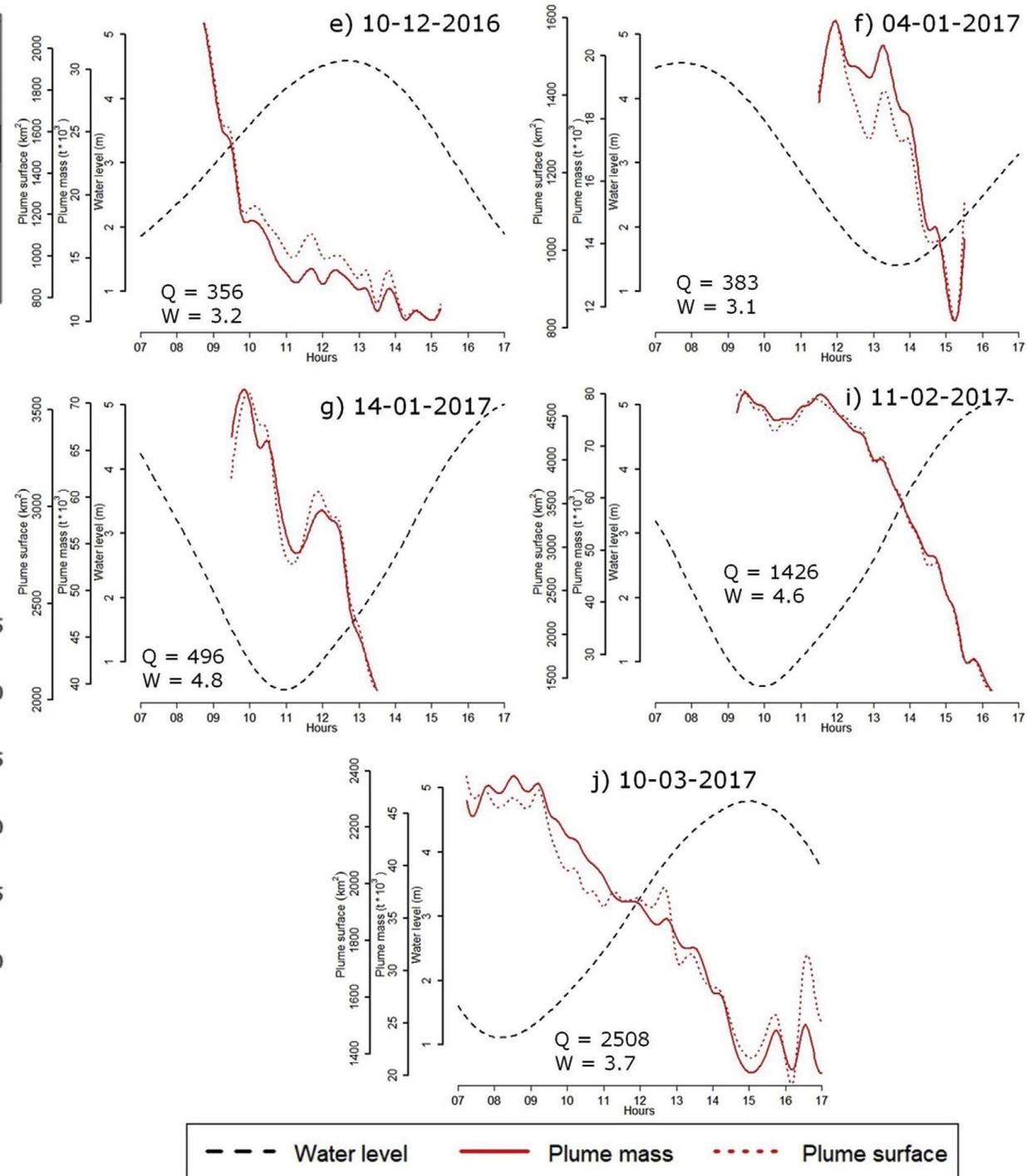
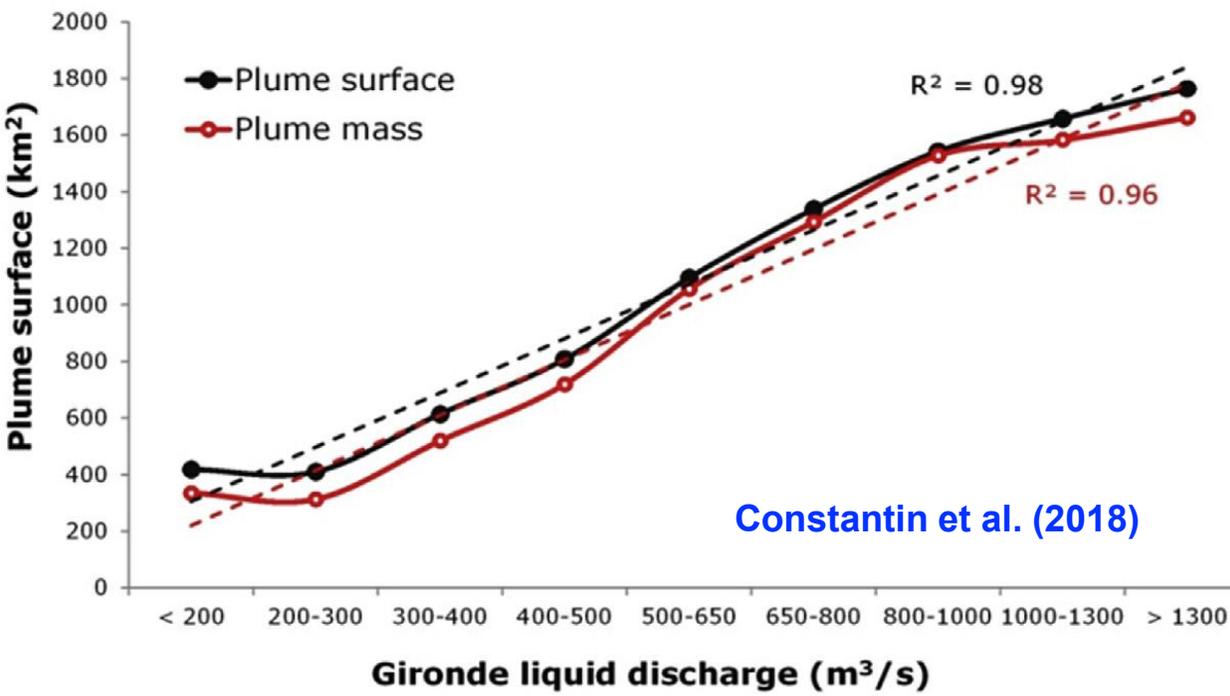
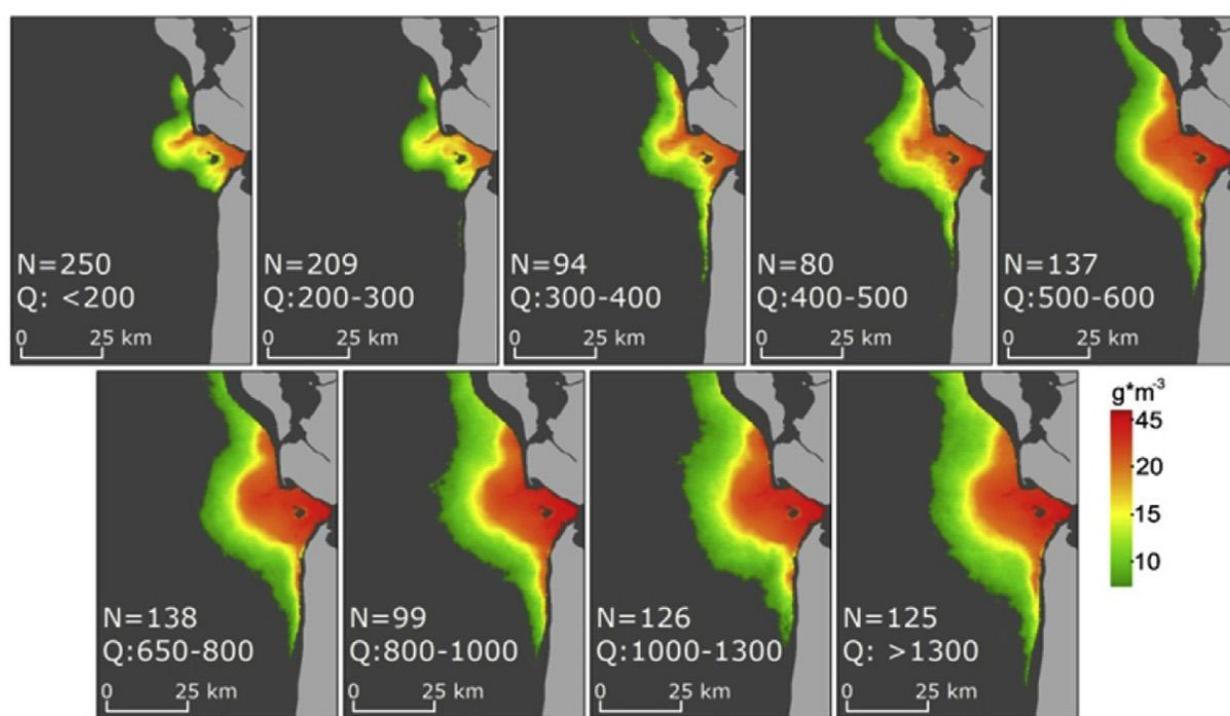


$t_0 + 2h00'$



$t_0 + 11h30'$





3. Applications : dynamique et flux sédimentaires



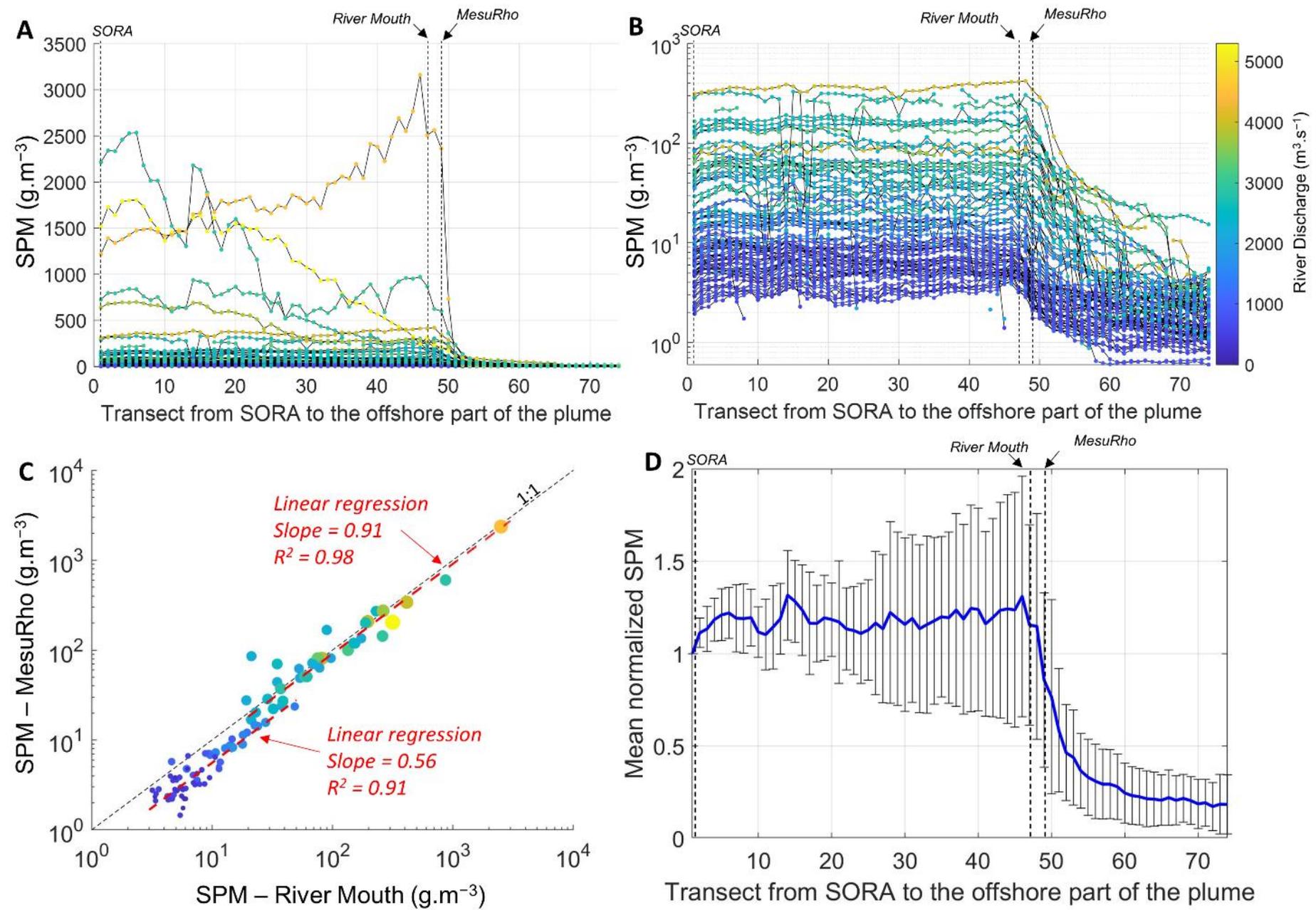
Ody et al. (2022)



3. Applications : dynamique et flux sédimentaires

Ody et al. (2022)

Lors de crues du Rhône, on retrouve 10% du débit solide (SORA) dans le panache turbide de surface...?



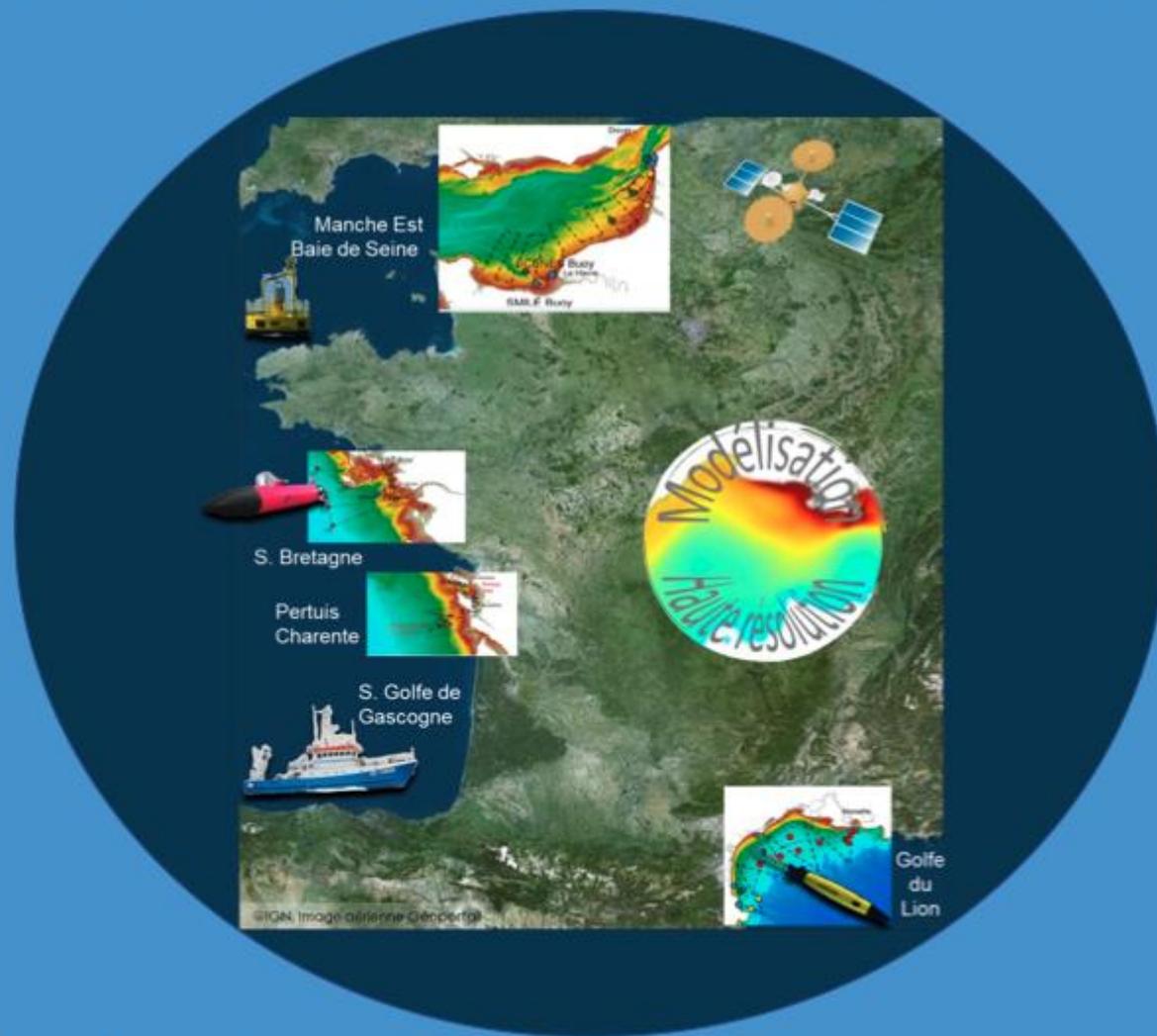
PPR RIOMar

anr®



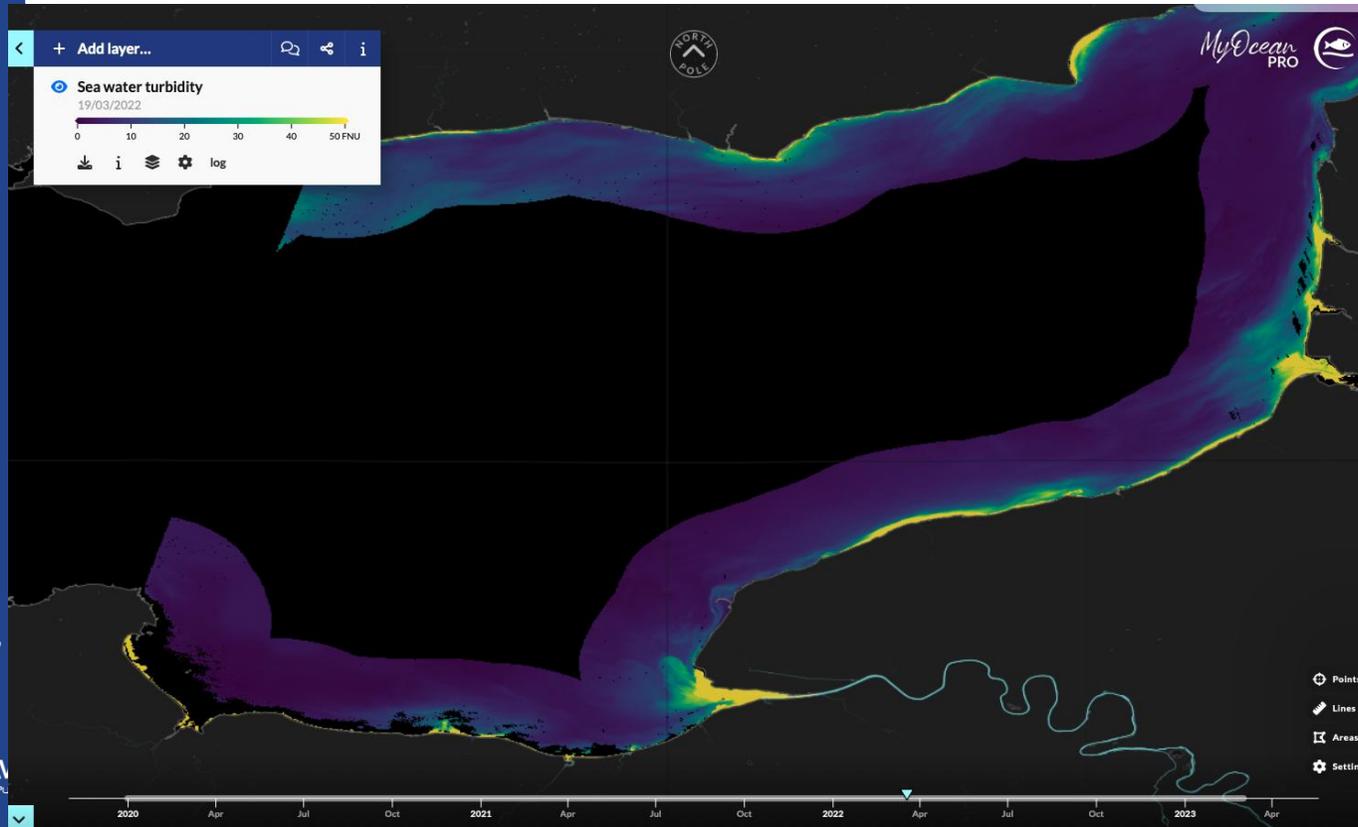
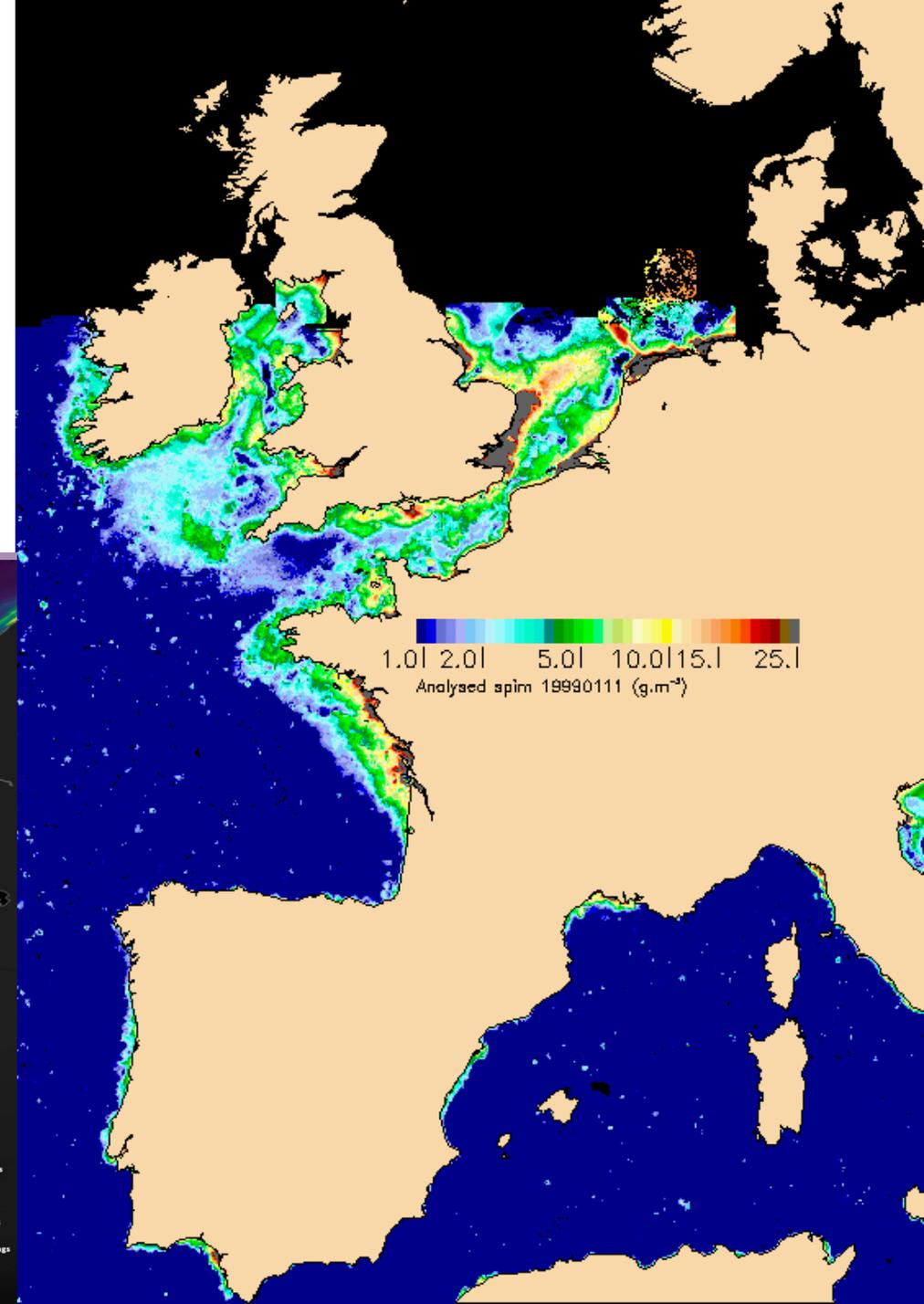
- 25 ans d'observations satellitaires et in situ
- Calibration/validation des modèles hydro-sédimentaires et biogéochimiques
- Evolution des eaux côtières françaises au prochain siècle

Observer et anticiper l'évolution des zones côtières françaises sous influence des fleuves au 21e siècle



GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTERET PUBLIC

- Depuis 1998: MES et Chla à 1200m, journalier = Sextant/OC5
- Depuis 2016 ; MES, Chla et turbidité à 100m, tous les 4 jours = CMEMS-HR

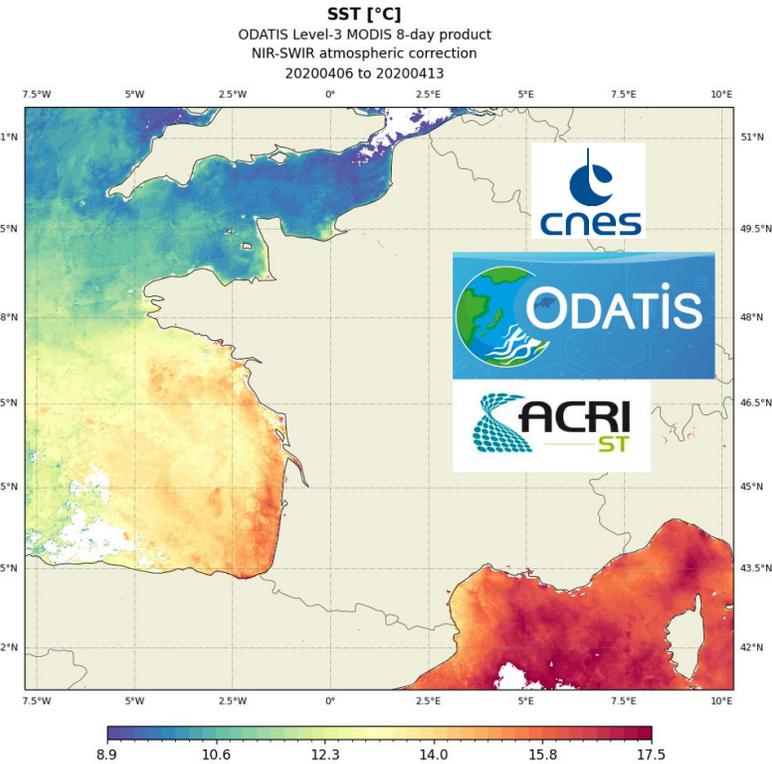
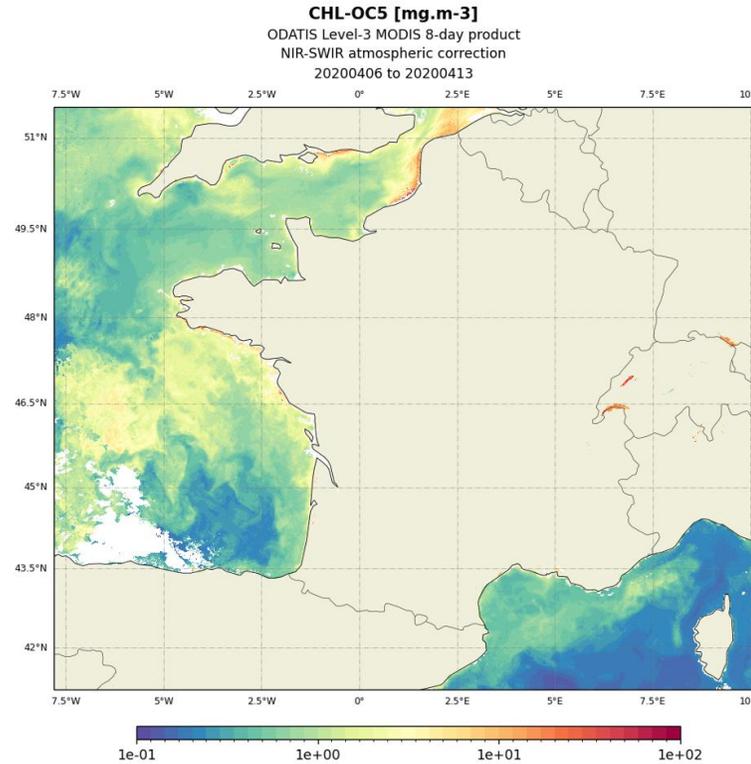


➤ Produits ODATIS-MR

➤ Depuis 2002 ; MES, Chla, turbidité, SST à 300m, journalier

➤ Validation sur sites SOMLIT et REPHY

SST, Réflectance, IOPs, Turbidité, MES, Chla, CDOM, POC, DOC
Algorithmes développés en France et validés (e.g., stations SOMLIT)



HOME GEOBROWSER HELP

Rechercher Résultats

Produits Couleur de l'Océan MR

Zone
POLYGON[[10.3 51.5; 7.8 51.5; 7.8 41.2; 10.3 41.2; 10.3 51.5]]

Période
De 19 / 06 / 2002 à 31 / 12 / 2021

Capteurs
Choisissez une option...

Corrections atmosphériques
Choisissez une option...

Paramètres
Choisissez une option...

Période de regroupement
8-day

Type de téléchargement
Téléchargement standard (France)
Téléchargement standard (France)
Cropping

Commander un Match-Up

Génération des Match-Ups

Génération des Match-Ups

De 19 / 06 / 2002 à 31 / 12 / 2021

Capteurs
Choisissez une option...

Corrections atmosphériques
Choisissez une option...

Paramètres
Choisissez une option...

Taille de la grille
1x1

Période de regroupement
8-day

Points d'intérêt

Dans un souci de stabilité de la plateforme, nous recommandons une sélection maximale de 10 points par commande.
Pour sélectionner un point d'intérêt, veuillez cliquer sur le bouton suivant pour un point personnalisé ou sélectionnez directement une station SOMLIT.

Commander un Match-Up



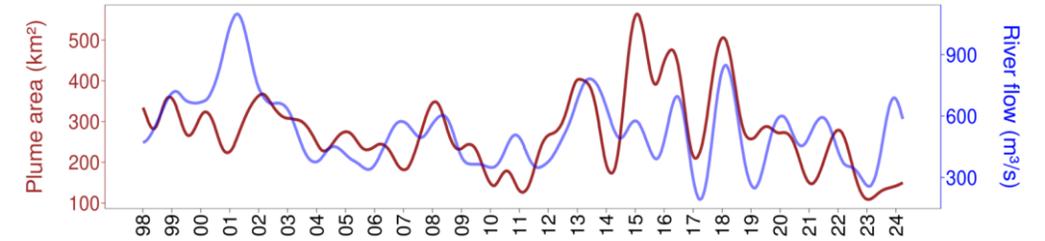
Evolution de l'extension des panaches fluviaux

PLUME AREA (km²)

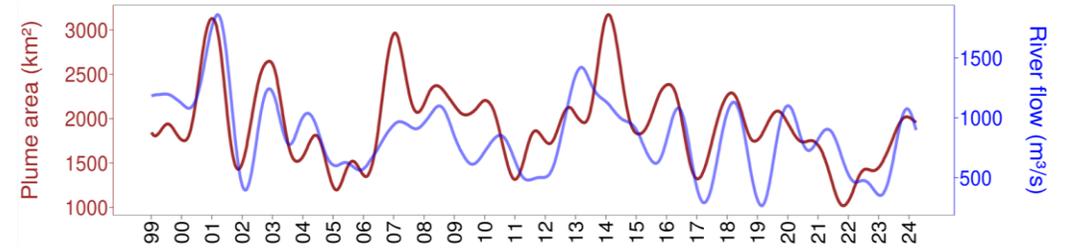
Interannual signal of plume area time-series
 Interannual signal of river flow time-series



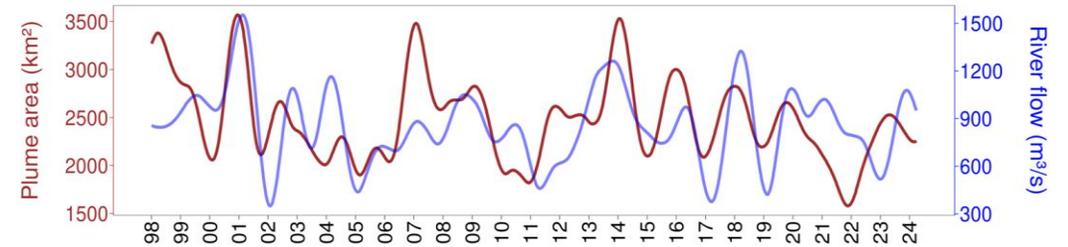
Seine estuary



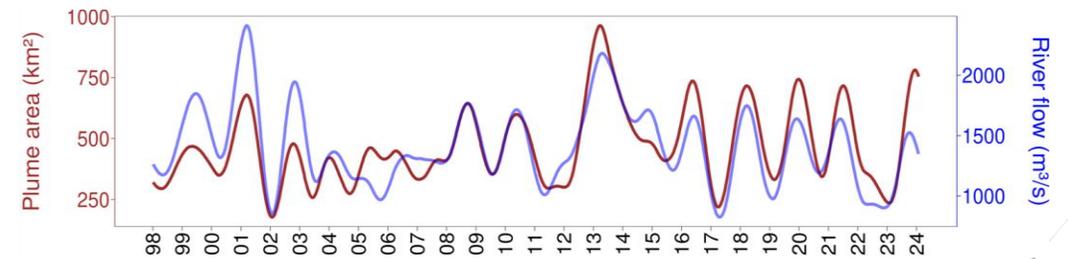
Loire estuary



Gironde estuary



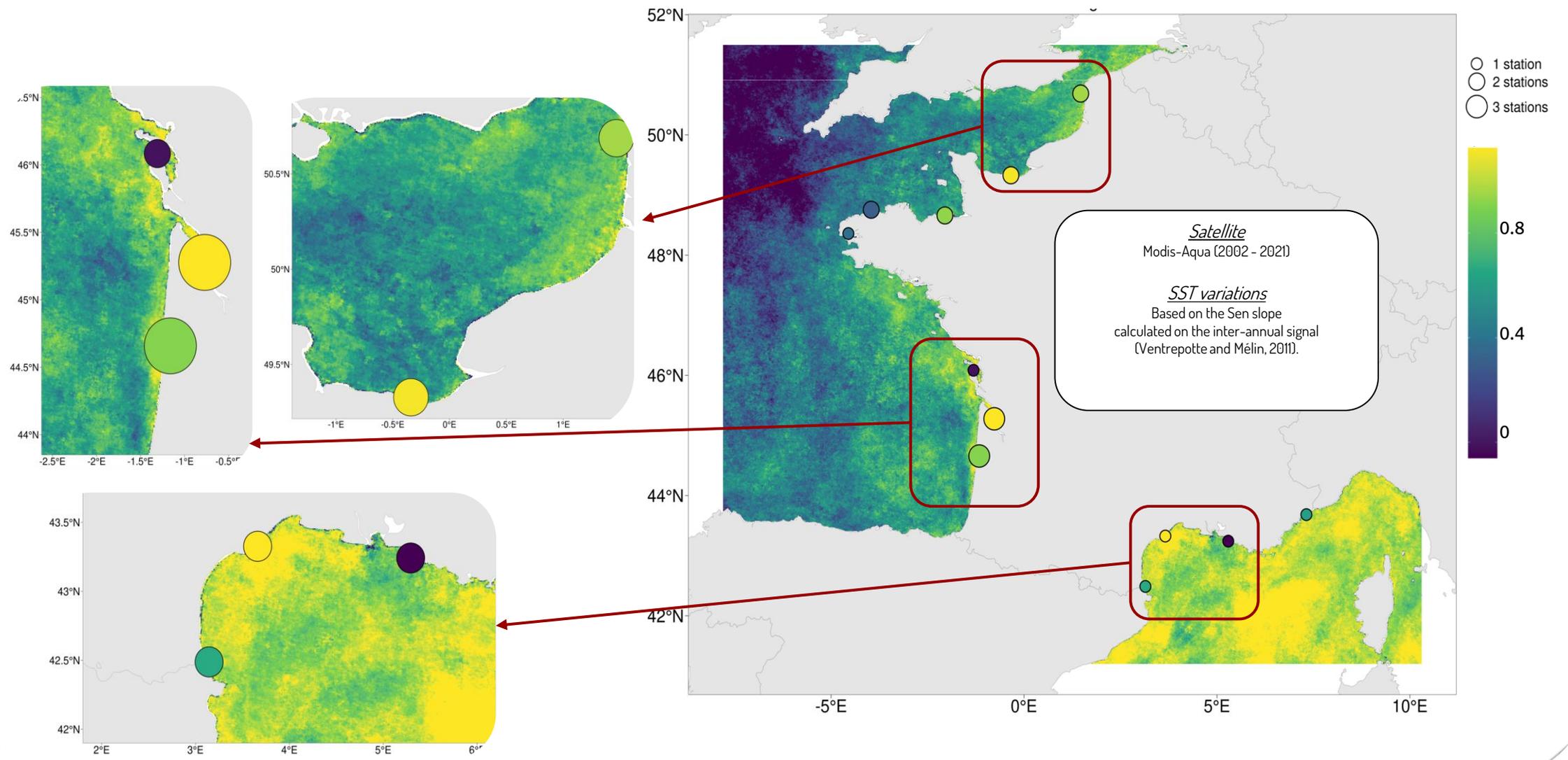
Rhône estuary



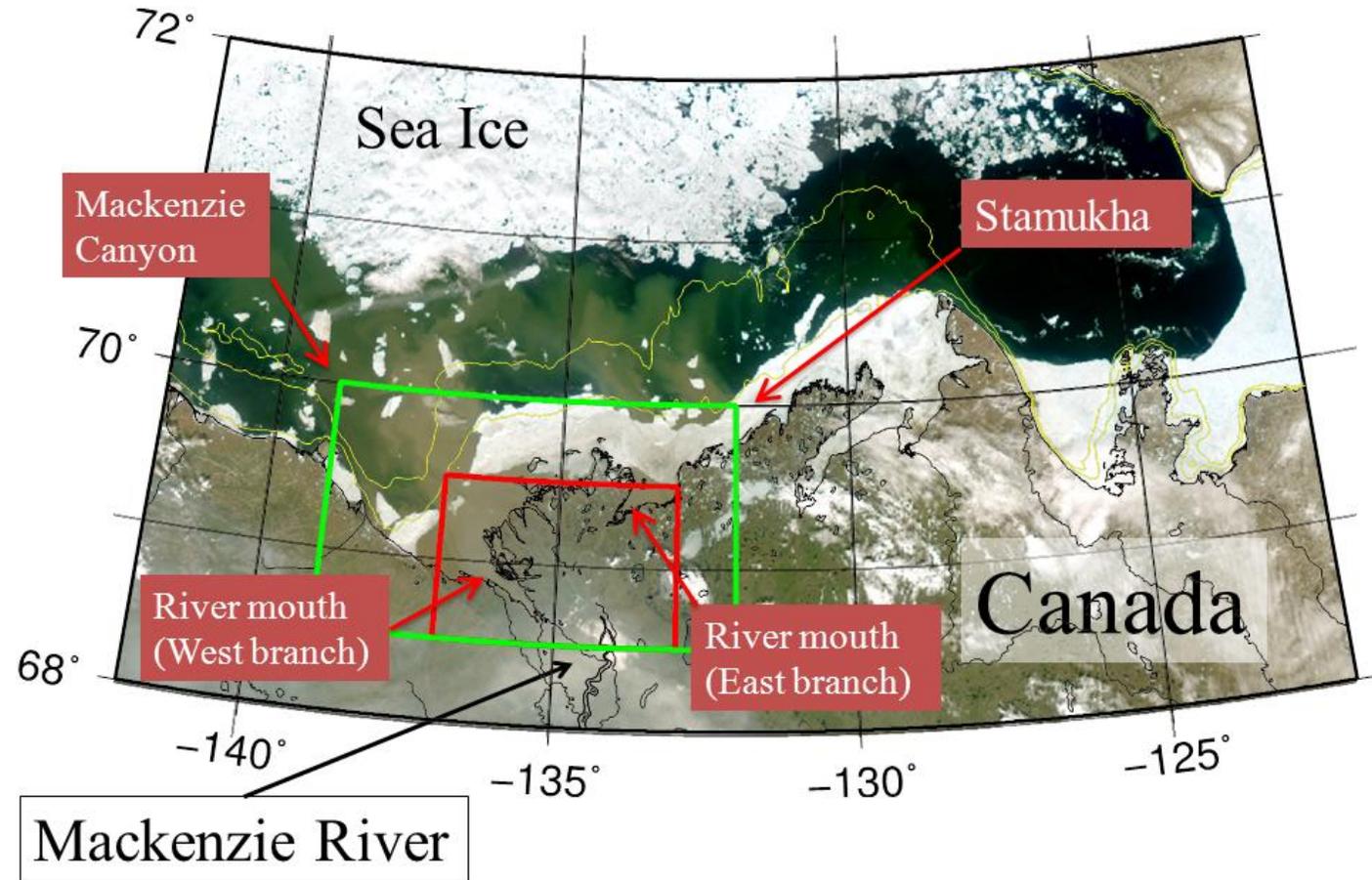
Augmentation de la température des eaux côtières

WARMING

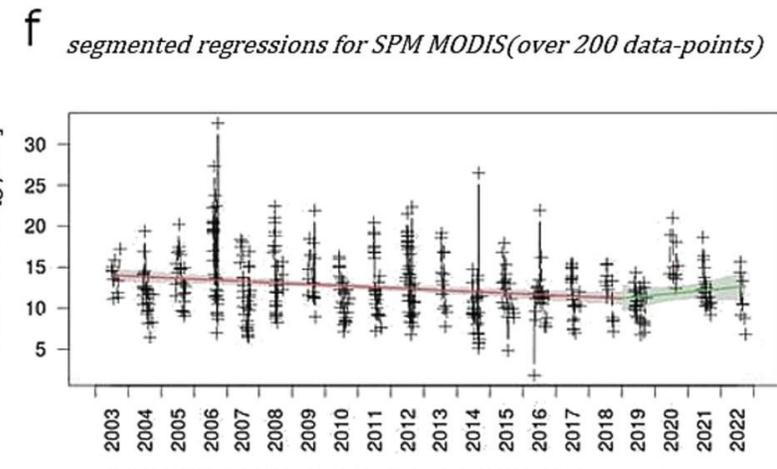
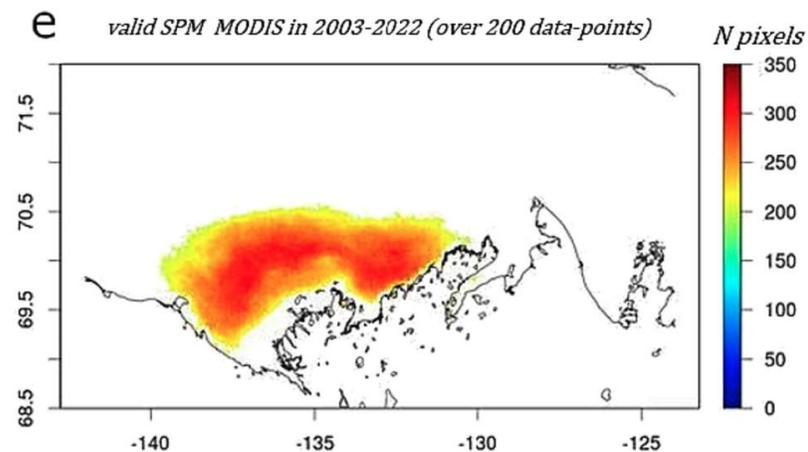
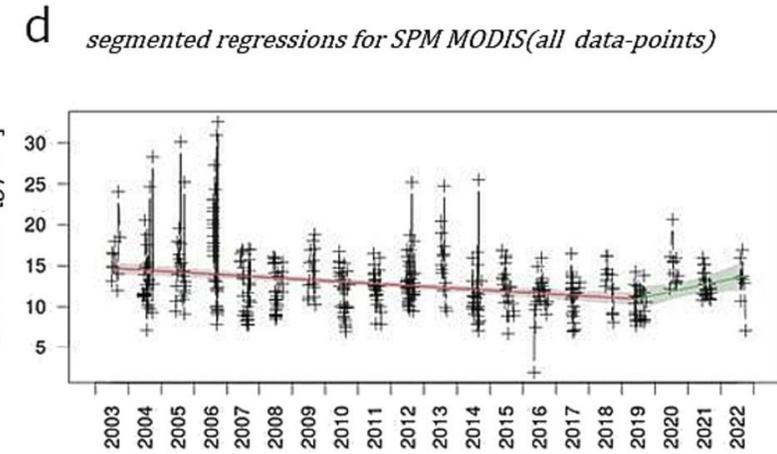
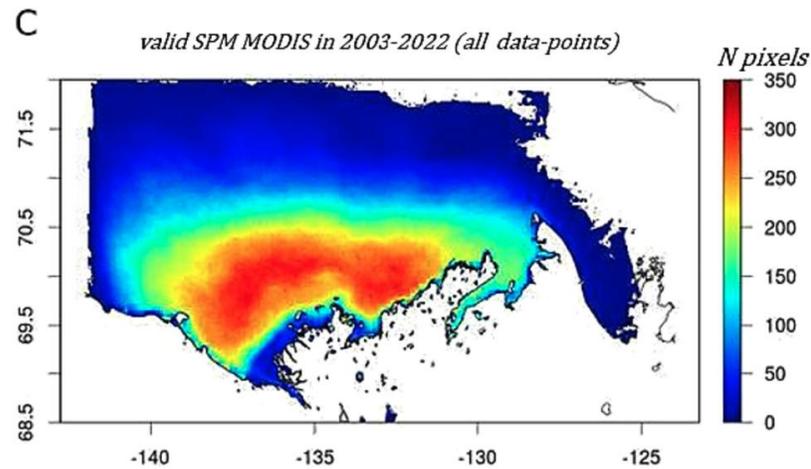
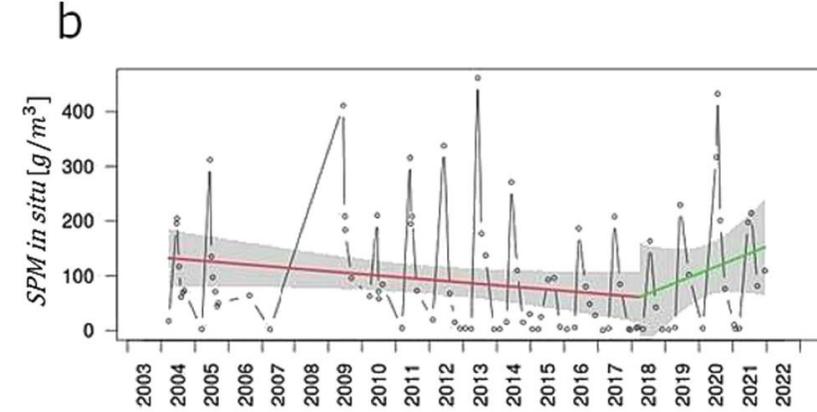
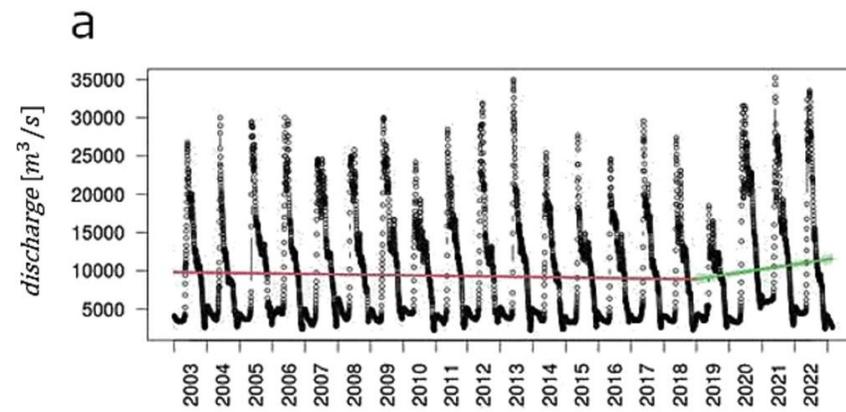
SST variations from 2002 to 2021 (°C)



3. Applications : dynamique et flux sédimentaires



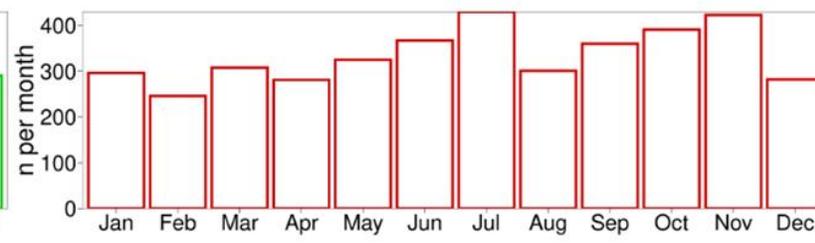
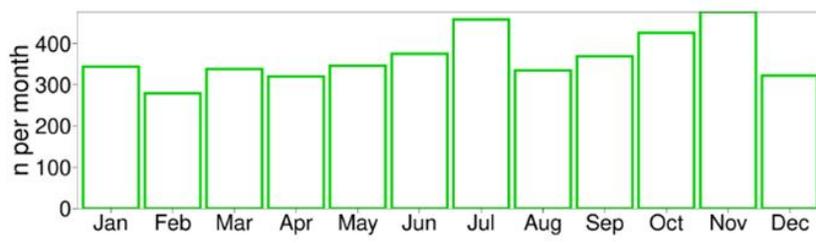
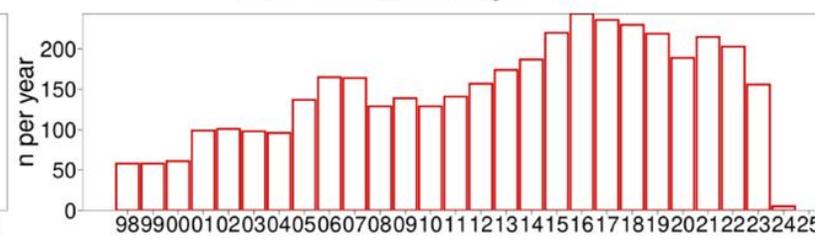
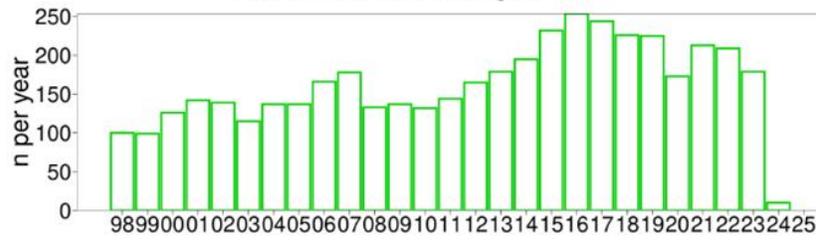
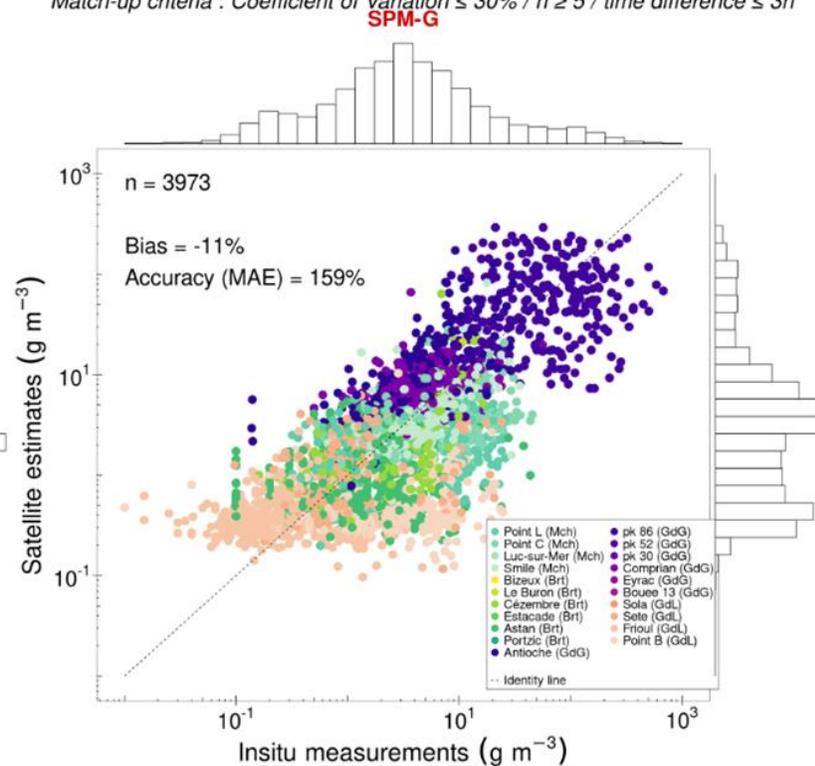
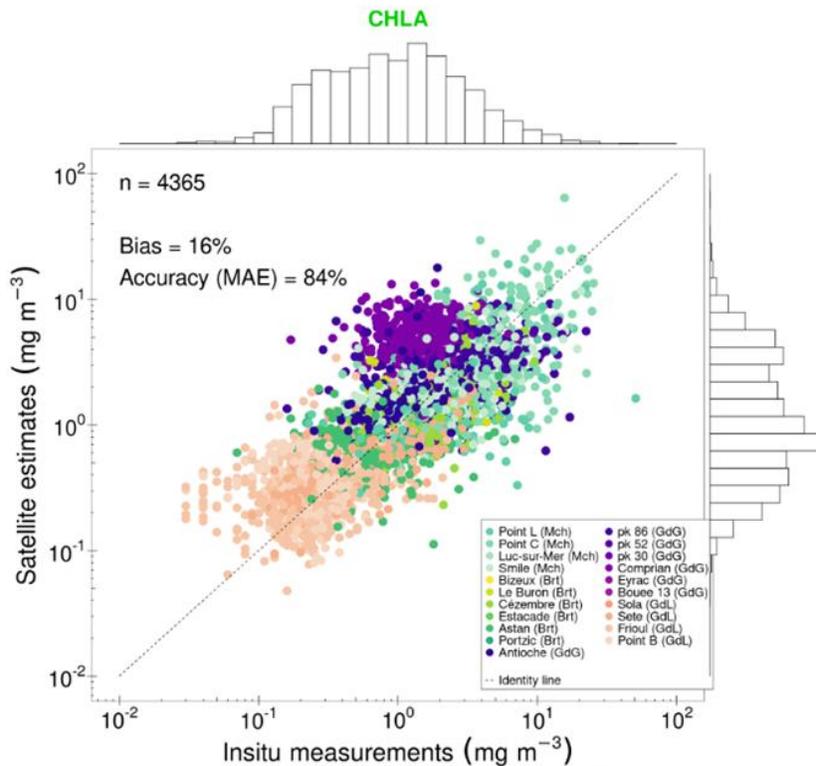
Le débits solide et export vers l'océan des fleuves arctiques n'augmentent significativement que puis quelques années (2018) voire diminuent (Russie)



Tarasenko et al. (2023)



Match-up Satellite vs. SOMLIT measurements
 Source = SEXTANT / Sensor = merged / Atm. correction = Standard
 Match-up criteria : Coefficient of Variation $\leq 30\%$ / $n \geq 5$ / time difference $\leq 3h$



Conclusions

- 25 ans de produits satellitaires à la disposition des utilisateurs
- Utilisation combinée de mesures in situ (autonomes) et satellitaires pour des observations « augmentées »
- Calibration/validation de modèles hydro-sédimentaires suivant méthodes à définir

SST-NIGHT

