

Devenir des apports solides du Rhône dans le Golfe du Lion : étude de la dynamique du panache du Rhône en réponse aux forçages hydrométéorologiques

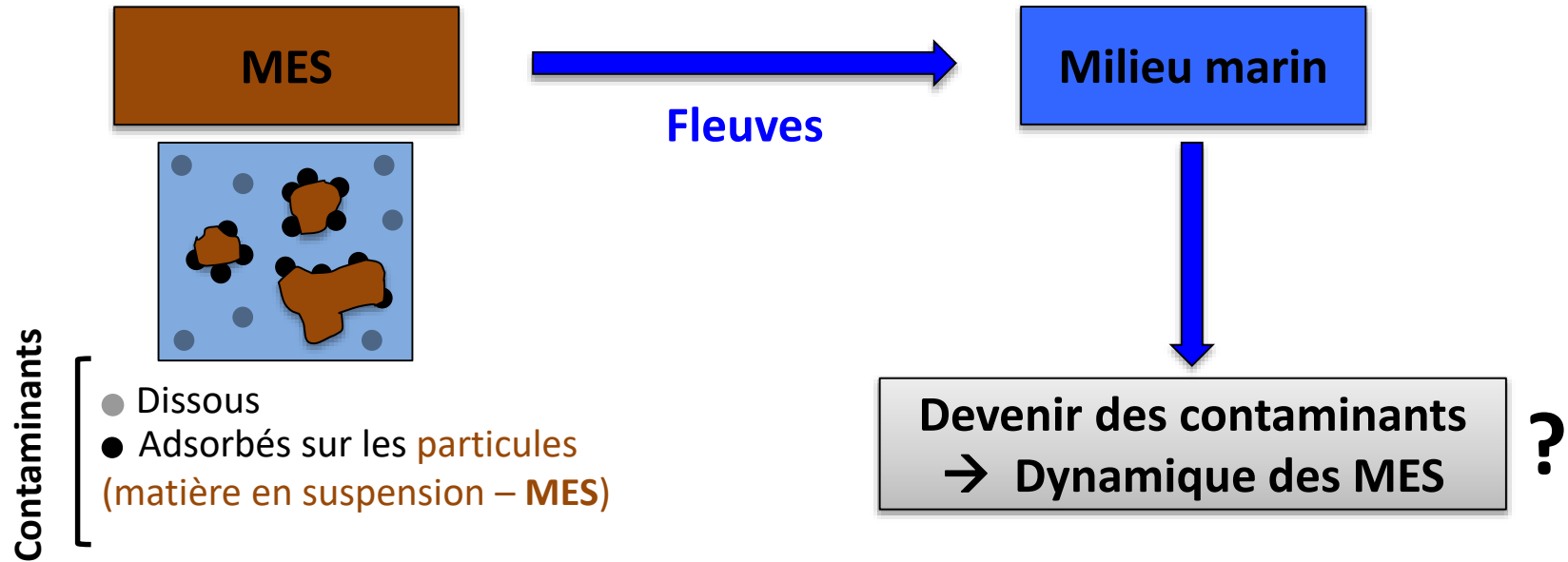
Aurélien GANGLOFF¹, Romaric VERNEY¹, Claude ESTOURNEL²

Journée PDCM – 17 mai 2018, PNB

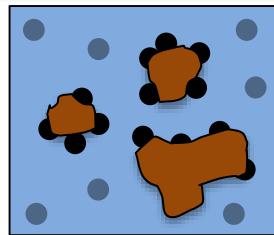
¹ IFREMER, Laboratoire DYNECO/DHYSED

² Laboratoire d'Aérodynamique, CNRS et Université Paul Sabatier

Contexte



Contexte



Contaminants

- Dissous
- Adsorbés sur les **particules**
(matière en suspension – **MES**)



Fleuves



?

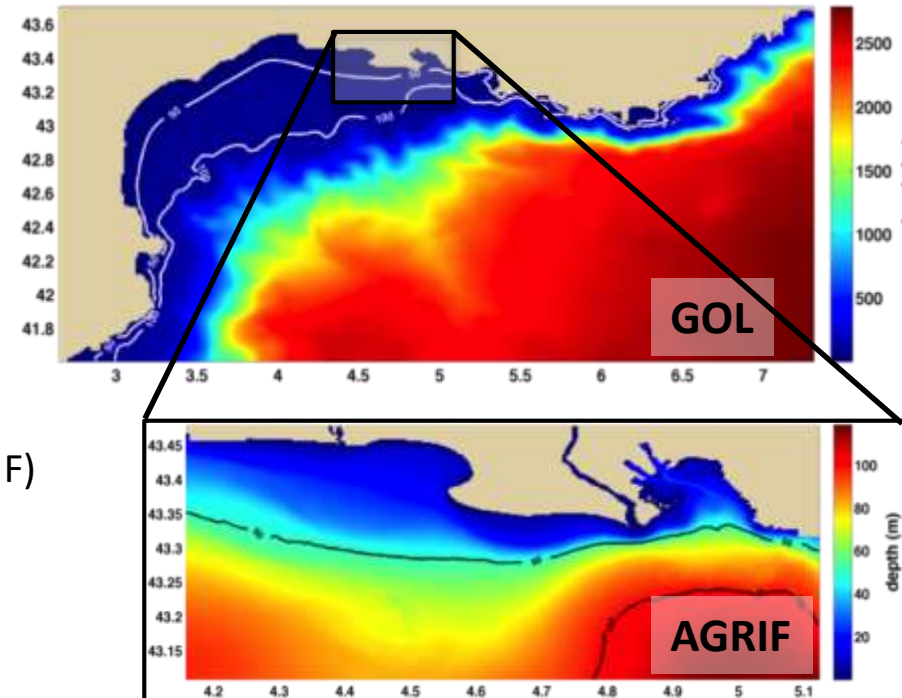


Utilisation de **modèles hydrosédimentaires**



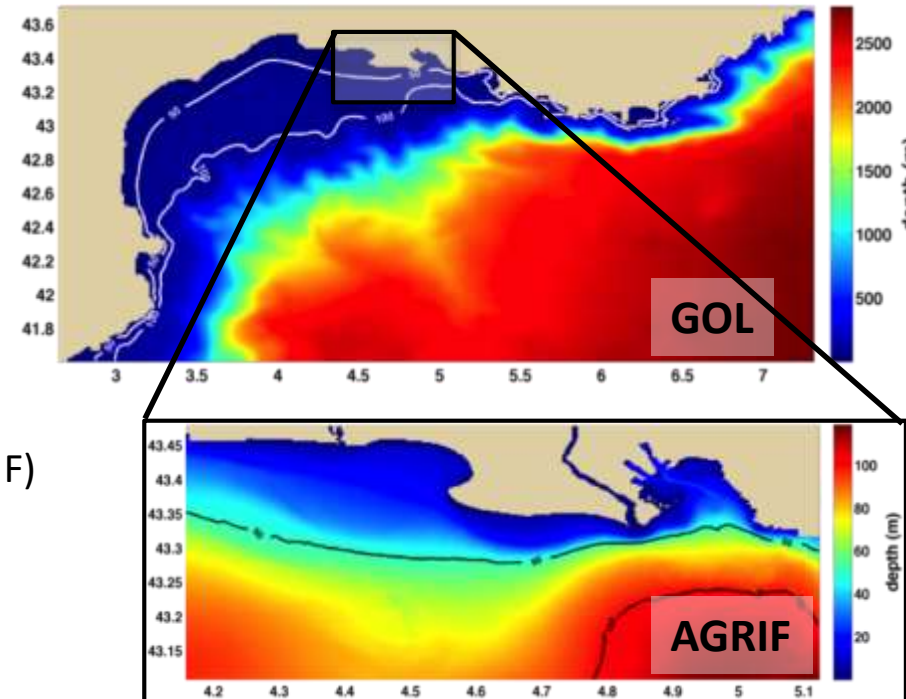
Hydrodynamique : MARS-3D (Lazure and Dumas, 2008)

- Résolution des équations de Navier-Stokes
Hypothèses : hydrostatique / Boussinesq
- Méthode des différences finies sur un maillage structuré
- Deux modèles emboîtés : GOL + zoom AGRIF
Résolution horizontale → 1.2 km (GOL) et 240 m (AGRIF)
321x194 pour GOL
Résolution verticale → 30 niveaux sigma généralisés



Hydrodynamique : MARS-3D (Lazure and Dumas, 2008)

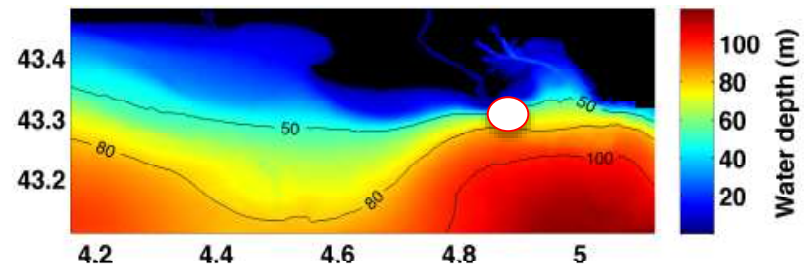
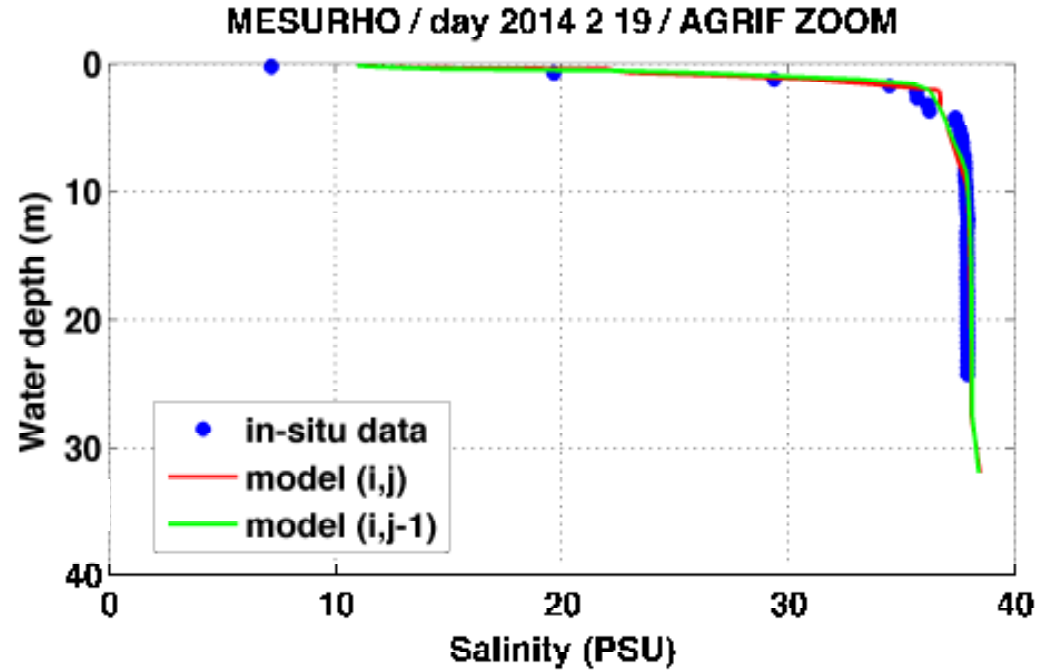
- Résolution des équations de Navier-Stokes
Hypothèses : hydrostatique / Boussinesq
- Méthode des différences finies sur un maillage structuré
- Deux modèles emboîtés : GOL + zoom AGRIF
Résolution horizontale → 1.2 km (GOL) et 240 m (AGRIF)
321x194 pour GOL
Résolution verticale → 30 niveaux sigma généralisés
- Forçages réalistes :



Forçage	Modèle / Mesure	Source
Vagues	WWIII / MENOR UG	(Rascal & Ardhuin, 2013)
Vents	ARPEGE (-HR)	(Déqué <i>et al.</i> , 1994)
Débits	Moyennes journalières	(Agence de l'eau)
C_{MES}	Station SORA (Rhône) Relations empiriques (autres)	(Adell, 2013) (Bourrin and Durrieu de Madron, 2006)

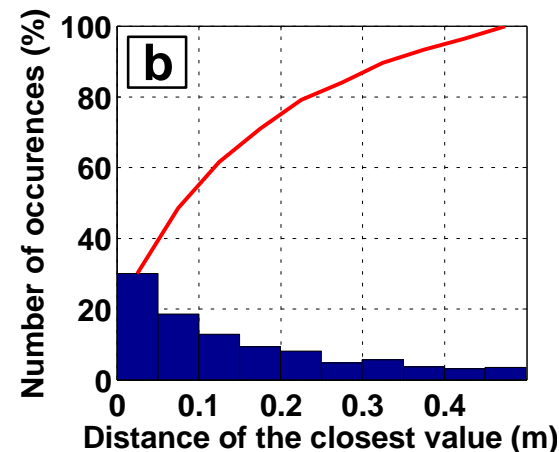
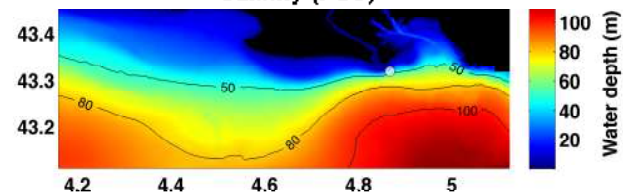
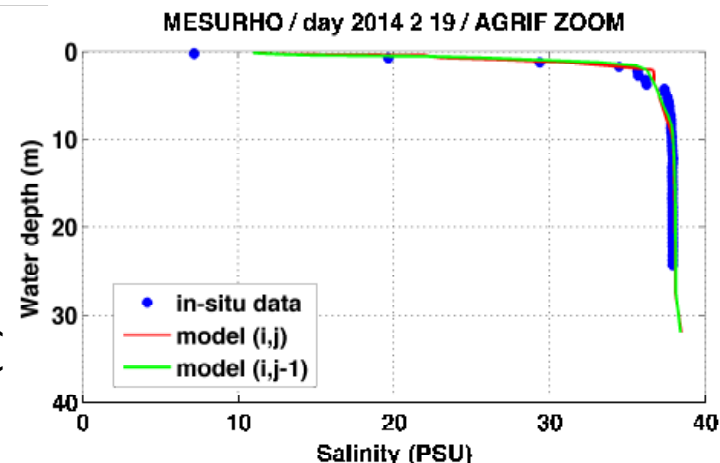
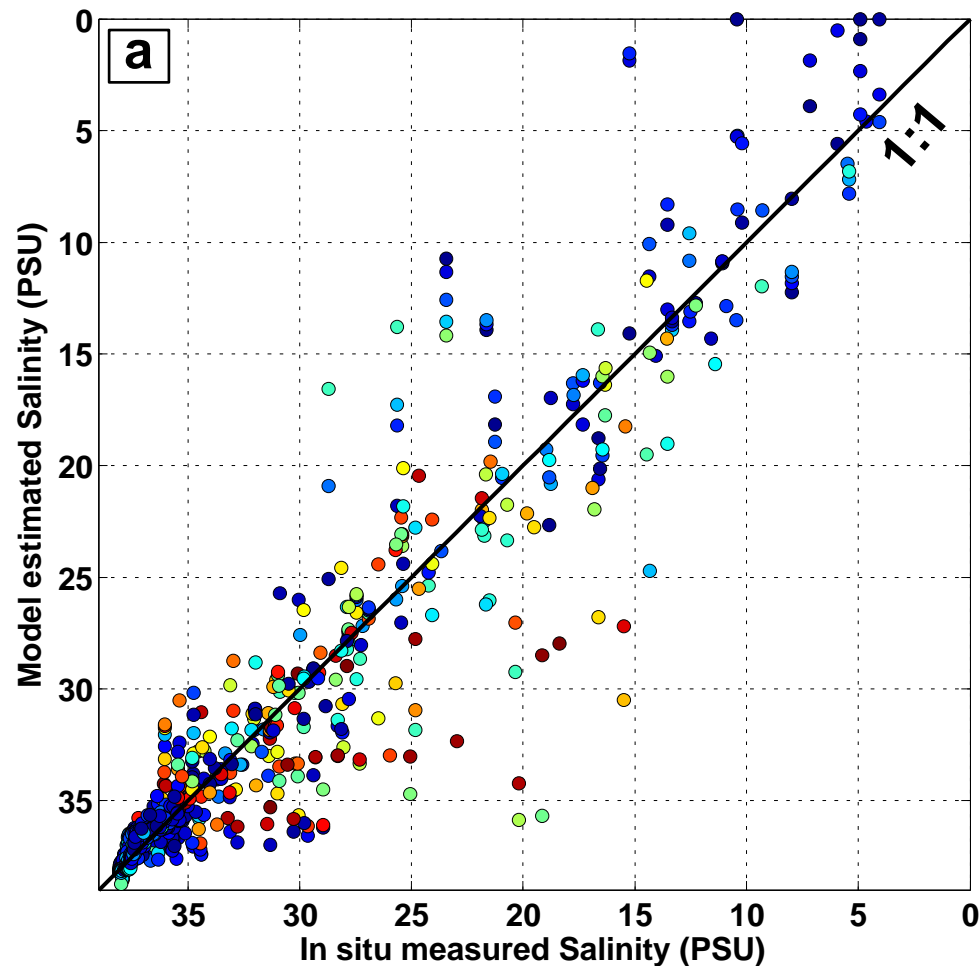
Validation de l'hydrodynamique

- **Hypothèse** : bonne reproduction de l'hydrologie (3D) dans la zone d'influence du panache = bonne reproduction de l'hydrodynamique



Validation de l'hydrodynamique

- **Hypothèse** : bonne reproduction de l'hydrologie (3D) dans la zone d'influence du panache = bonne reproduction de l'hydrodynamique

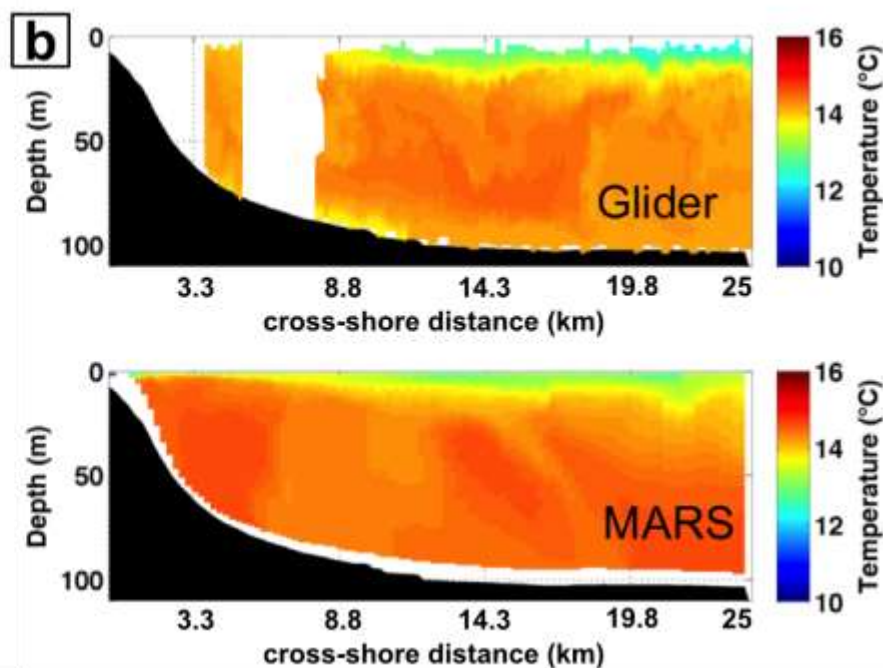
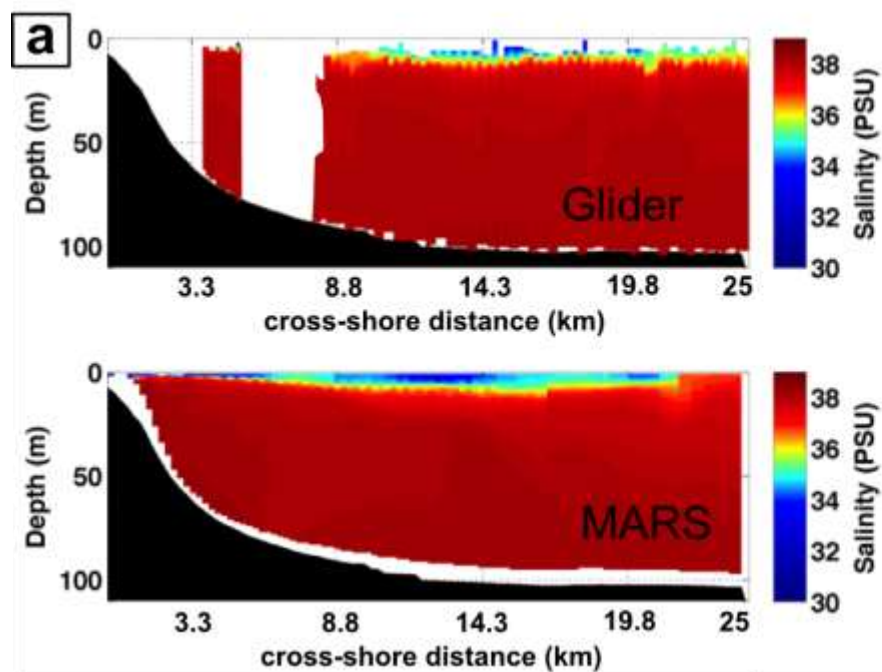


Validation de l'hydrodynamique

Comparaison MARS3D / GLIDER

SALINITY

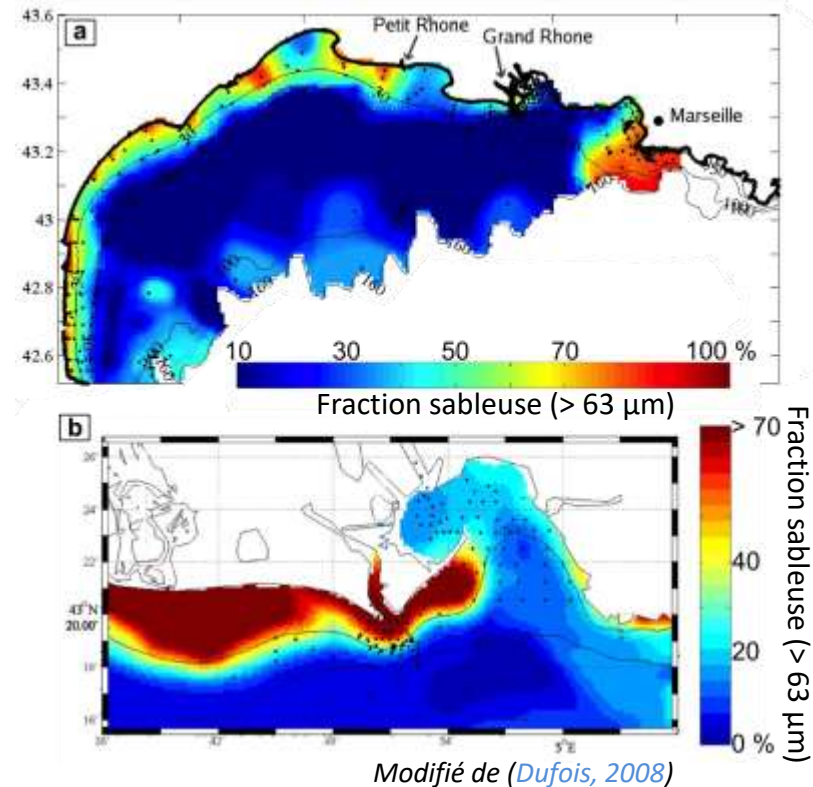
TEMPERATURE



Modèle sédimentaire : MIXSED (Le Hir *et al.*, 2011)

Modèle multicouches / multiclassés

- Sédiment transporté en suspension → Résolution d'une équation d'advection-dispersion
- Advection, érosion, et dépôt de 4 classes de sédiments :
 - 2 vases (MUD1 / MUD2) différenciées par leur vitesse de chute
 - 2 sables (125 μm et 360 μm)



Modèle sédimentaire : MIXSED (Le Hir *et al.*, 2011)

Modèle multicouches / multiclassés

- Sédiment transporté en suspension → Résolution d'une équation d'advection-dispersion
- Advection, érosion, et dépôt de 4 classes de sédiments :
 - 2 vases (MUD1 / MUD2) différenciées par leur vitesse de chute
 - 2 sables (125 μm et 360 μm)

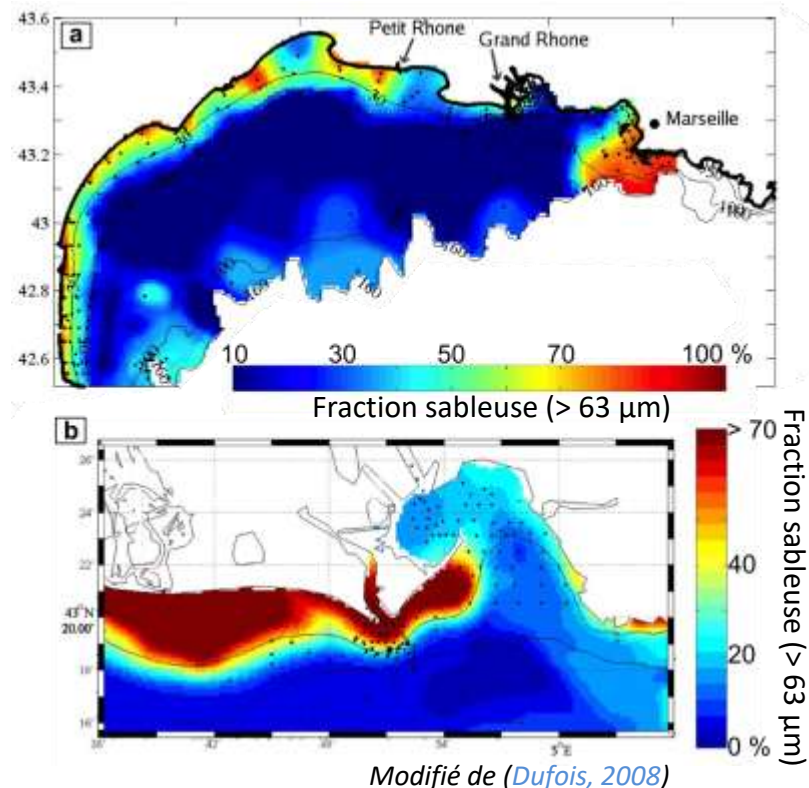
Gestion de l'érosion (E)

Paramètre
d'érodabilité

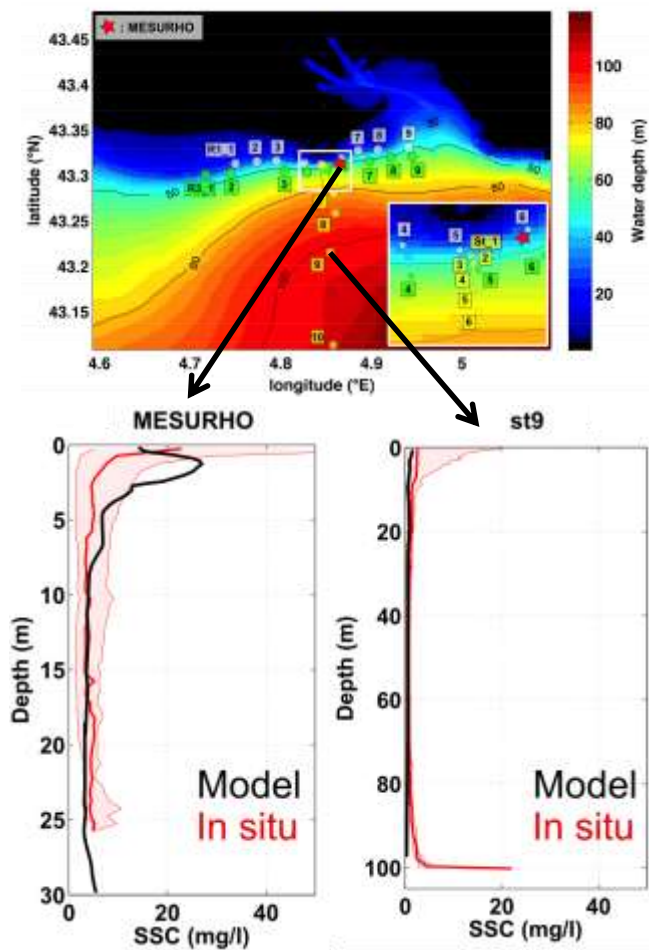
$$E = \begin{cases} E_0 \left(\frac{\tau_{\text{bot}}}{\tau_{\text{cr}}} - 1 \right)^n & \text{si } \tau_{\text{bot}} \geq \tau_{\text{cr}} \\ 0 & \text{si } \tau_{\text{bot}} < \tau_{\text{cr}} \end{cases}$$

Puissance Contrainte critique
d'érosion

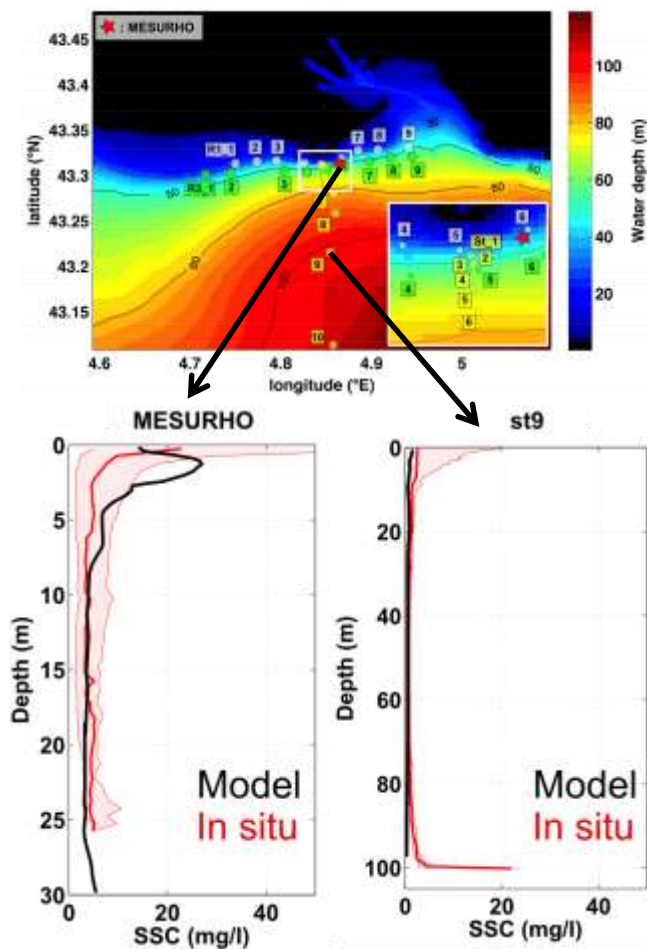
Contrainte sur le fond (courant + vagues)



Validation du modèle sédimentaire

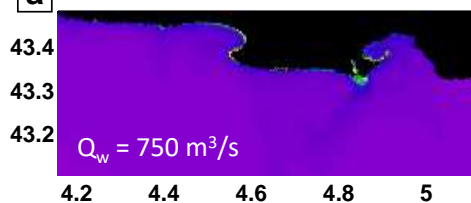


Validation du modèle sédimentaire

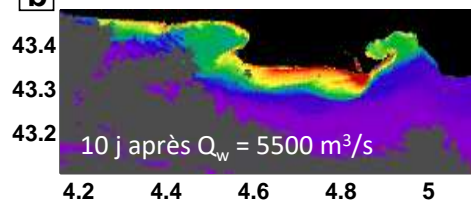


SATELLITE

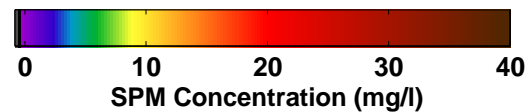
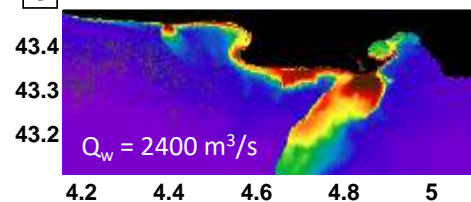
a MERIS data □ 12/09/2011 10:25:12



b MERIS data □ 16/11/2011 10:42:30

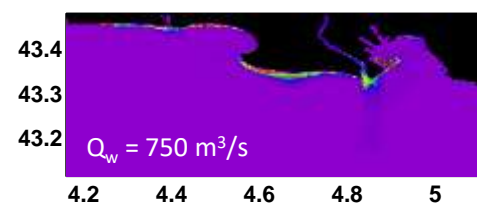


c MERIS data □ 25/12/2011 10:12:45

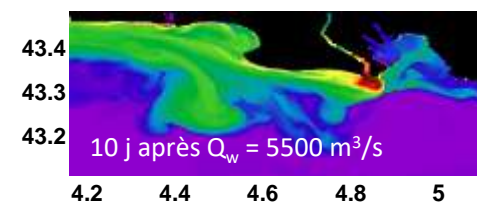


MODÈLE

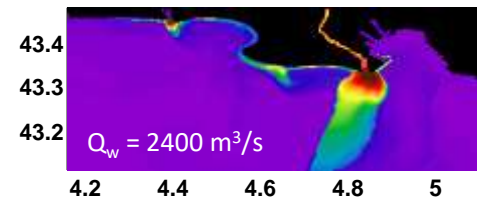
MODEL data □ 12/09/2011 12:00:00 // SURFACE



MODEL data □ 16/11/2011 12:00:00 // SURFACE

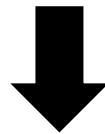


MODEL data □ 25/12/2011 12:00:00 // SURFACE



Enjeu scientifique

- Renseigner la **variabilité saisonnière et interannuelle** du **panache turbide du Rhône**
- Identifier les **allures du panache** en **réponse aux principaux forçages hydrométéorologiques** (vent, débit du Rhône)



Enjeu technique

Extraction de **métriques du panache turbide du Rhône**

Aire

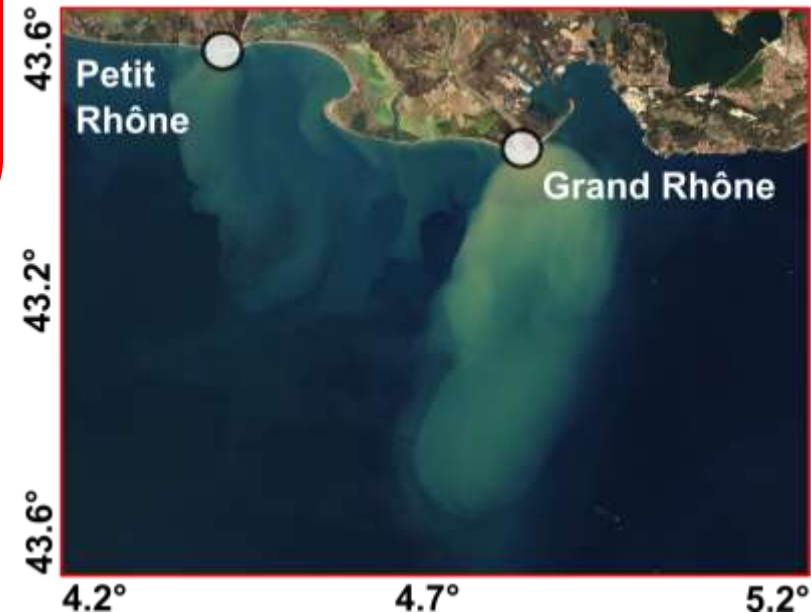
Limites géographiques

Forme

Centre géométrique

Concentrations moy/max

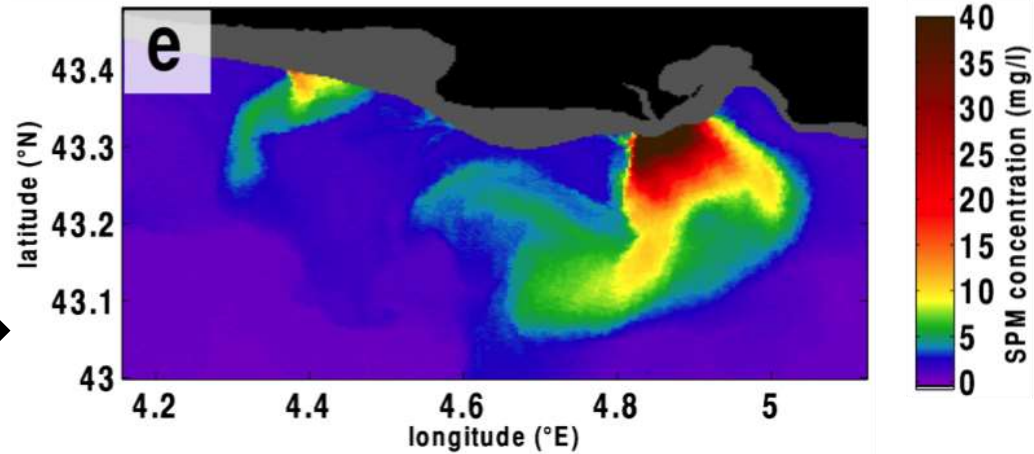
Masse par unité de longueur



Extraction des métriques

Remise en suspension de sédiments jusqu'à la surface pour les eaux de profondeur < 20 m
(*Dufois et al., 2008*)

masquage



Extraction des métriques ↓ Procédé semi-automatique

Concentrations moy/max

Aire

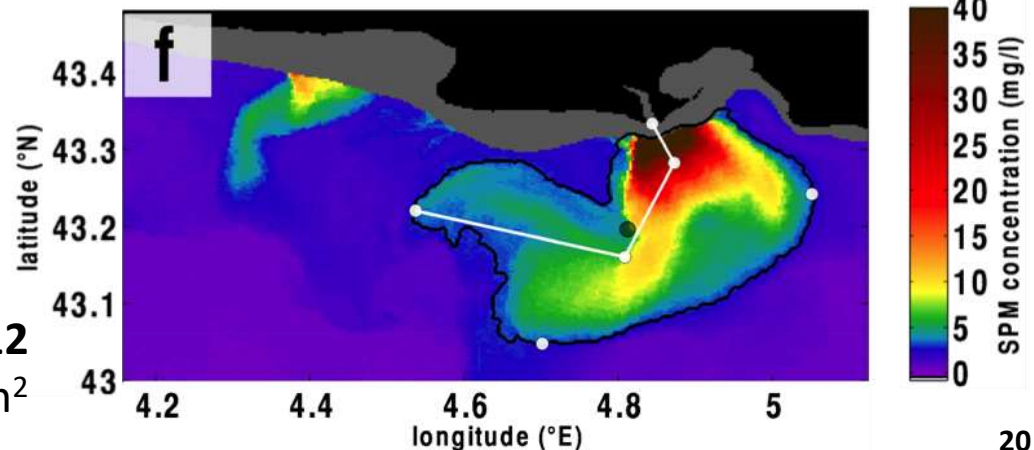
Limites géographiques

Centre géométrique

Forme

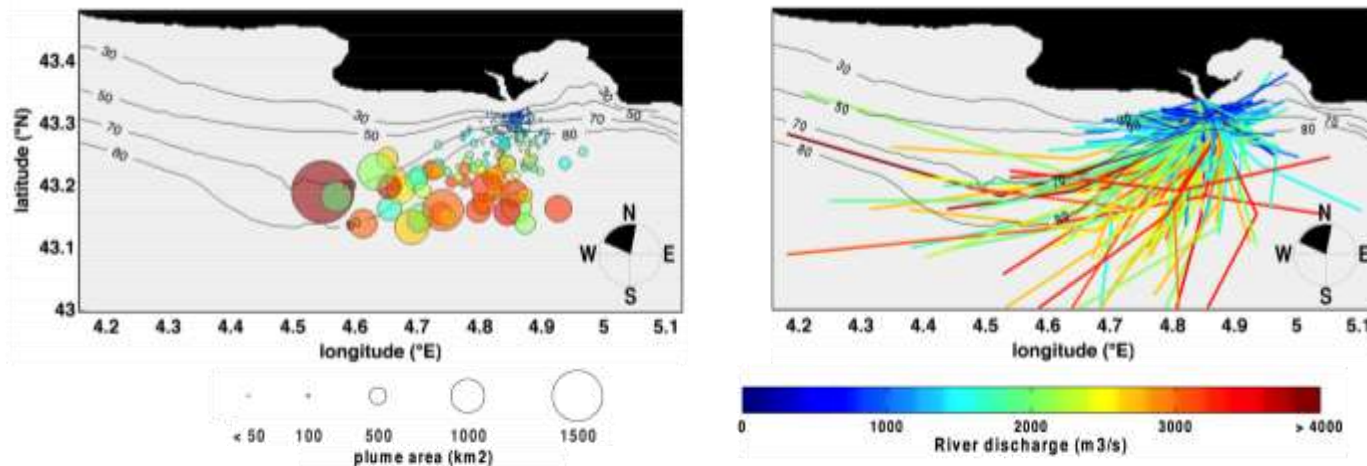
8 janvier 2012

Aire du panache = 655 km²

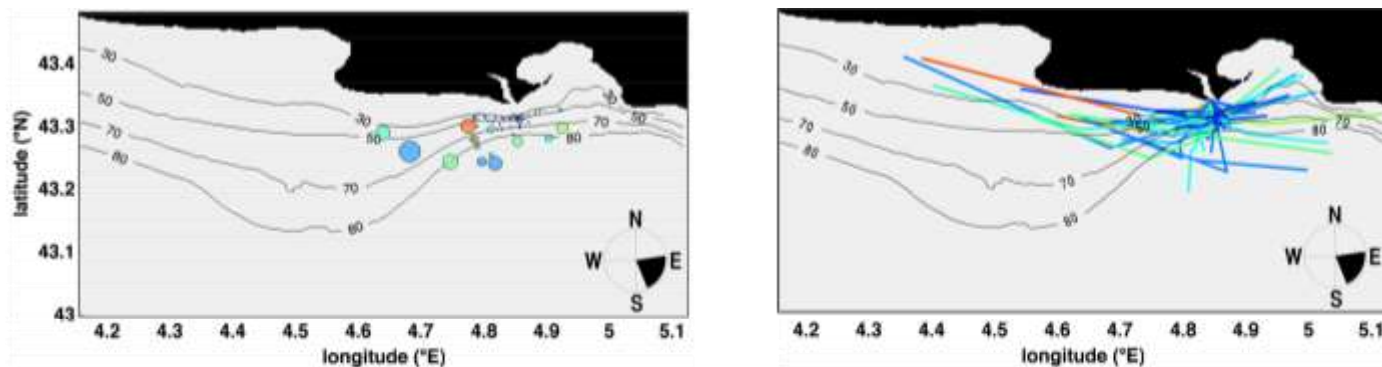


Représentation des centres géométrique et des « squelettes » des panaches

Conditions de vents offshore



Conditions de vents onshore

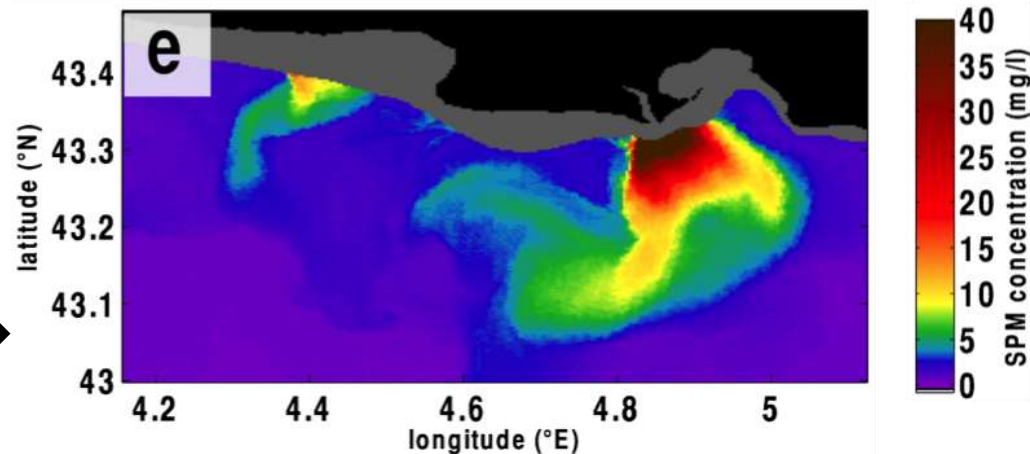


→ Panache turbide plaqué à la côte

Extraction des métriques

Remise en suspension de
sédiments jusqu'à la surface pour
les eaux de profondeur < 20 m
(*Dufois et al., 2008*)

masquage



Extraction des métriques ↓ Procédé semi-automatique

Concentrations moy/max

Aire

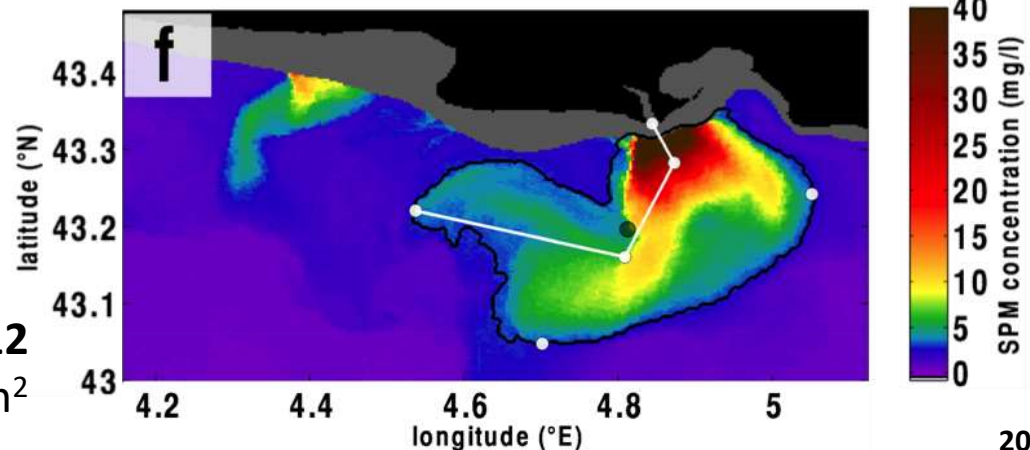
Limites géographiques

Centre géométrique

Forme

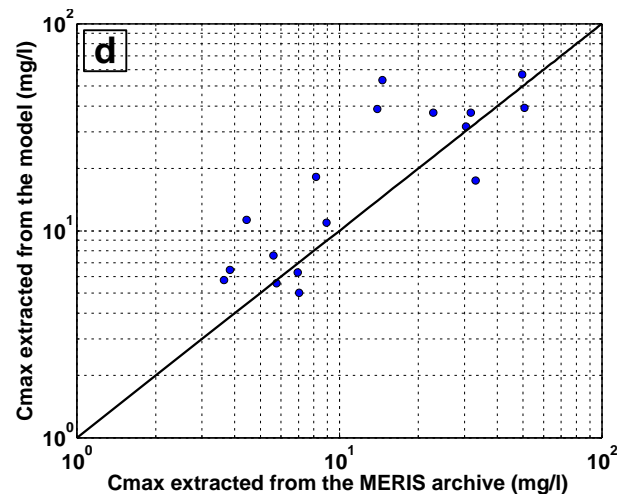
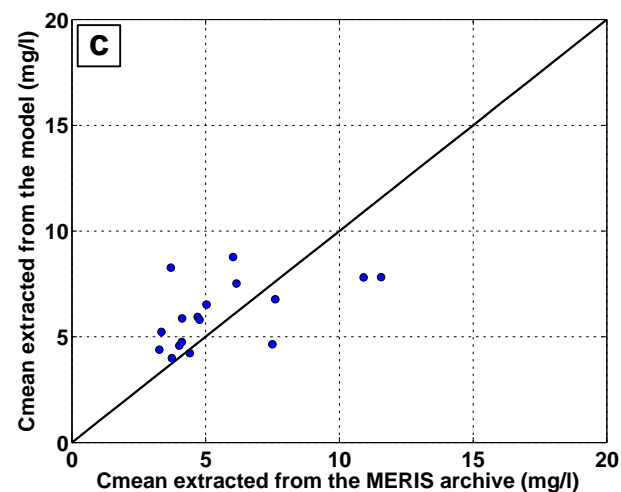
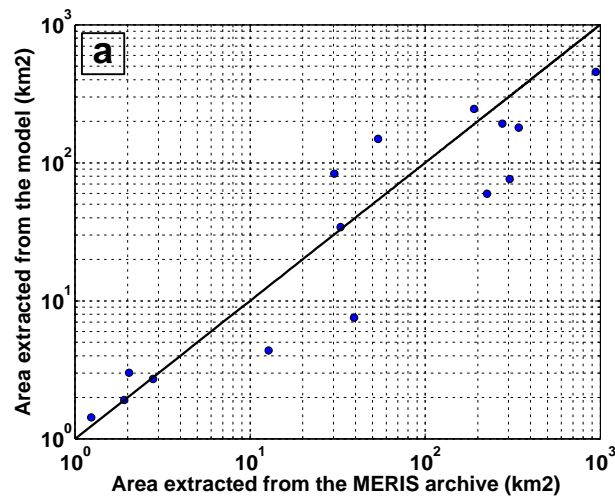
8 janvier 2012

Aire du panache = 655 km²



Validation du modèle sédimentaire

➤ Extraction des métriques des panaches simulés



- Légère sous-estimation de l'aire (58 km² en moyenne)
- Surestimation des concentrations en MES dans le panache

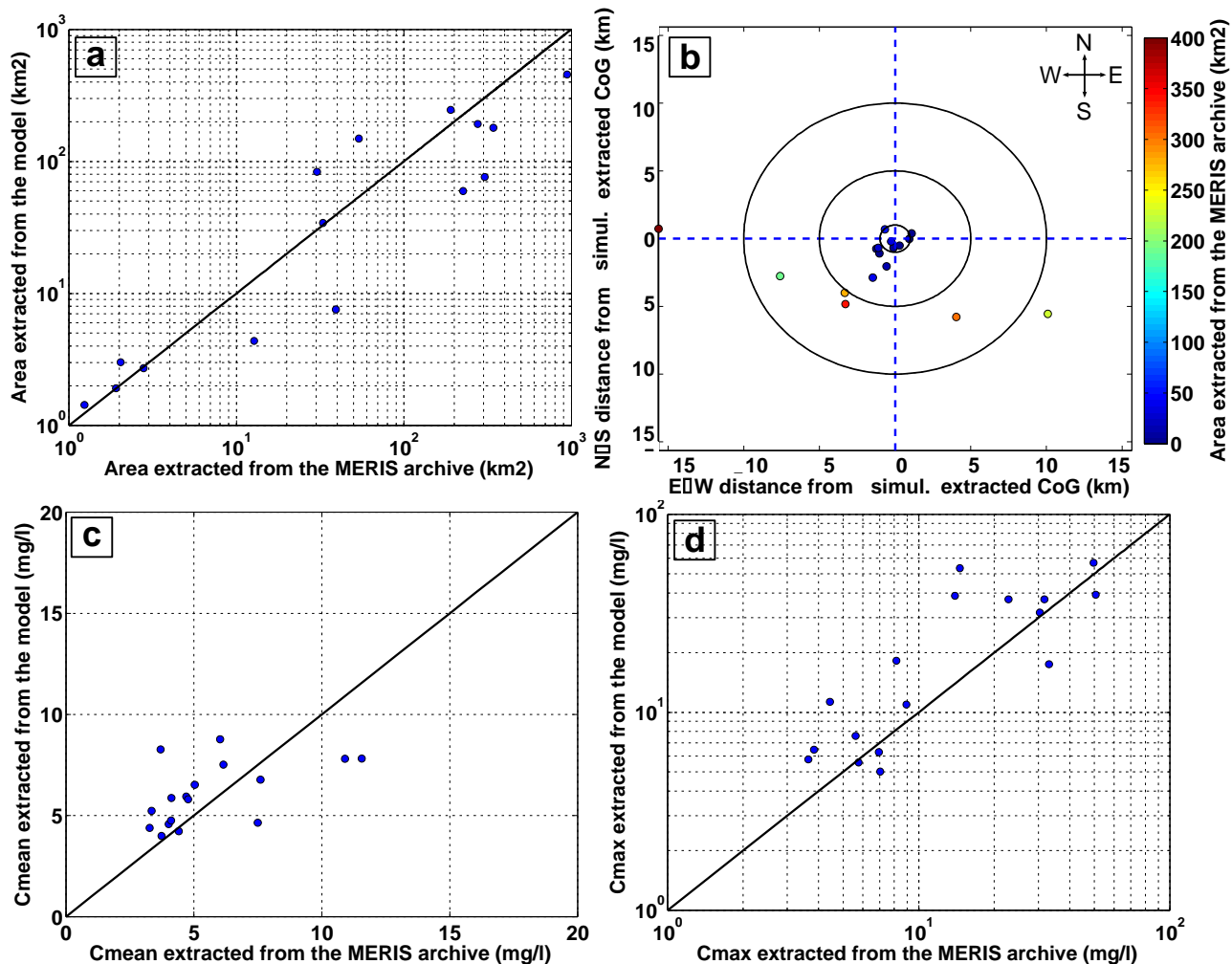


0.53 mg/l et 3.33 mg/l pour les concentrations moyennes et maximales, respectivement

SATELLITE

Validation du modèle sédimentaire

➤ Extraction des métriques des panaches simulés



- Légère sous-estimation de l'aire (58 km² en moyenne)
- Surestimation des concentrations en MES dans le panache



0.53 mg/l et 3.33 mg/l pour les concentrations moyennes et maximales, respectivement

- Les panaches simulés sont globalement localisés plus près de l'embouchure que dans les observations

Utilisation datarmor

MPI2D – 28CPU - 30Gb

Simulation : 6mois ~72h (*...et on pourrait certainement faire mieux...*)

~100 simulations – 200Go par sortie de simulation