

Projet Delta-Rhône : établir le bilan de matière pour les particules, le carbone et les microplastiques dans le delta du Rhône, sous influence des évènements extrêmes

Coordinateur: C. Rabouille, LSCE, Gif sur Yvette, France

Participants:

CEFREM-Perpignan: **F. Bourrin**, MA. Bassetti, P. Kerhervé

LEGOS Toulouse: C. Estournel, C. Ulses

IFREMER LOPS et Dyneco: I. Pairaud, R. Verney

IRSN-Cadarache: S. Charmasson

LOV-Villefranche: D. Doxaran

MIO-Marseille: C. Grenz, L. Papillon

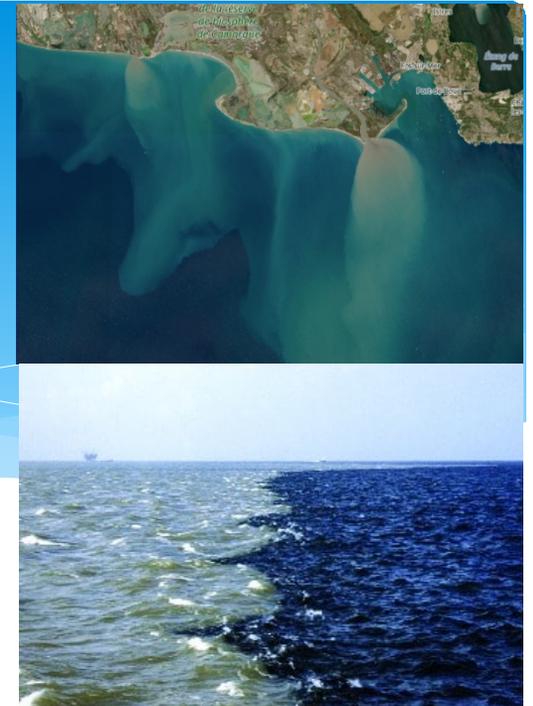


LABORATOIRE DES SCIENCES DU CLIMAT & DE L'ENVIRONNEMENT



Contexte général: RiOMars et carbone

Les deltas de fleuves sont des “hot spots” biogéochimiques qui contribuent à 45% de l'enfouissement de carbone organique (80% du CO terrestre exporté) mais sont aussi des zones de fort recyclage qui émettent du CO₂

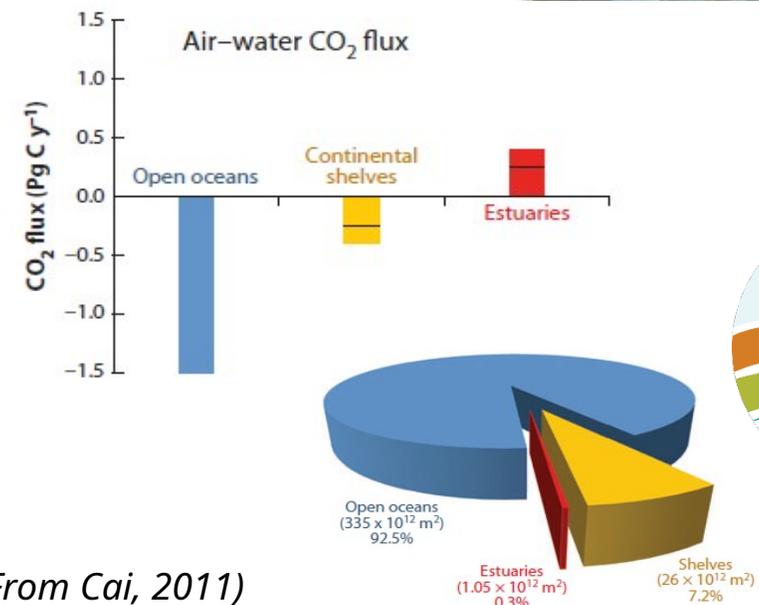


Objectif de DeltaRhône:

Établir des bilans de masse pour la matière particulaire, le carbone et, de manière préliminaire, pour les microplastiques à l'interface fleuve-mer en Méditerranée (prodelta du Rhône)

Comprendre leur variabilité temporelle en relation avec les événements intenses/extrêmes (crues et tempêtes)

Définir les processus majeurs qui affectent le devenir de ces matières particulaires au cours d'un cycle annuel.



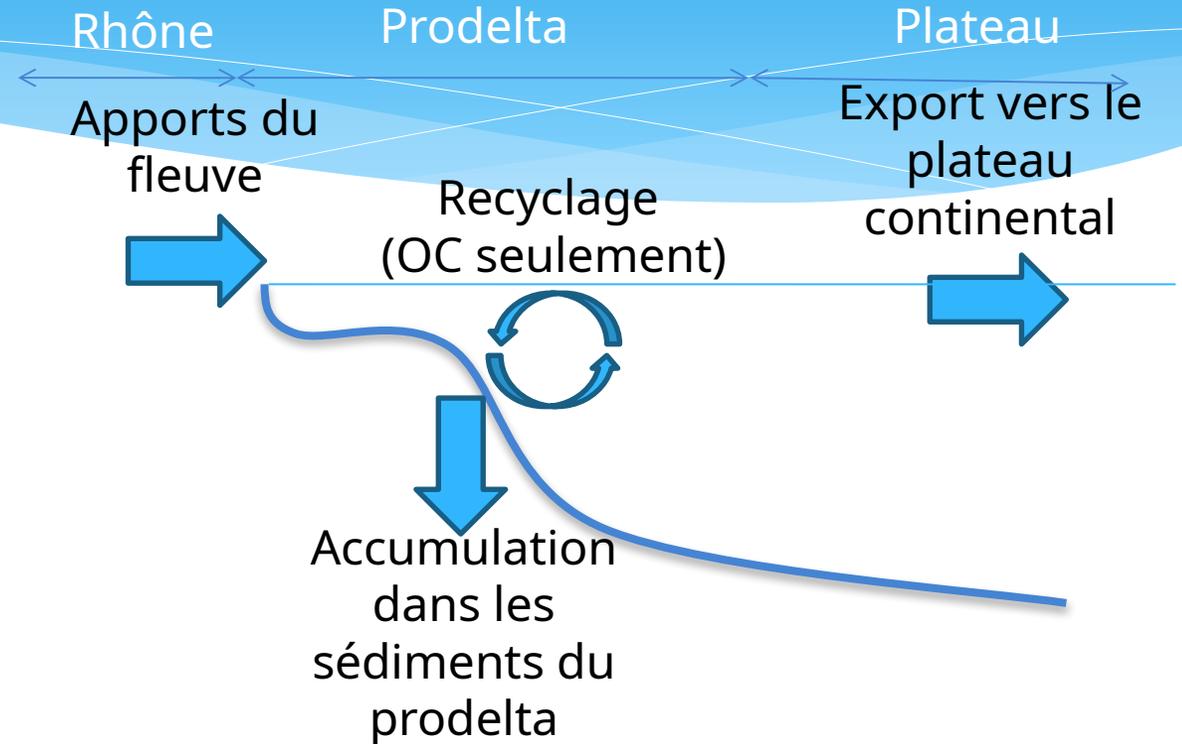
(From Cai, 2011)



Approches et Méthodologie

5 types d'approche:

- Modélisation physique-hydrosédimentaire-biogéochimique appuyée sur des données historiques
- Série temporelle d'observations du prodelta (2021-2022)
- Campagnes d'étude des processus couplant colonne d'eau et sédiment à l'échelle du prodelta et du plateau adjacent
- Carottages Kullenberg pour mesure des vitesses d'accumulation des sédiments et du carbone
- Campagnes de bathymétrie répétées pour l'accumulation de matière dans le prodelta



Série temporelle d'observations du prodelta (2021-2022)

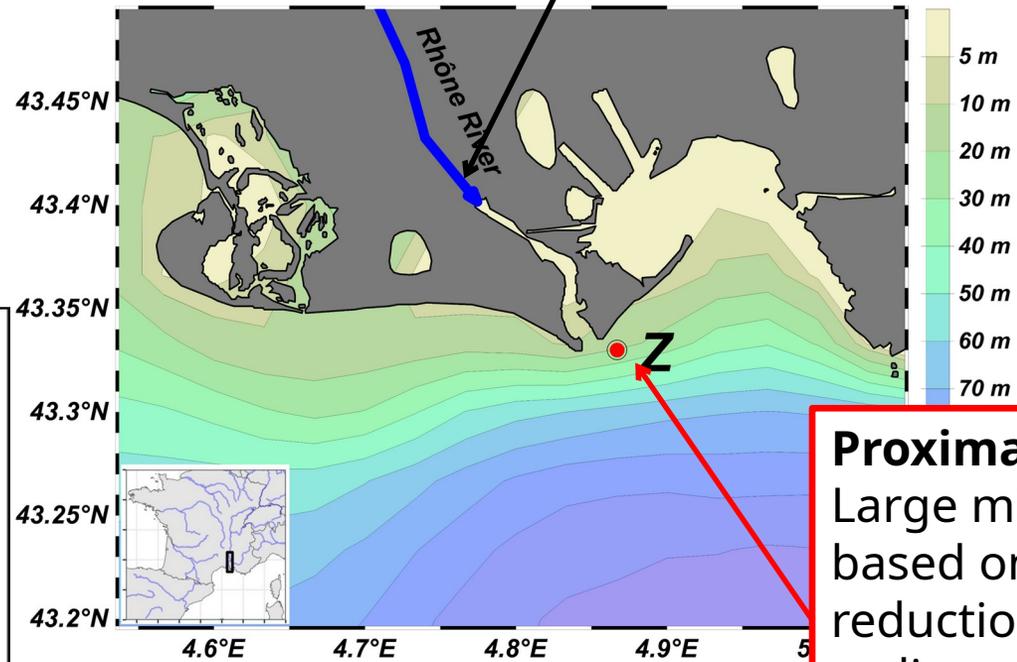
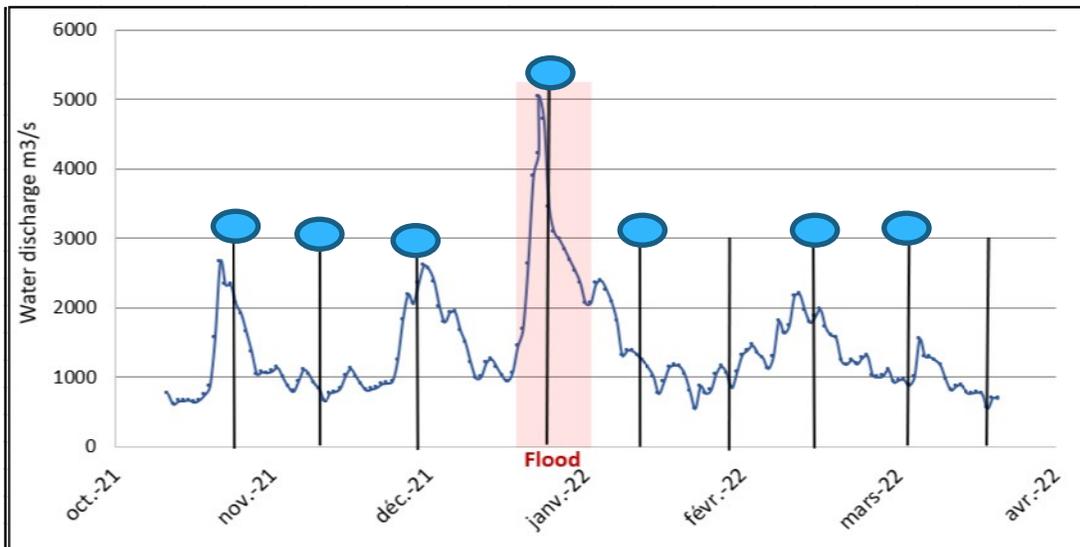
Serie de 7 campagnes courtes, hiver 2021-2022:

- Capture d'une crue début Janvier
- Evolution des sediments et modélisation des flux

Rhone River:

1700 m³/s

5-10 Mt sediments with 80% by flood inputs

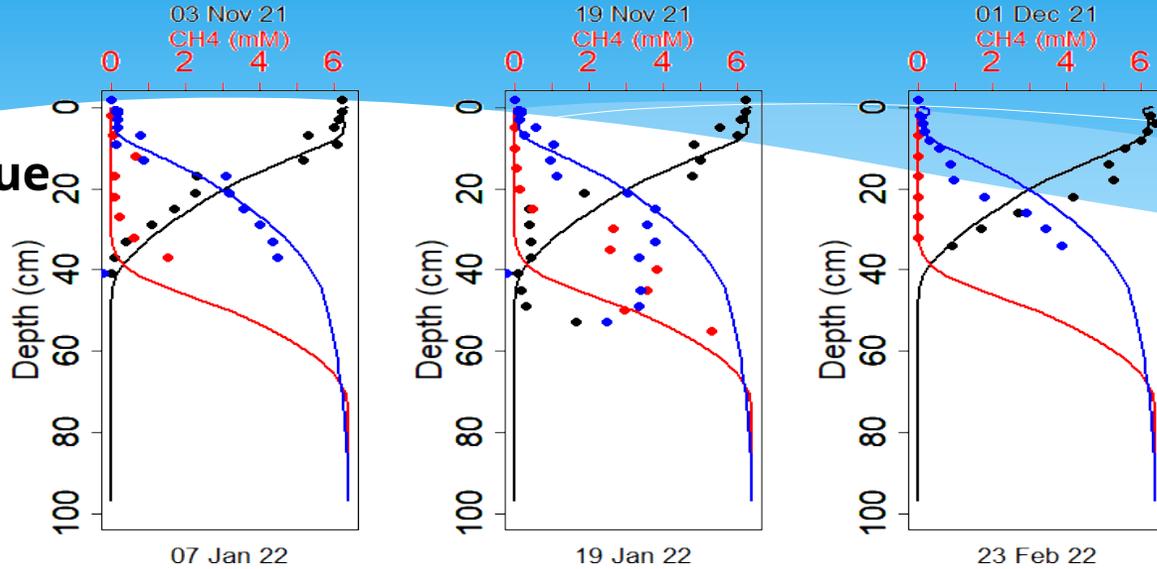


Proximal zone:
Large mineralization based on Sulfate-reduction, large sedimentation rate (30cm/yr)

Ferreira, Nmor et al., 2024, Biogeosciences

Ré-organisation majeure des eaux porales après la crue d'hiver

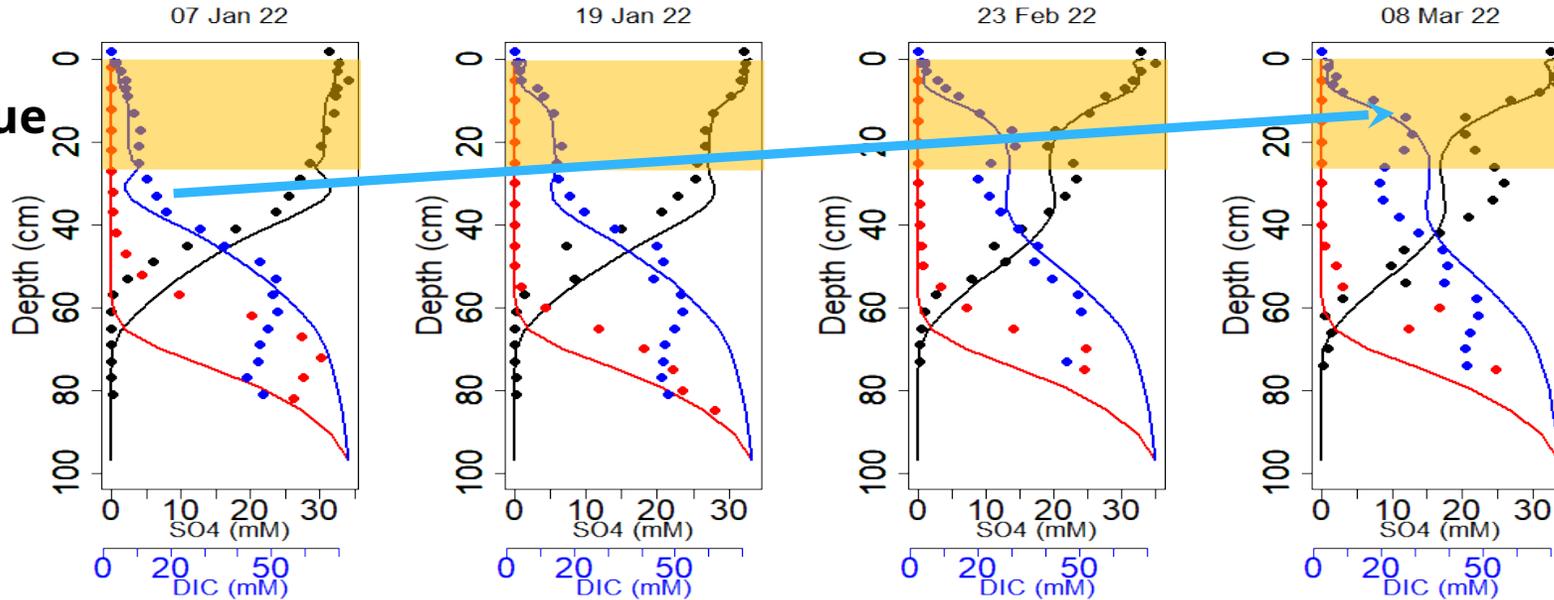
Avant crue



● SO4
● DIC
● CH4

● : data
— : model

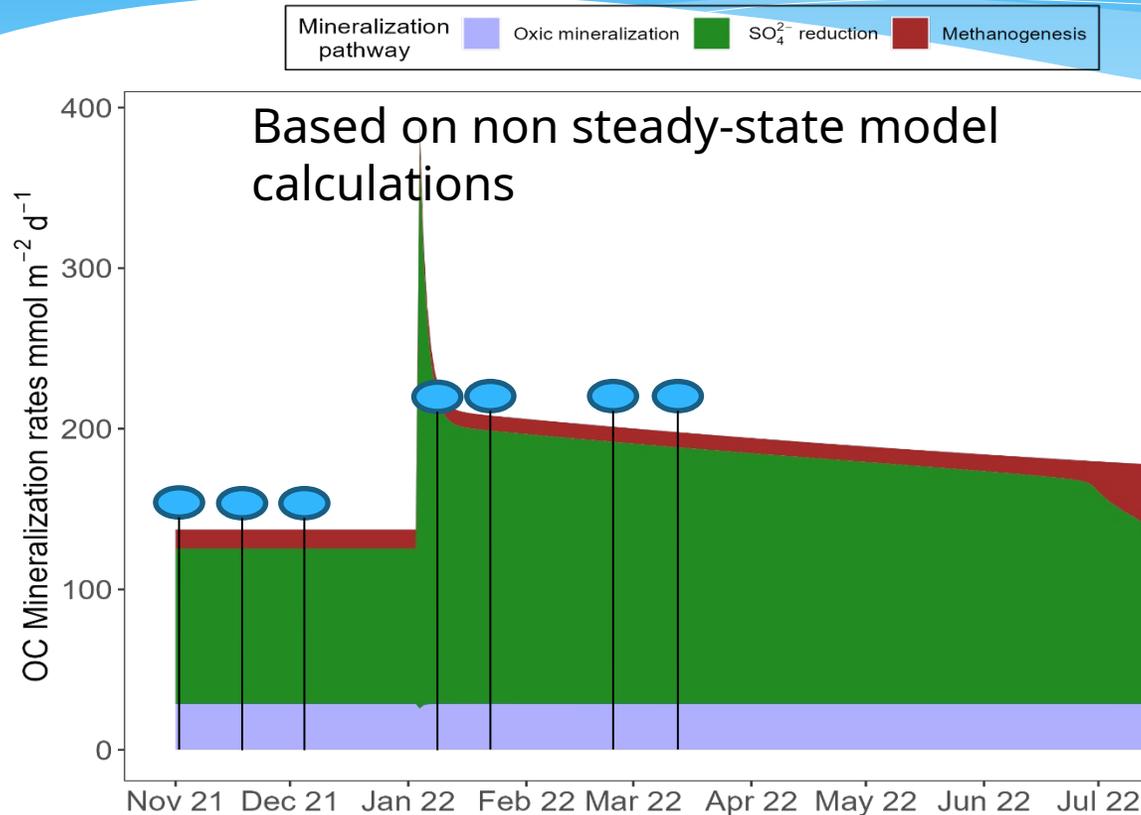
Après crue



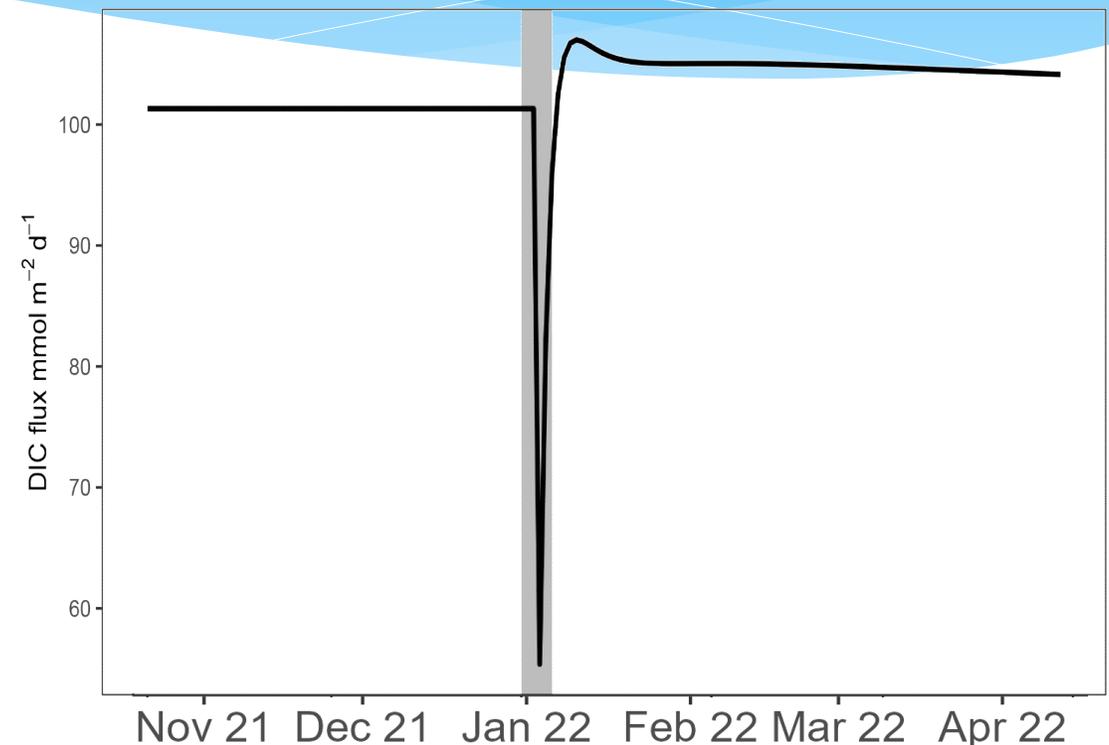
Bon accord entre modèle et données -
> la **dynamique du système** est bien représentée dans le modèle

Ferreira, Nmor et al., 2024, BioGeosciences

Accroissement du recyclage de carbone organique basé sur la réduction des sulfates



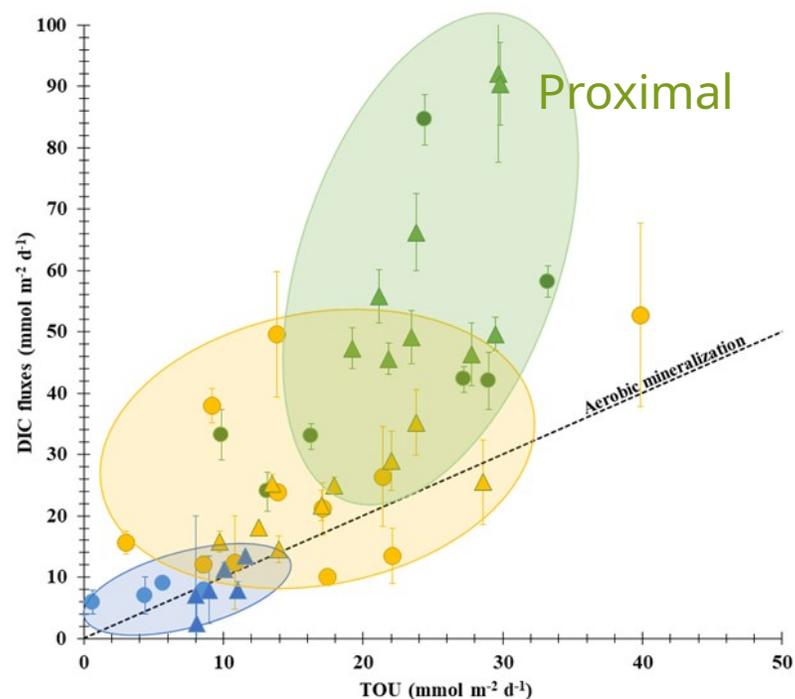
DIC flux



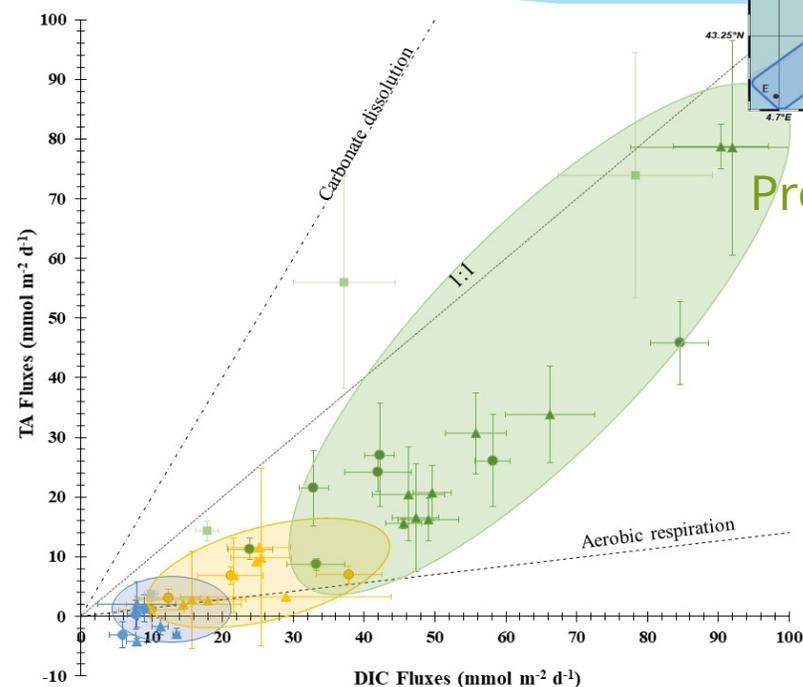
Mais accroissement très limité (4%) du flux de DIC lié à un phénomène de stockage interne du DIC

Campagnes d'étude des processus: DeltaRhône 1

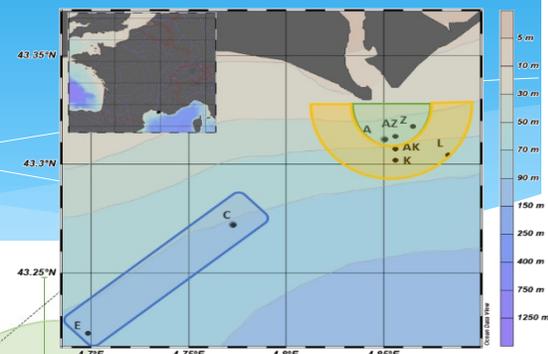
Mesure des flux de DIC, TA et O₂(TOU) depuis l'embouchure du Rhône vers le large



Découplage minéralisation aérobie-anaérobie dans la zone proximale (en vert)

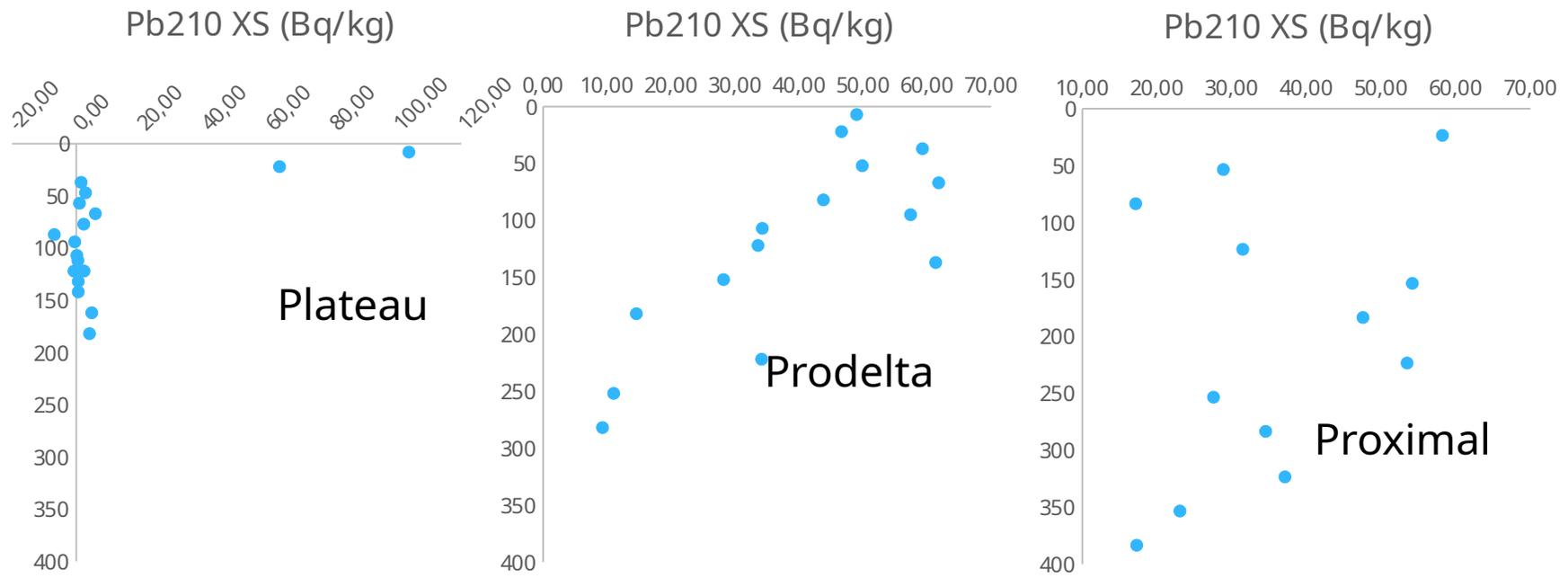


Forts flux de TA dans la zone proximale: capacité tampon du CO₂ accrue



Carottes Kullenberg dans le prodelta

Mesure radionucléides de courte période (210Pbxs)



Large ←

→ Côte

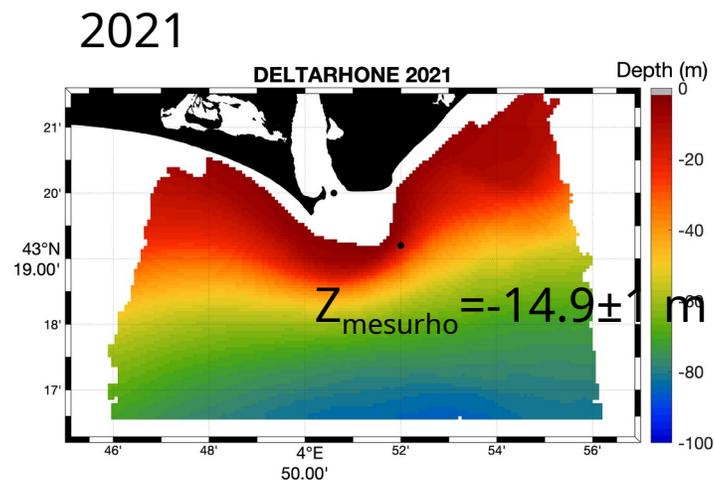
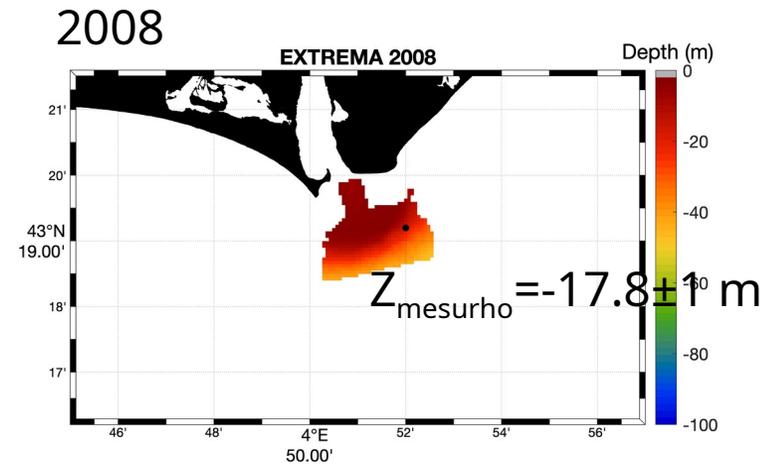
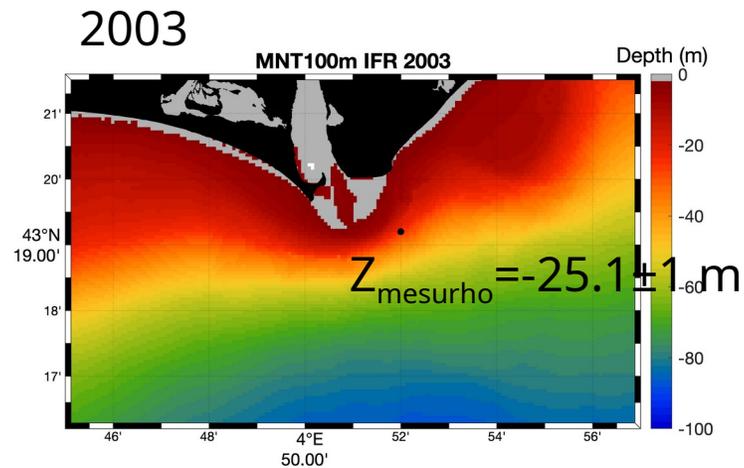
Accumulation de carbone dans les sédiments du prodelta et du plateau

Tableaux enfouissement de C

Zone	Station	Avg. Org-C (%)	Sedimentation rate (cm.y ⁻¹)	Org-C Burial (mmolC.m ⁻² .d ⁻¹)
Shelf	C	0,98	0,3 ± 0,1	8 ± 2
Distal	K	1,05	5 ± 1	96 ± 15
Prodelta	AK/B	1,25	15 ± 5	420 ± 110
Proximal	A/Z	1,42	30 ± 10	1150 ± 375

Rabouille et al. (in prep)

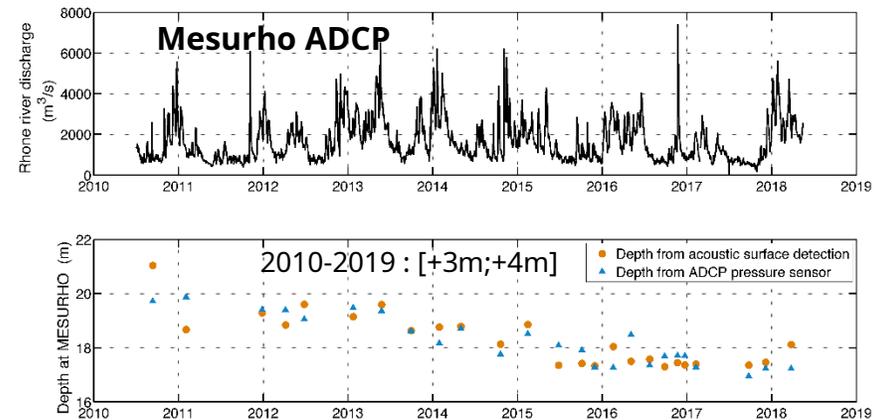
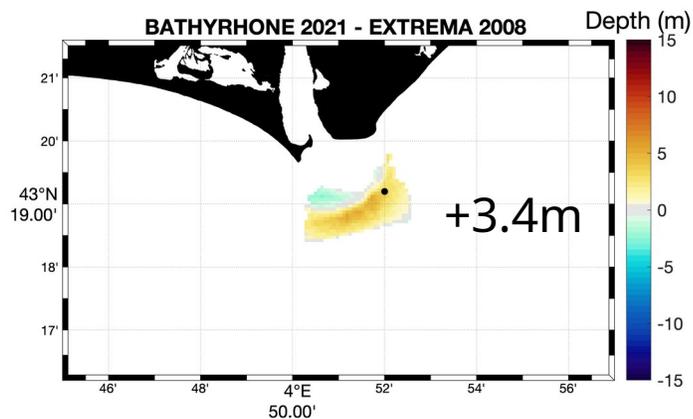
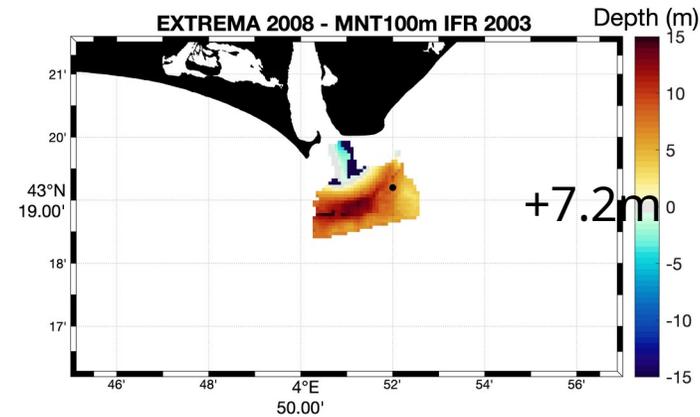
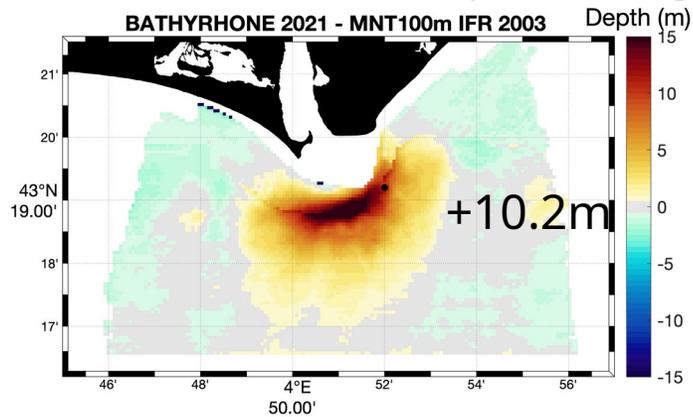
Utilisation de la bathymétrie différentielle pour calculer les taux de sédimentation



Cartes bathymétriques de différentes périodes (2003, 2008, 2021)

Utilisation de la bathymétrie différentielle pour calculer les taux de sédimentation

Différences Bathymétriques

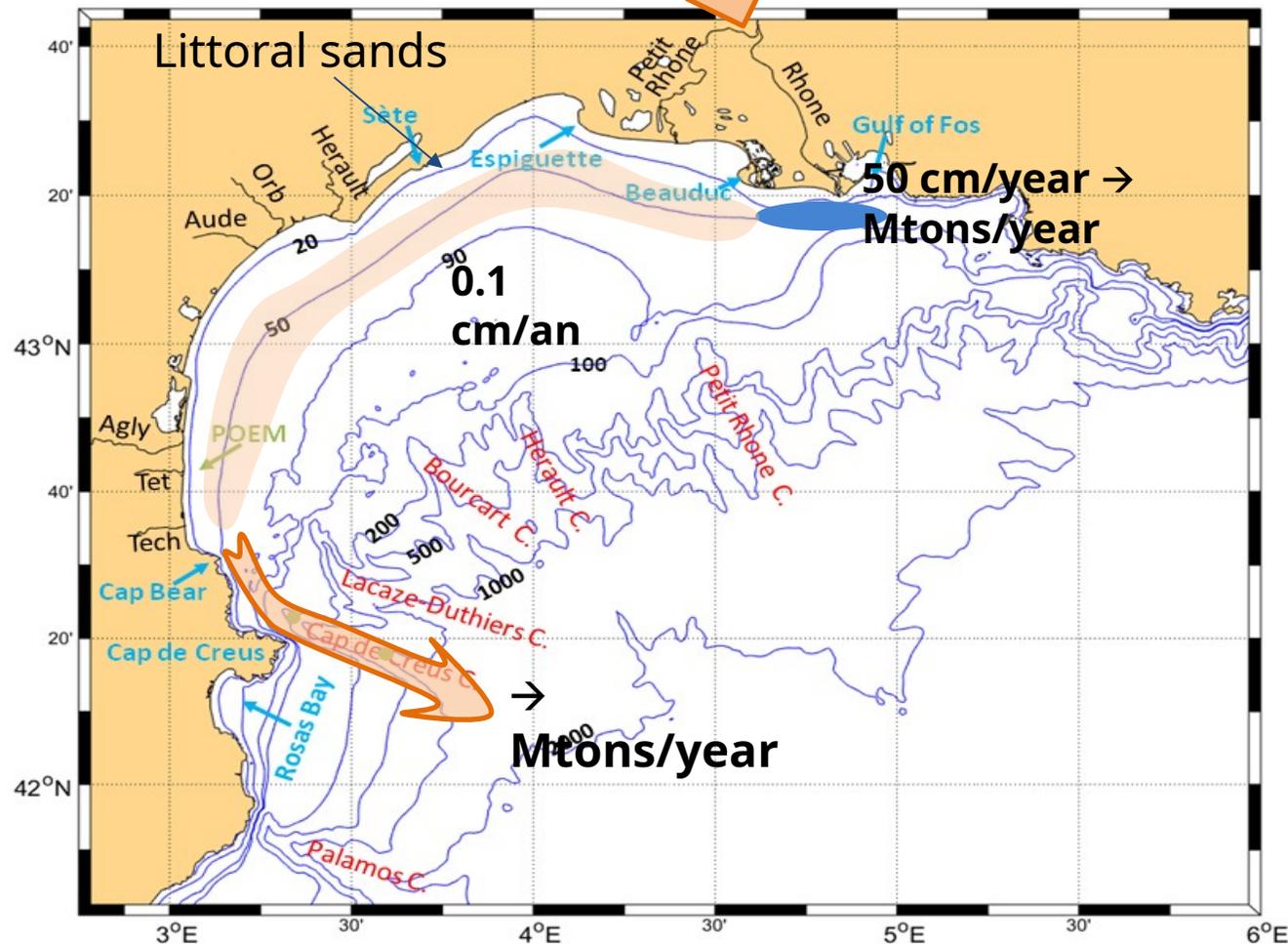


Taux de sédimentation importants et variables dans le temps dans le prodelta

R. Verney, preliminary data

Inputs from models : Sediment dynamics in the Gulf of Lion

→ Mtons/year



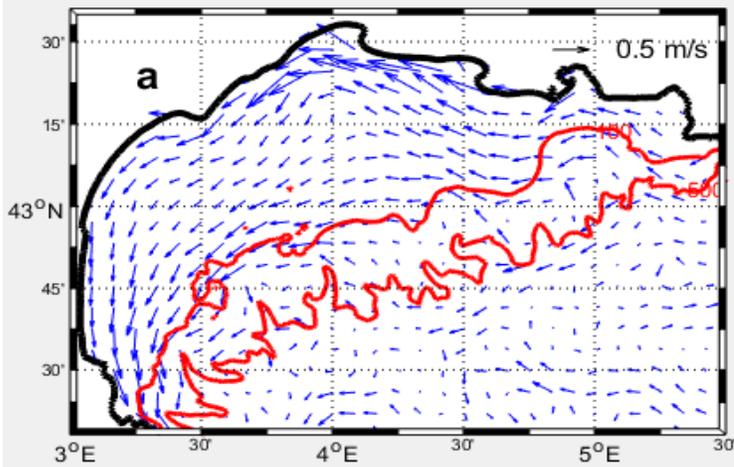
First and massive sediment accumulation on the Rhone prodelta

Lighter accumulation on a mid-shelf mud belt

Transfer to the slope and deep basin through canyons during extreme events (storm and dense water cascading)

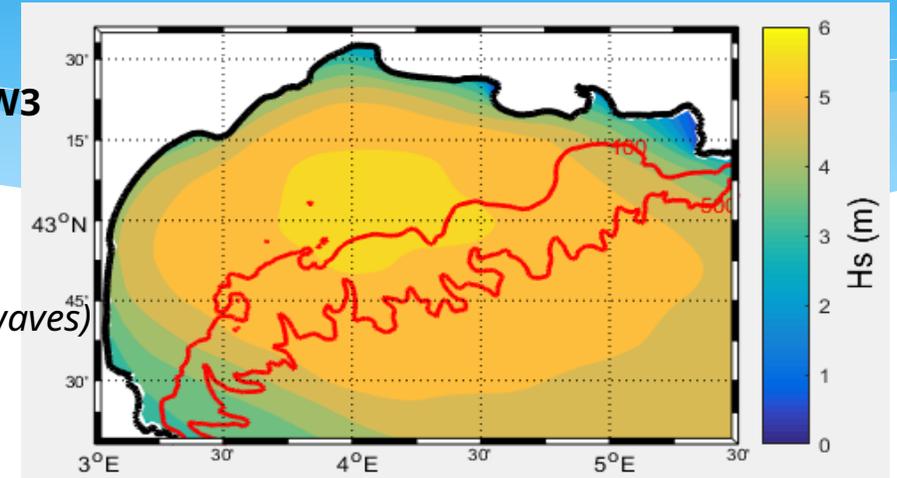
The different models

Model SYMPHONIE Marsaleix et al. (2008)



Case of a storm (strong currents and high waves)

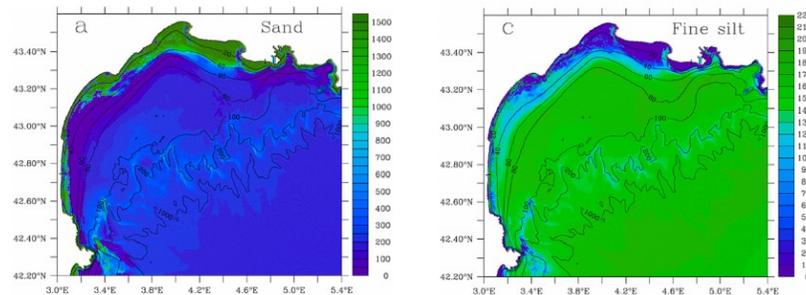
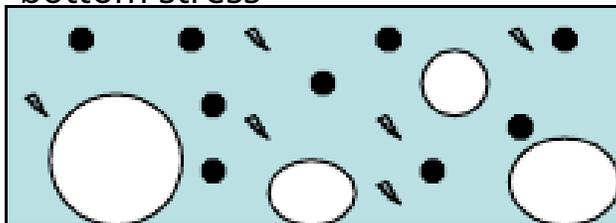
Wave Model WW3



Define particles classes and settling velocities and their fraction in the surface sediment

Sediment Model MUSTANG - Le Hir et al. (2011)

Arrangement of the different (fine, coarse) particles in the sediment, resuspension flux as a function of the bottom stress



and then calibration / validation (number of parameters...)

Calibration and validation

satellite data

Lack of observations at large spatial and temporal scales (except satellite)

note that satellite only sees the surface whereas suspended matter is more concentrated near the bottom

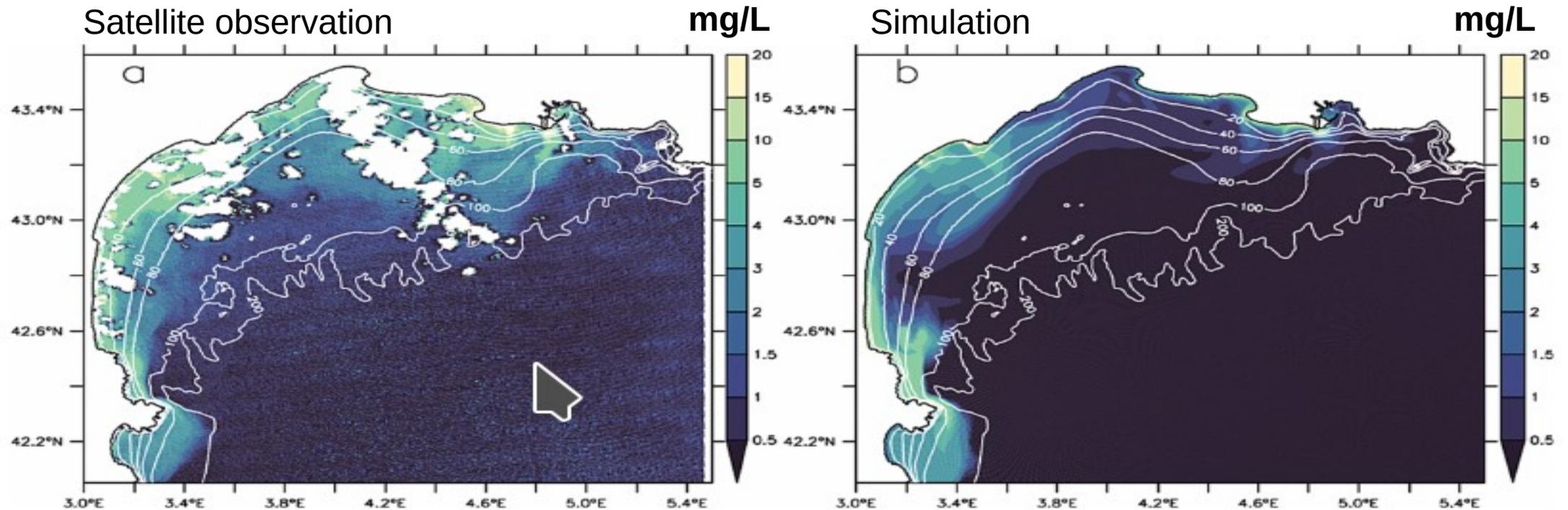
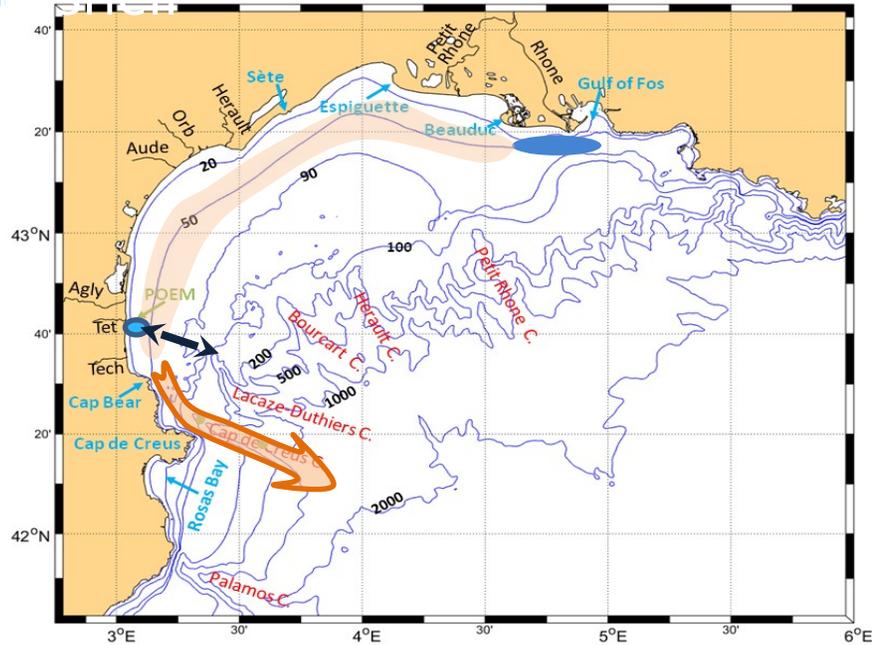


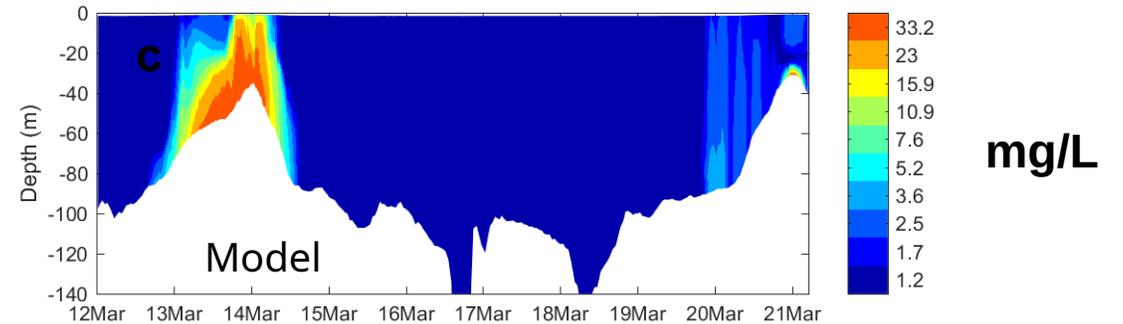
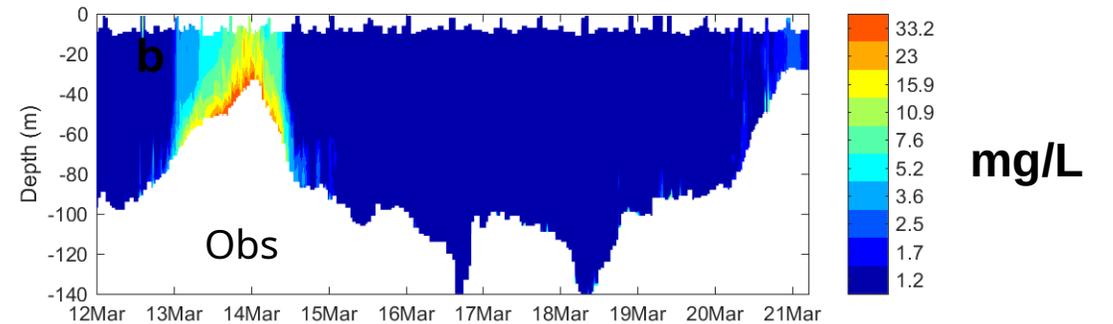
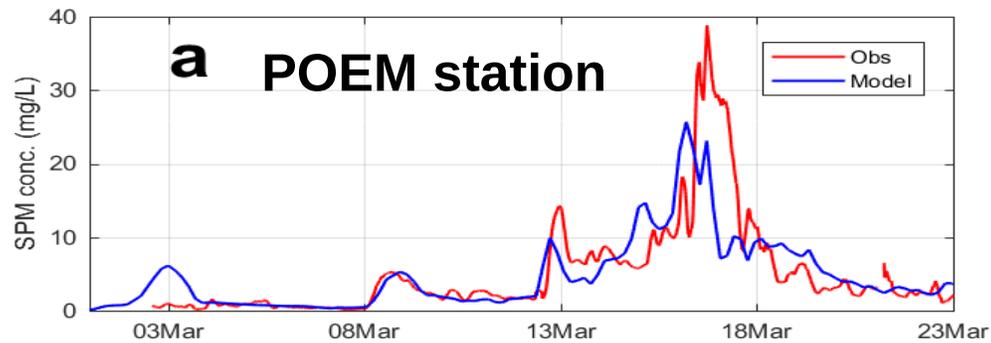
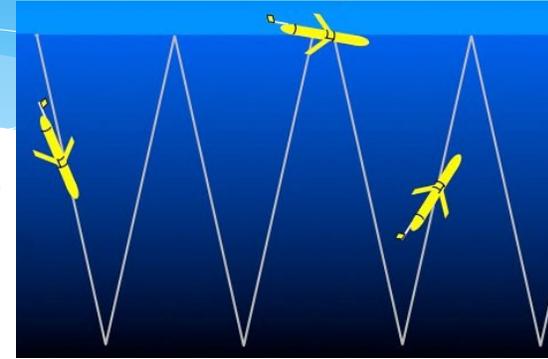
Fig. 6. Suspended matter concentration (mg/L) for 19 March 2011. (a): MODIS-AQUA satellite product (Ody et al., 2016) and (b): simulation (surface concentration).

Calibration and validation

In-situ data punctual or along section thanks to the revolution of gliders : here on the shelf

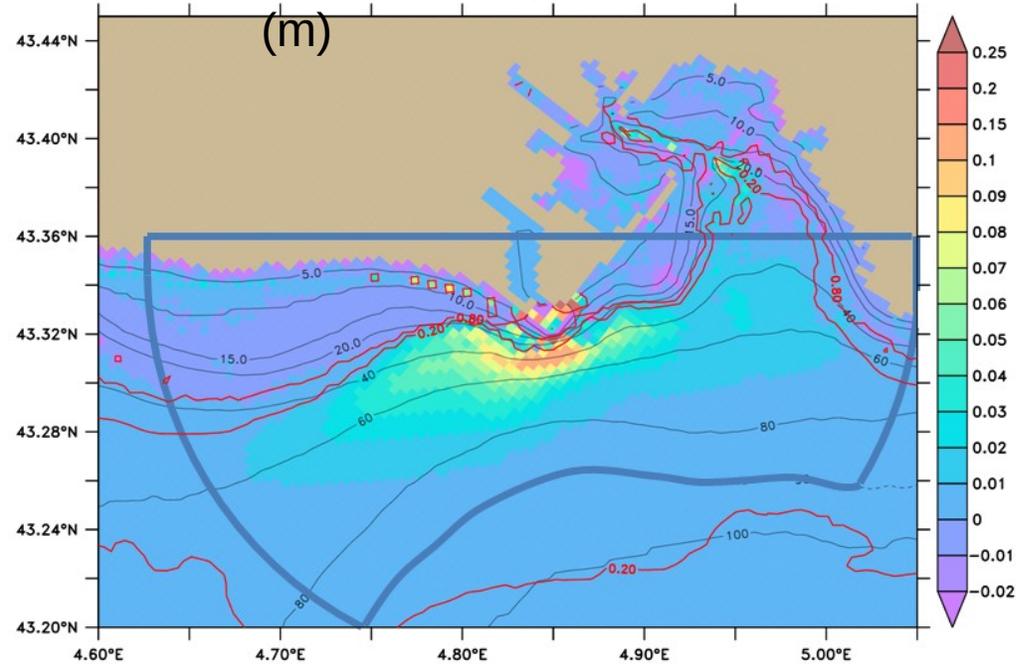


Glider transect



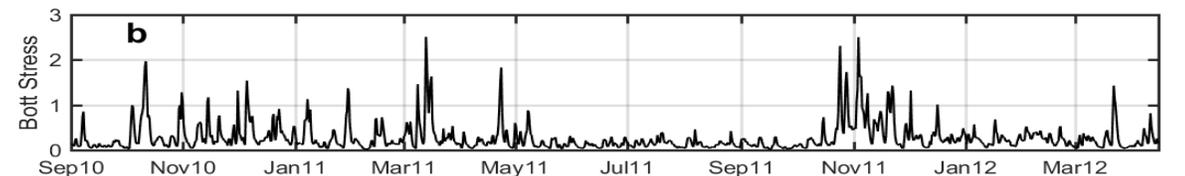
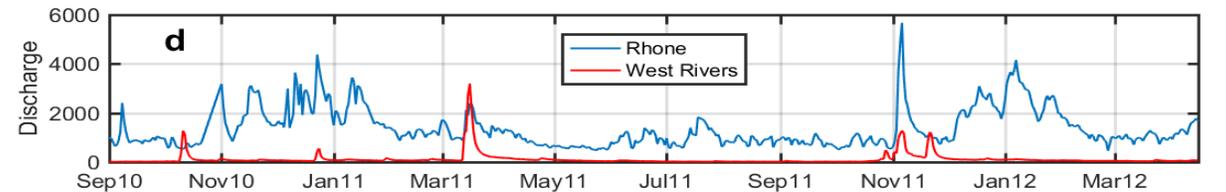
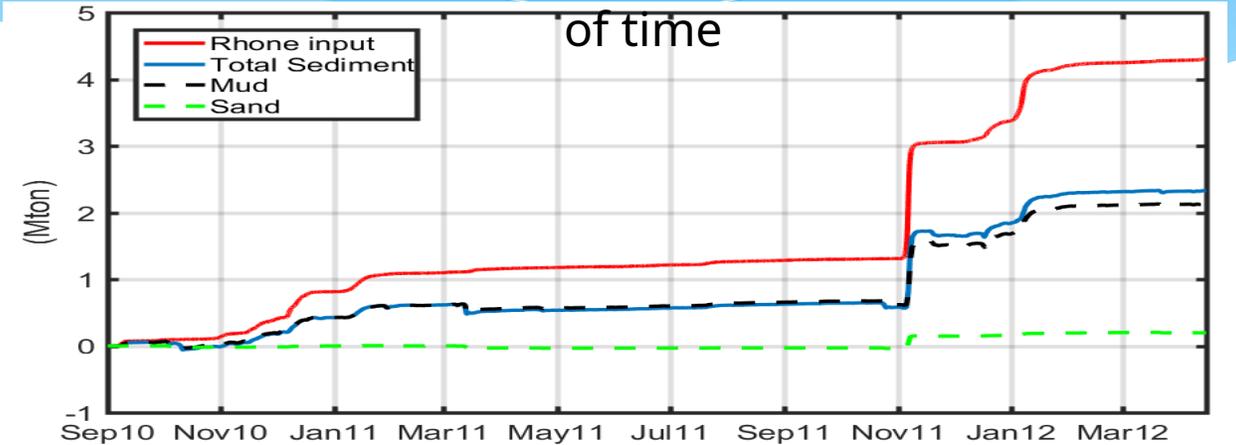
Dynamics of sediment deposit in front of the Rhone

Sediment deposit



- « Active » seasons are fall and winter (flood and storms)
- 55 % of Rhone inputs are stored in front of the mouth (agree with knowledge)
- Resuspension during storms (looks weak but equivalent to a few months of inputs during the calm period)

Accumulated mass as a function



Conclusion

Travail scientifique toujours en cours (2 articles en préparation)

Support de 2 thèses (S. Nmor et E. Ferreira, LSCE)

4 publications terminées

Estournel, C., et al. (2023), Sediment dynamics in the Gulf of Lion (NW Mediterranean Sea) during two autumn-winter periods with contrasting meteorological conditions, *Progr. Oceano.*, 210, 102942.

Ferreira, E., Nmor, S., et al. (2024), Characterization of the benthic biogeochemical dynamics after flood events in the Rhône River prodelta: A data-model approach, *Biogeosciences*

Many, G. et al. (2021), Particulate organic carbon budget of the Gulf of Lion shelf (NW Mediterranean) using a coupled hydrodynamic-biogeochemical model, *Biogeosci.*, 18, 5513-5538

Ody, A., D. Doxaran, et al. (2022), Ocean color remote sensing of suspended sediments along a continuum from rivers to river plumes: concentration, transport, fluxes and dynamics, *Remote Sens.*, 14, 2026

4 campagnes océanographiques

2x DeltaRhône-1 – Téthys II et Europe

2x2 campagnes bathymétriques - Europe et Halyotis

Effet Tremplin : Base pour le PPR RIOMAR (2022-2027)

Evolution des environnements côtiers à l'embouchure des fleuves

Renforcer le lien entre modèles informatiques et observations en mer

Simuler l'évolution des environnements côtiers au service de stratégies d'adaptation

Focus sur 5 zones côtières aux embouchures des fleuves en France métropolitaine

