



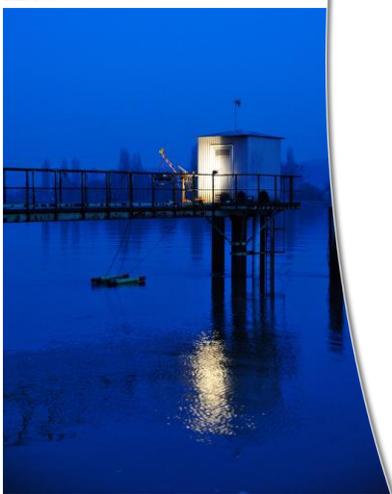
Rouen,
le 11 juin 2025

Journée PHRESQUES-2

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

Turbidité et flux sédimentaires

Romaric Verney et Jean-Philippe Lemoine



Portage & coordination



Financement



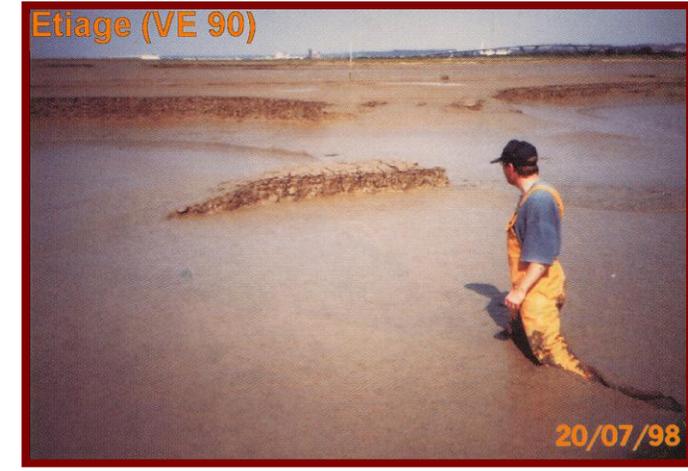
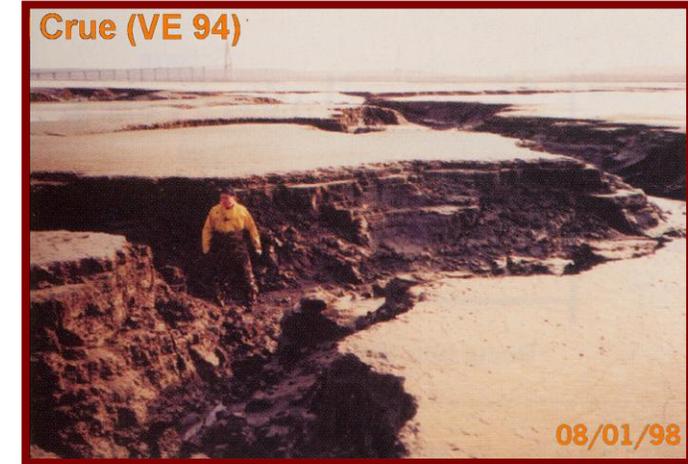
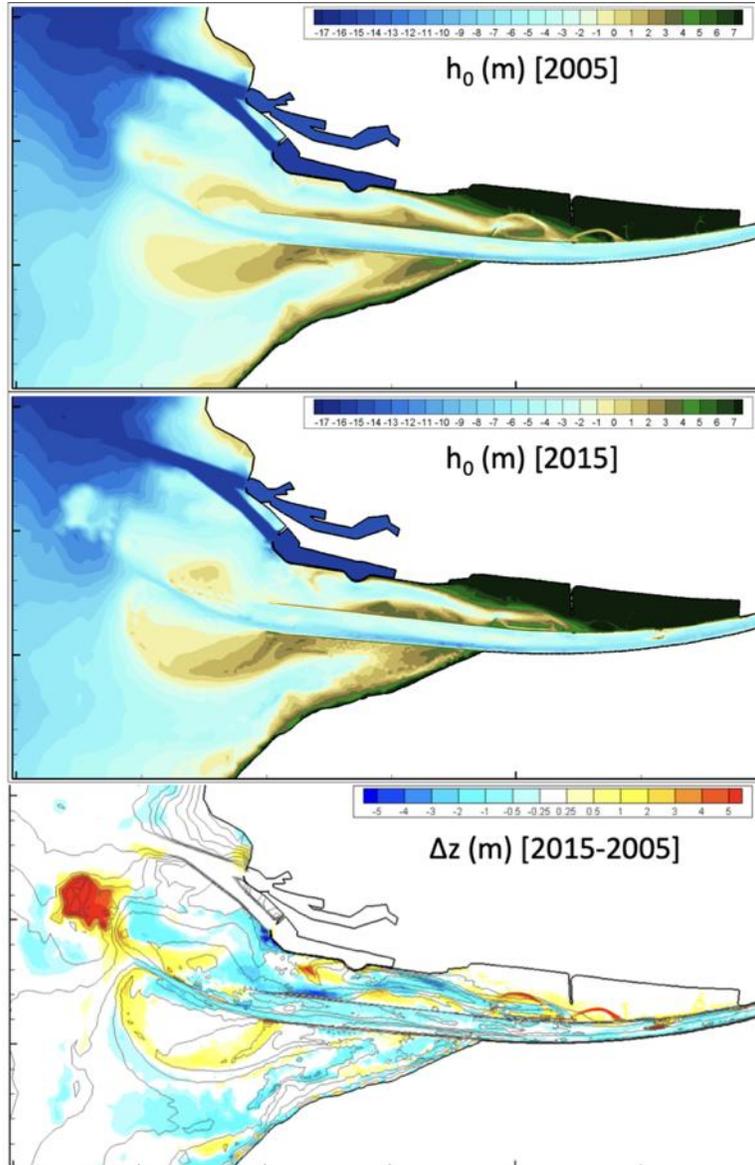
Labélisation



Consortium scientifique

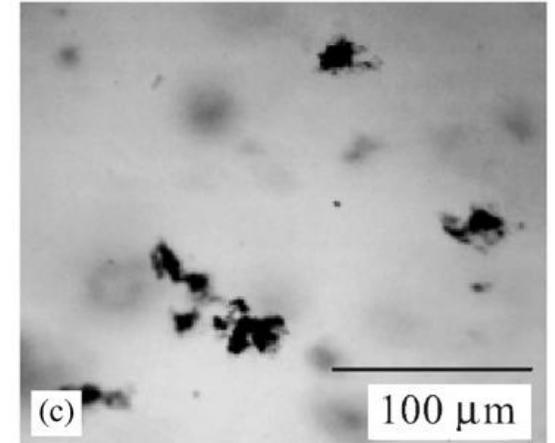
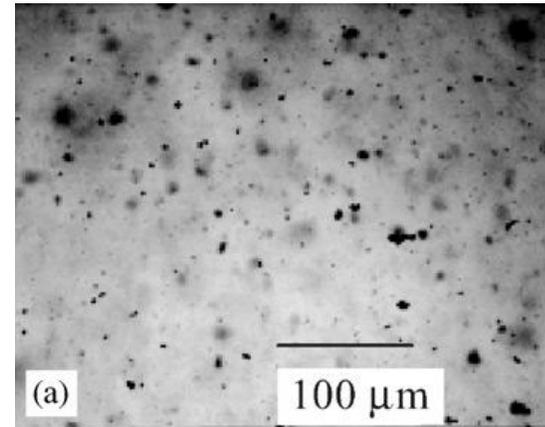
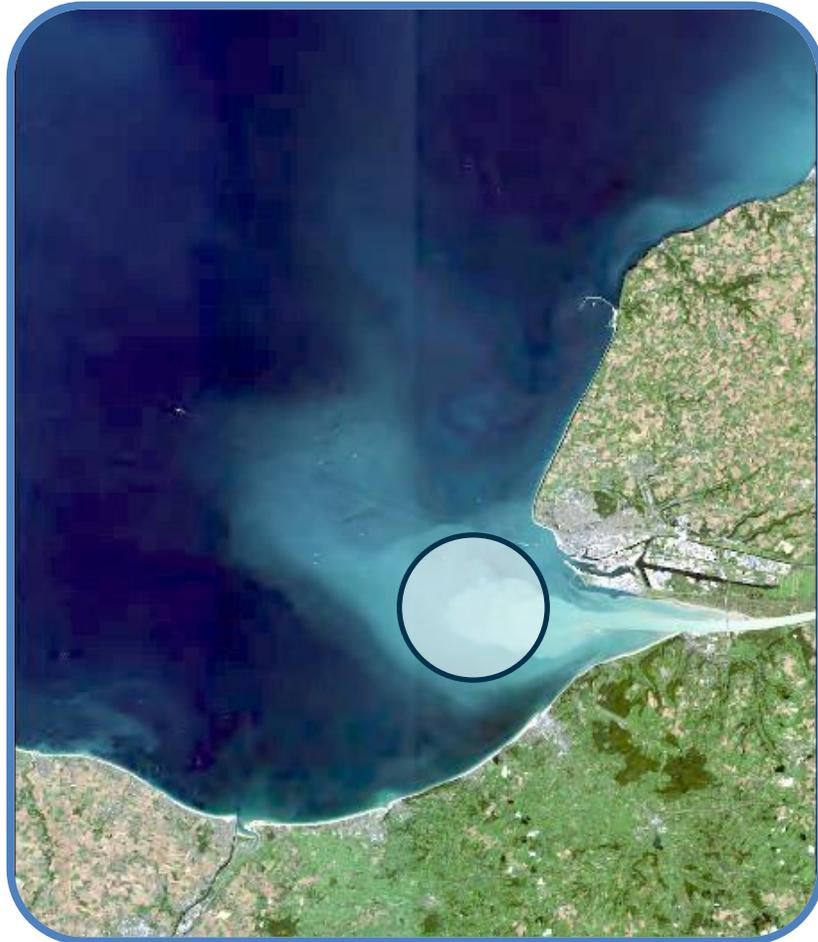


Pourquoi suivre les concentrations en MES et les flux sédimentaires?



Lesourd, 2000

Pourquoi suivre les concentrations en MES et les flux sédimentaires?



Les MES sont **associées** à :

- La production primaire
- La matière organique (vecteur, transformation dans bouchon vaseux...) -> Oxygène...
- Nutriments
- Contaminants
- Microplastiques?

Les apports méthodologiques de PHRESQUES

La mesure de turbidité et de concentration

- Partage d'expérience des différents acteurs des réseaux composant PHRESQUES
- Ateliers d'intercomparaison (en laboratoire – milieu contrôlé et sur le terrain) des différents capteurs mobilisés – **Concentration en MES plus que turbidité !**
- Un travail sur la qualification des données à intensifier et partager



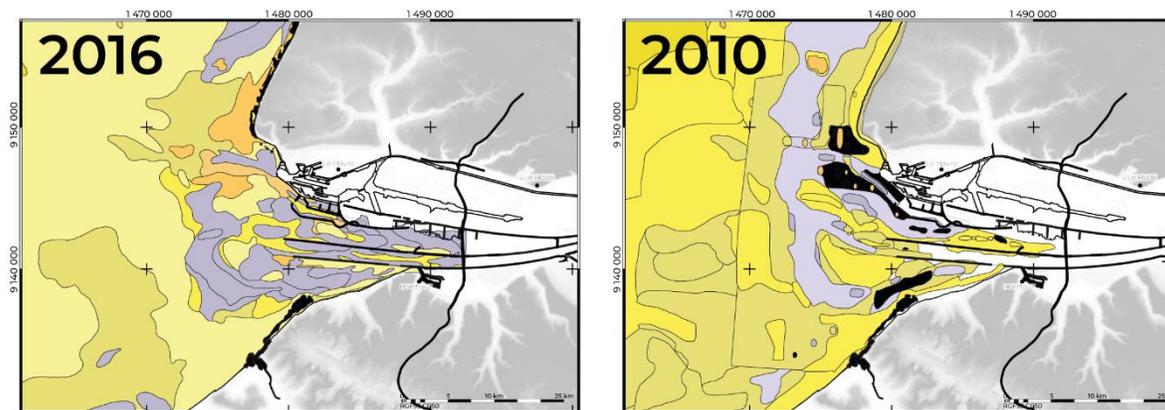
Les apports méthodologiques de PHRESQUES

La mesure de turbidité et de concentration

- Partage d'expérience des différents acteurs des réseaux composant PHRESQUES
- Ateliers d'intercomparaison (en laboratoire – milieu contrôlé et sur le terrain) des différents capteurs mobilisés – **Concentration en MES plus que turbidité !**
- Un travail sur la qualification des données à intensifier et partager

Les matières en suspension : observer au-delà des sédiments fins

- Verney, R.; Tran, D. and Jacquet, M.



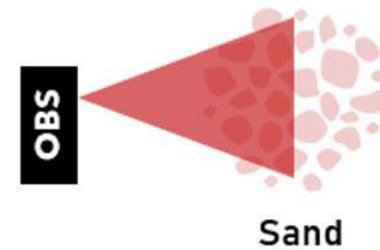
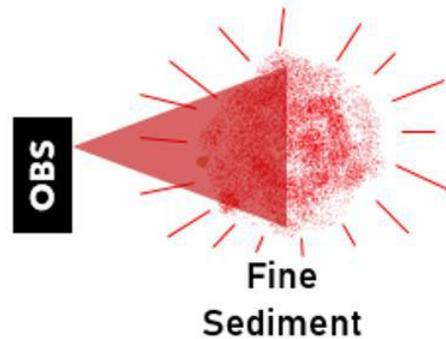
Evolution de la nature des fonds historiques



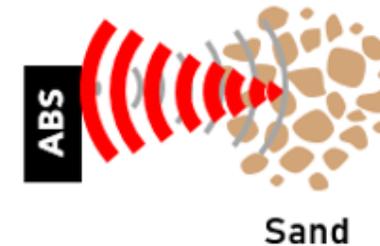
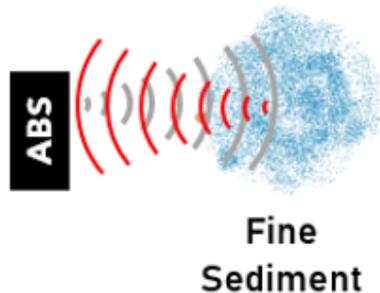
Les apports méthodologiques de PHRESQUES

Les matières en suspension : observer au-delà des sédiments fins

Optical sensors "see" mud better than sand

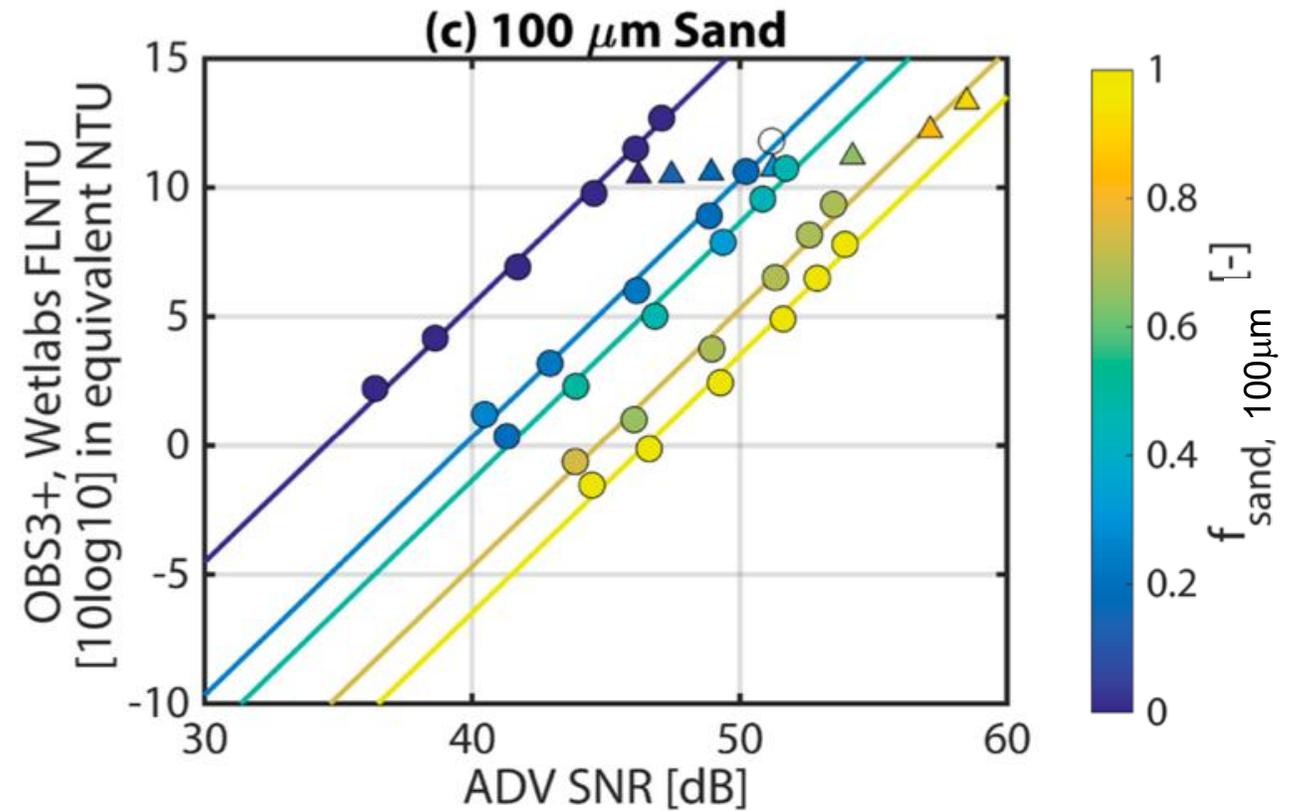
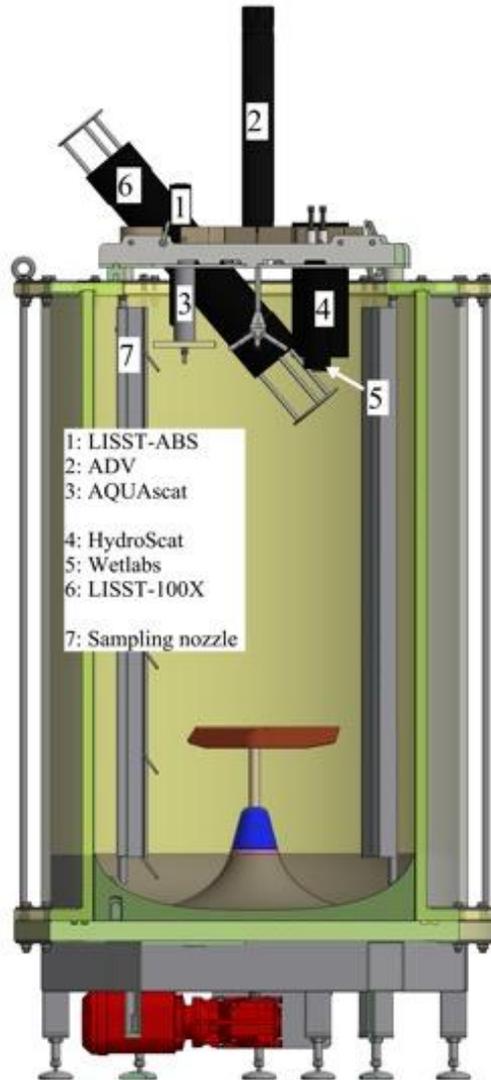


Acoustic sensors "hear" sand better than mud



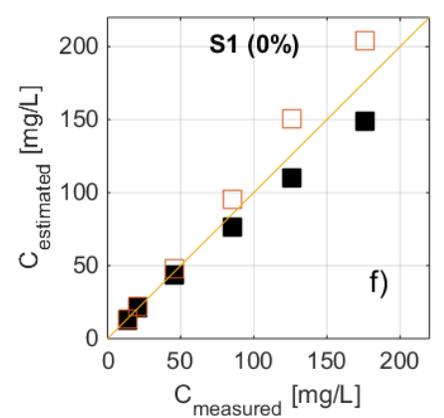
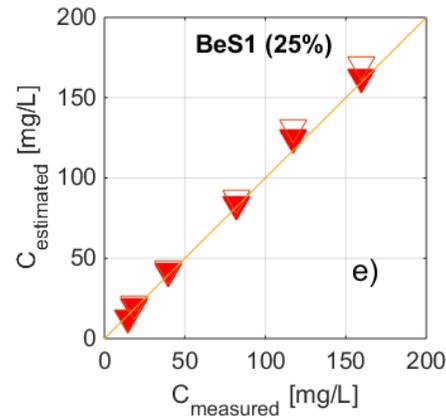
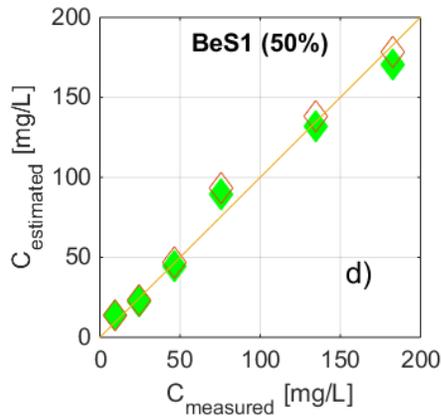
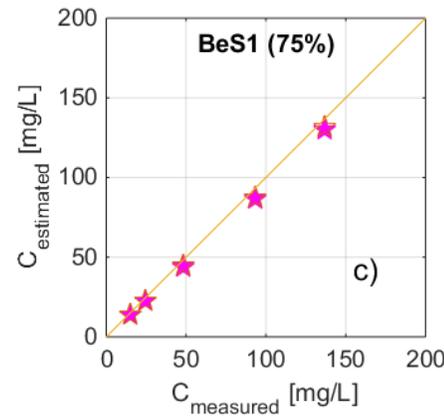
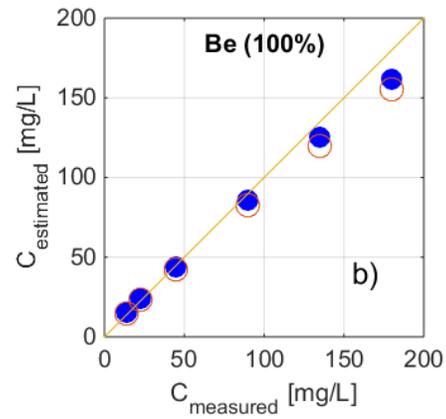
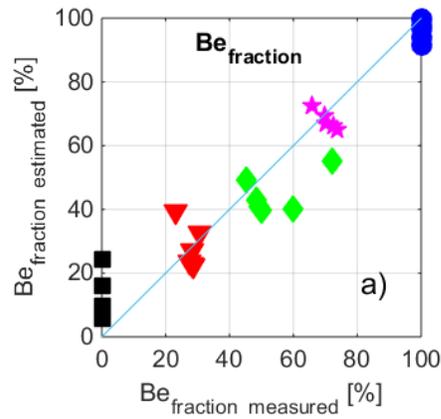
Les apports méthodologiques de PHRESQUES

Les matières en suspension : observer au-delà des sédiments fins



Les apports méthodologiques de PHRESQUES

Les matières en suspension : observer au-delà des sédiments fins



Méthodologie testée sur différents couples de capteurs optique et acoustiques

Tran et al., 2024

Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à Poses (RePoses)

- Lemoine JP., Barrois JM., Copard Y., Debret M., Deloffre J., Gilbert K.

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)

- R Verney, M Jacquet, F Grasso, M Repecaud, A Bocher,



Flux sédimentaires à Poses : REPOSES

Objectifs :

Acquérir les données *in-situ* utiles à l'interprétation et l'exploitation des mesures réalisées par la station de Poses

→ Actualiser les estimations des flux sédimentaires entrant en estuaire définies sur de vieilles chroniques de mesures (Avoine et al. 1985, Guezennec 1999, Landemaine 2016)

Actions :

- Suivi mensuel : variabilité temporelle
- campagnes saisonnières / accidentelles : variabilité spatiales/temporelles
 - *Suivi haute fréquences (crue/accident) : variabilité temporelle*

→ de janvier 2024 à Octobre 2025

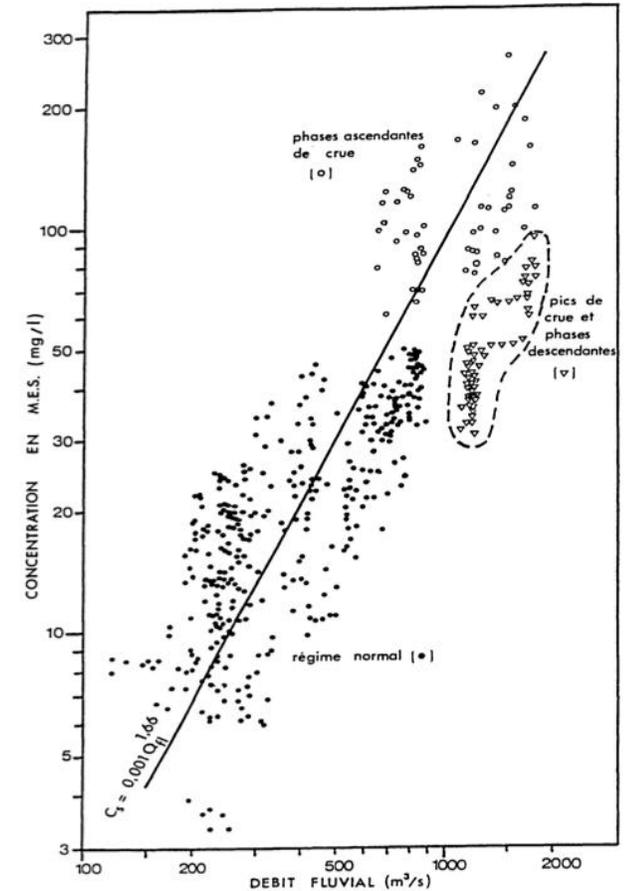
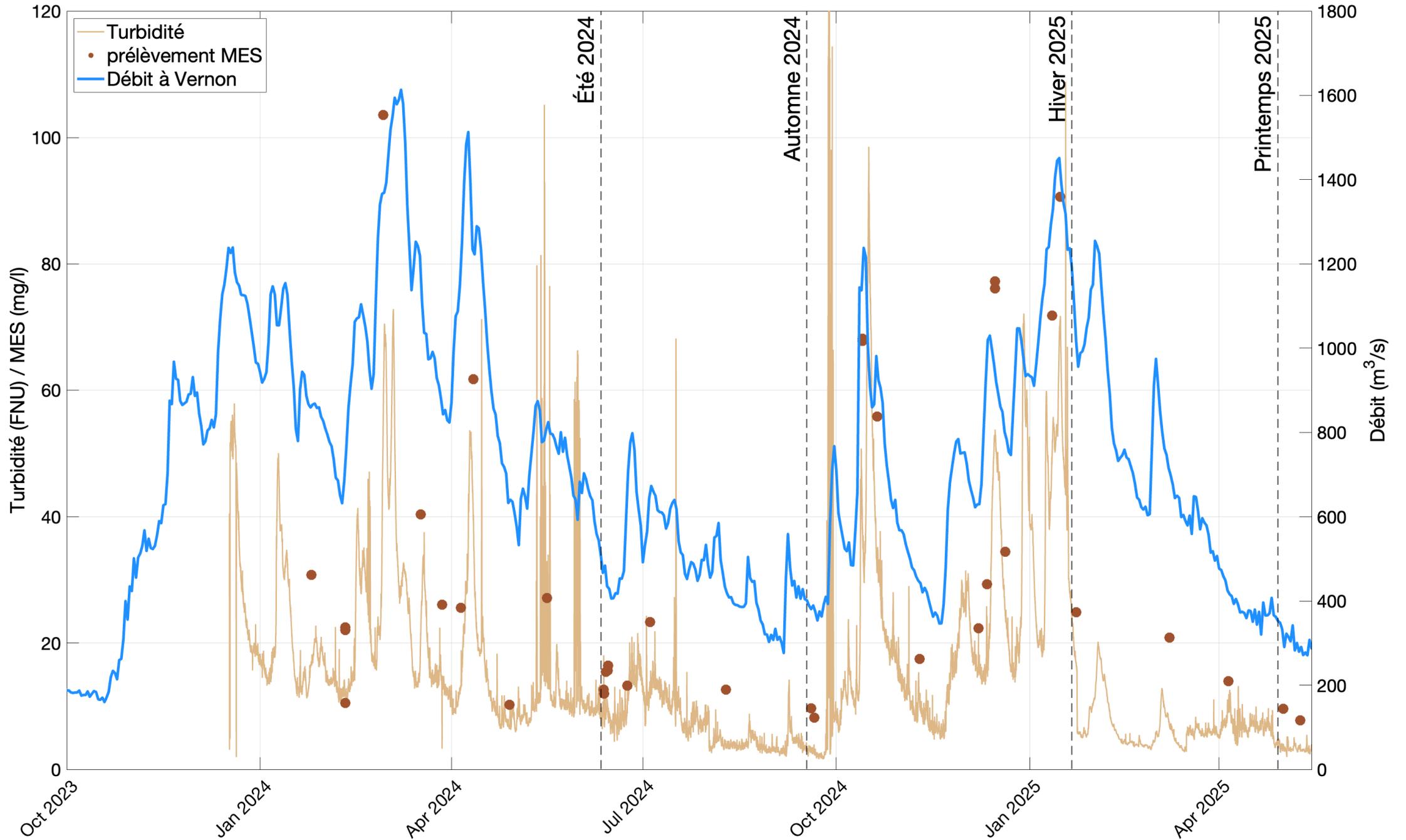


Fig. 59 - RELATION ENTRE LA CHARGE SOLIDE ET LE DEBIT FLUVIAL A POSES
Mesures de décembre 1982 à décembre 1984



Flux sédimentaires à Poses : Projet REPOSES

Représentativité de la station :

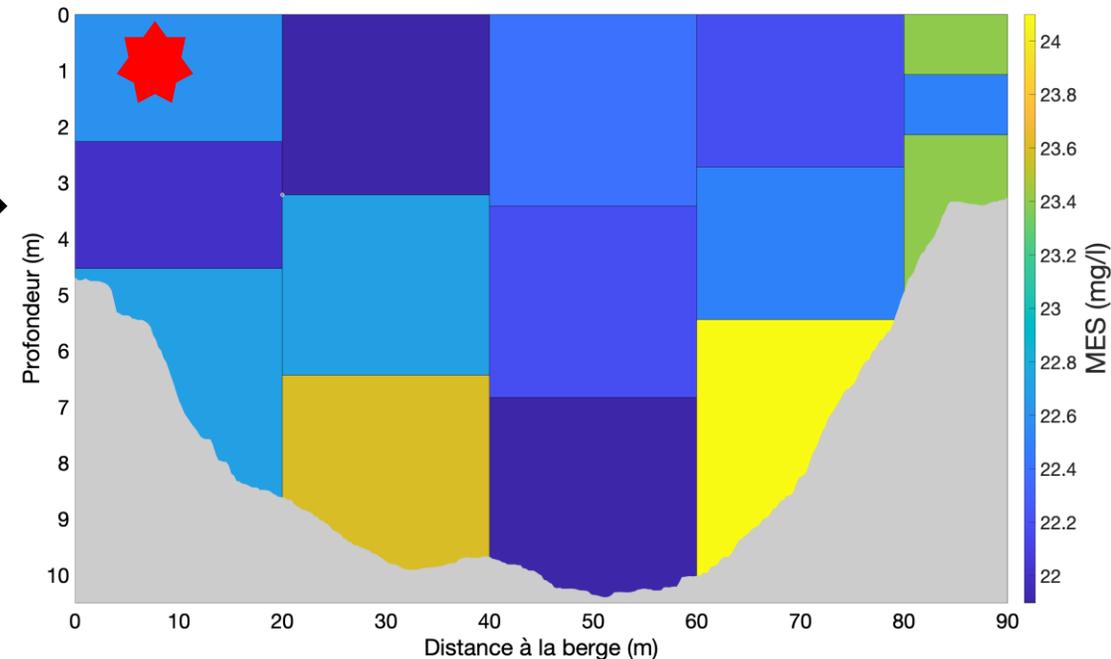
- *Les données mesurées en berge sont elles exploitables pour caractériser les concentrations en MES ?*

Chaque saison :

→ 5 stations de prélèvements le long sur un transect perpendiculaires à la Seine : surface / mi prof. / fond +1m



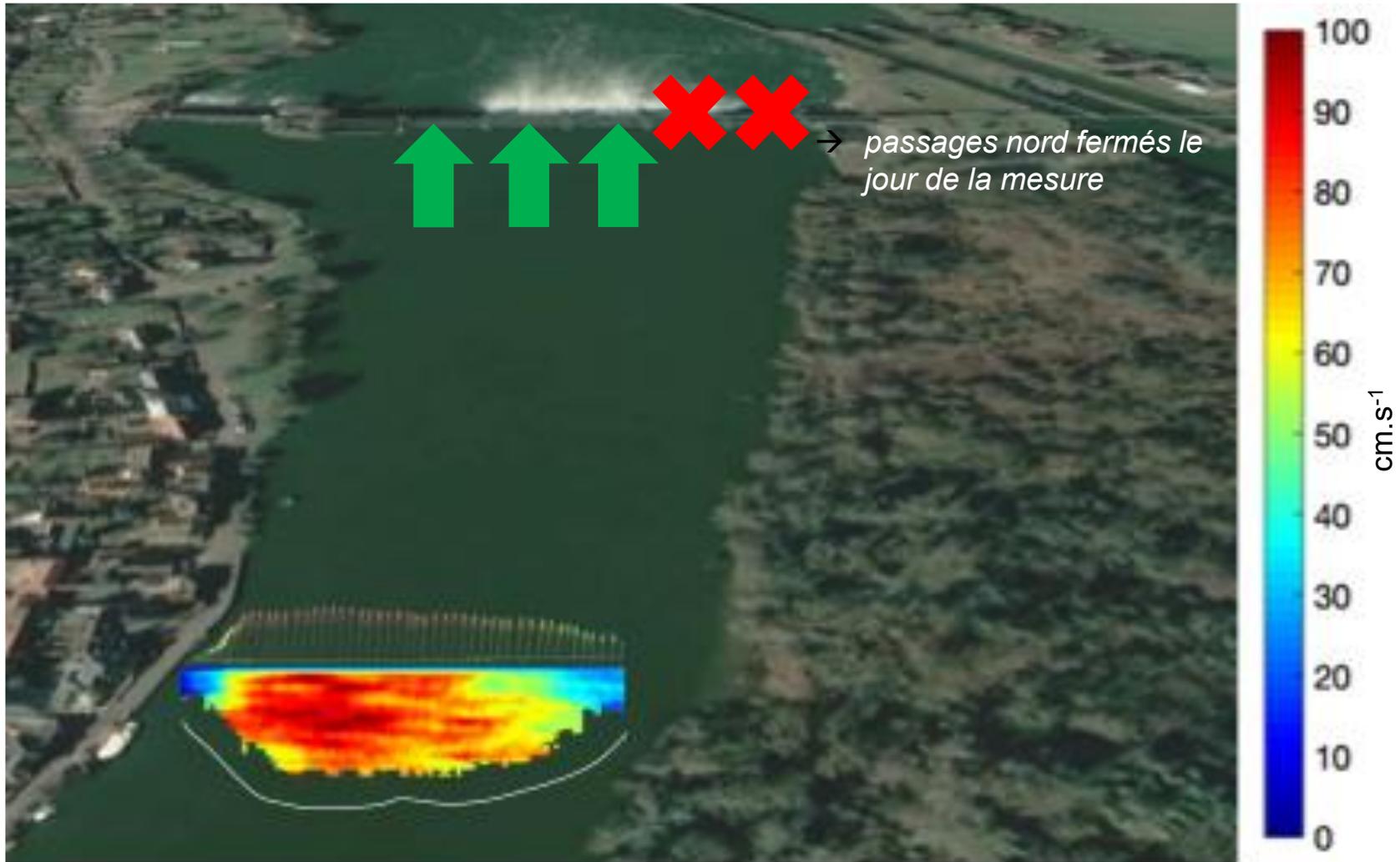
	MES station berge (mg/l)	MES moyen section (mg/l)	ecart type (mg/l)
été 11/06/2024	15,5	15,5	2,7
automne 17/09/2024	8,9	9,7	1,6
hiver 21/01/2025	24,9	22,9	1,1
printemps 29/04/2025	9,6	7,9	1,1
toutes mesures berges janv. 24 --> mai 25	15,12	sur les triplicats -->	2,0



→ **variabilité spatiale du même ordre de grandeur que l'incertitude sur les triplicats**

+ comparaison débits Vernon / Poses





11 juin 2024 :
 6 transects : $Q_{\text{moy}} : 438 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Std. Dév : $\pm 5.9 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$)
 $Q_{\text{vernon}} : 435 - 485 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

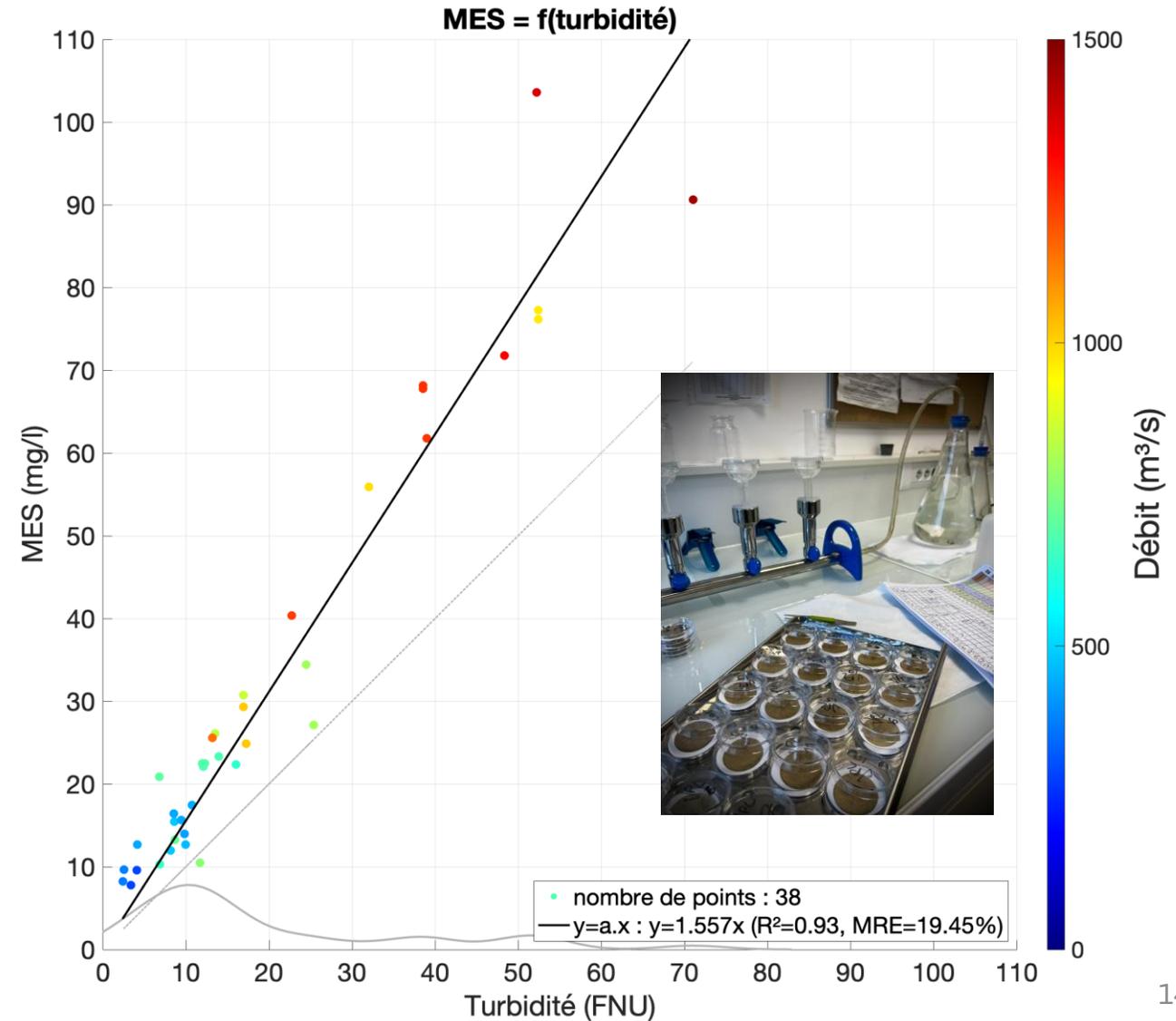


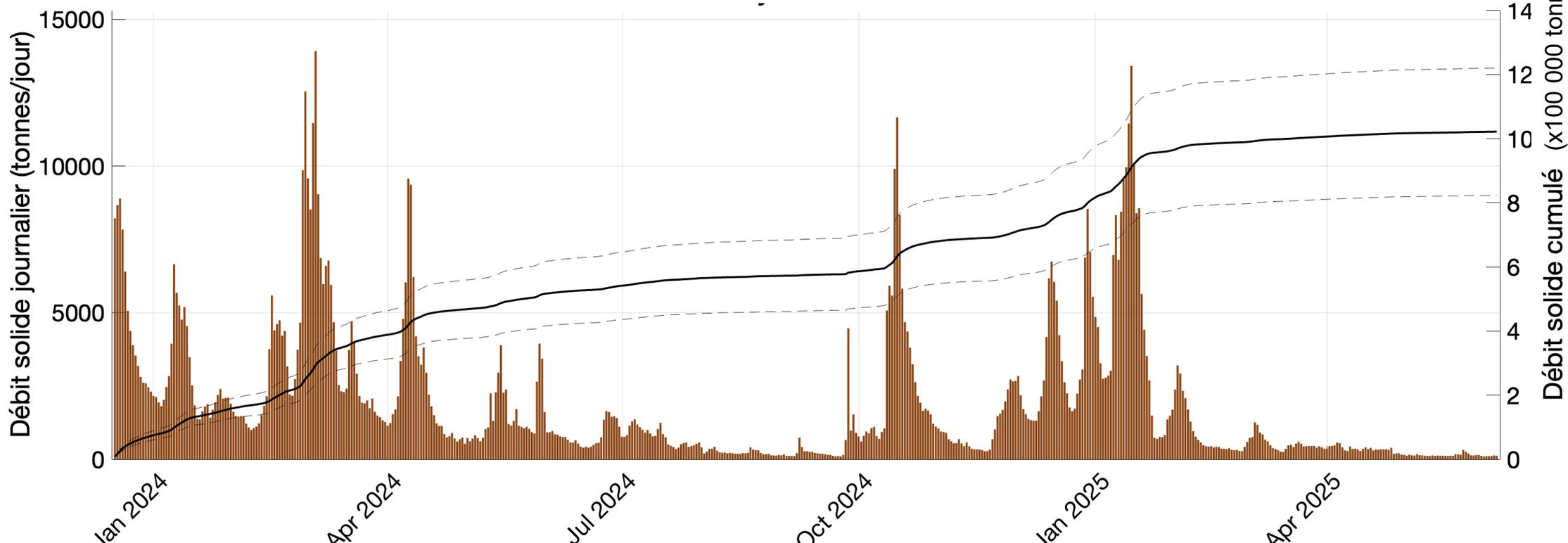
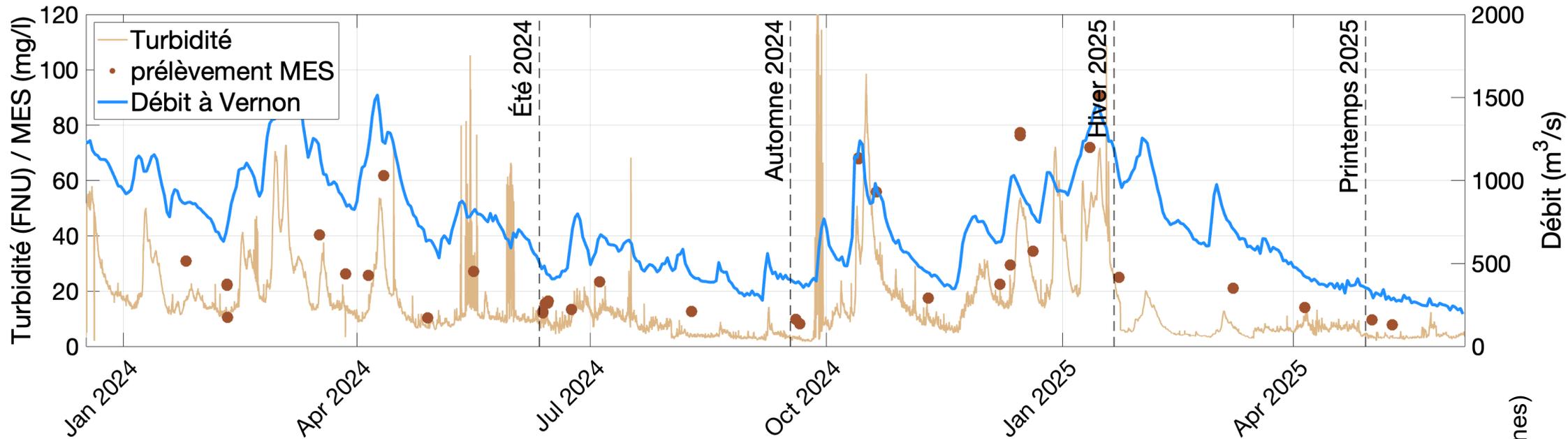
Flux sédimentaires à Poses : Projet REPOSES

Relation concentrations en MES /turbidité

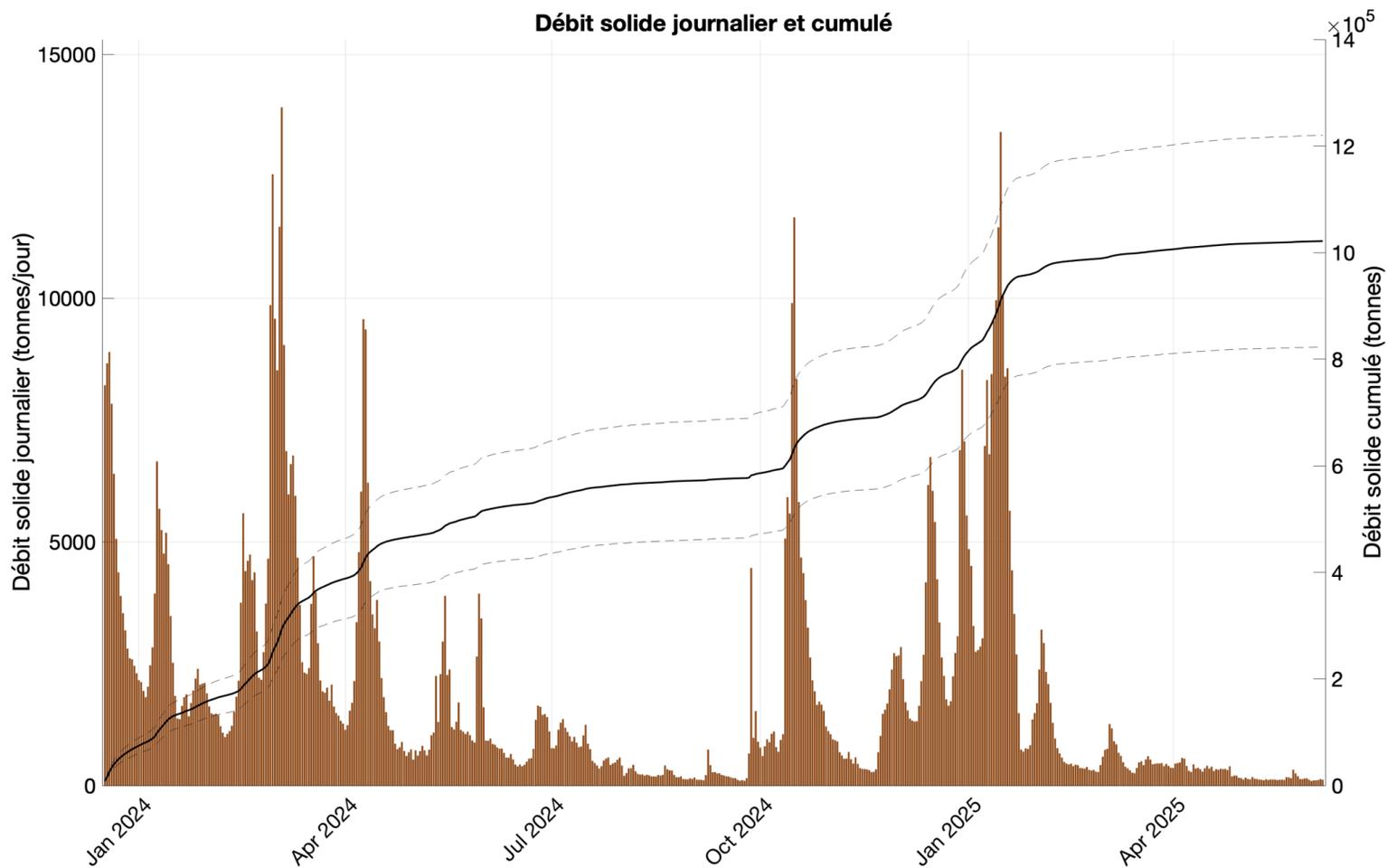
- 38 triplicats couvrant l'ensemble des débits observés
- Corrélation de type $y=a.x$ "robuste"
 $R^2=0.93$ (autres corrélations testées)

Flux sédimentaire = Débit x [MES]



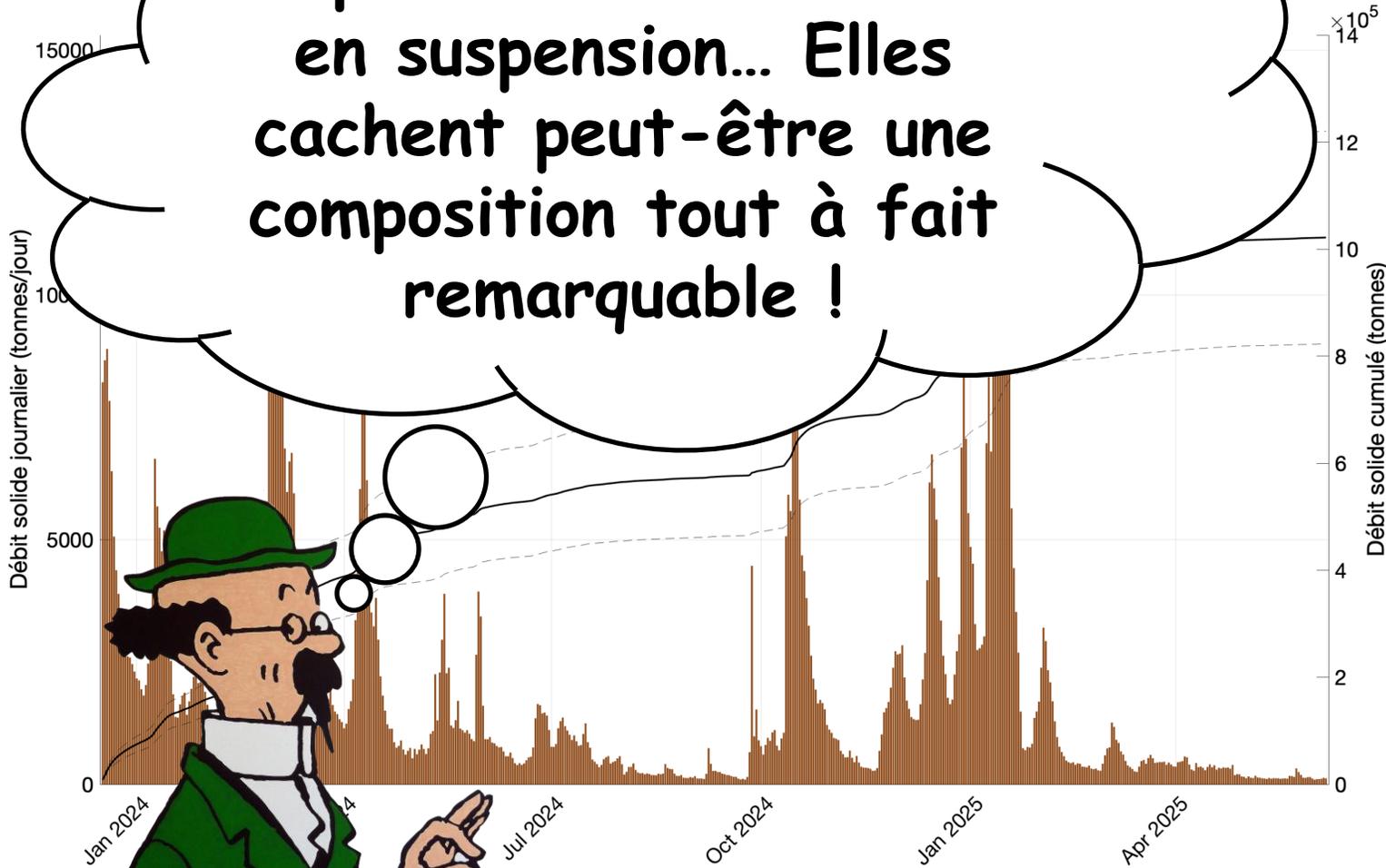


Flux sédimentaires à Poses : Projet REPOSES



Flux sédimentaires à Poses : Projet REPOSES

Sapristi ! Ces matières en suspension... Elles cachent peut-être une composition tout à fait remarquable !



Flux sédimentaires à Poses : Projet REPOSES

Composition des MES

- Installation de pièges à sédiment relevés mensuellement
- granulométrie, teneur en MO, contaminants organiques / métalliques, éléments traces, ...



Flux sédimentaires à Poses : Projet REPOSES

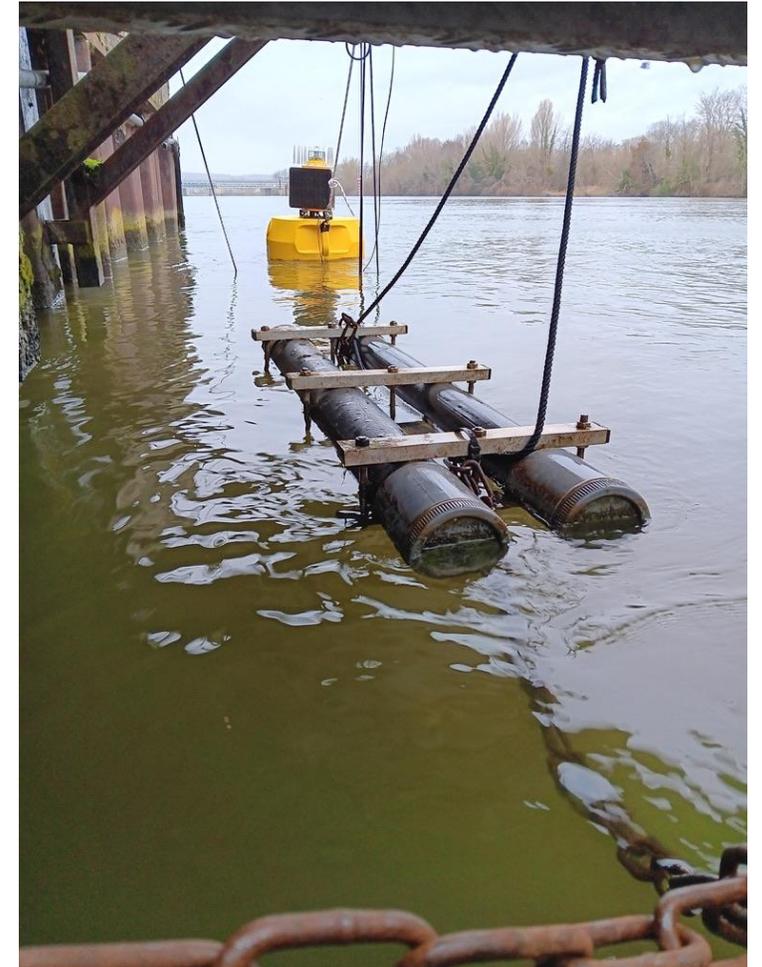
Composition des MES

- Installation de pièges à sédiment relevés mensuellement
- granulométrie, teneur en MO, contaminants organiques / métalliques, éléments traces, ...

→ 4% de MO
→ HAP : t / an
→ PCB : kg / an

- + *lien avec les sédiments en place en estuaire*
- + *mesures de l'efficacité de piégeage*
- + *compa. avec le piège à séd. OSR*

1^{eres} *Estimations à préciser...*



TurbiSeine (action MESEINE innovation – SIAAP)

Objectif :

Homogénéiser les méthodes de traitement et d'interprétation des données de turbidité MESEINE / PHRESQUES

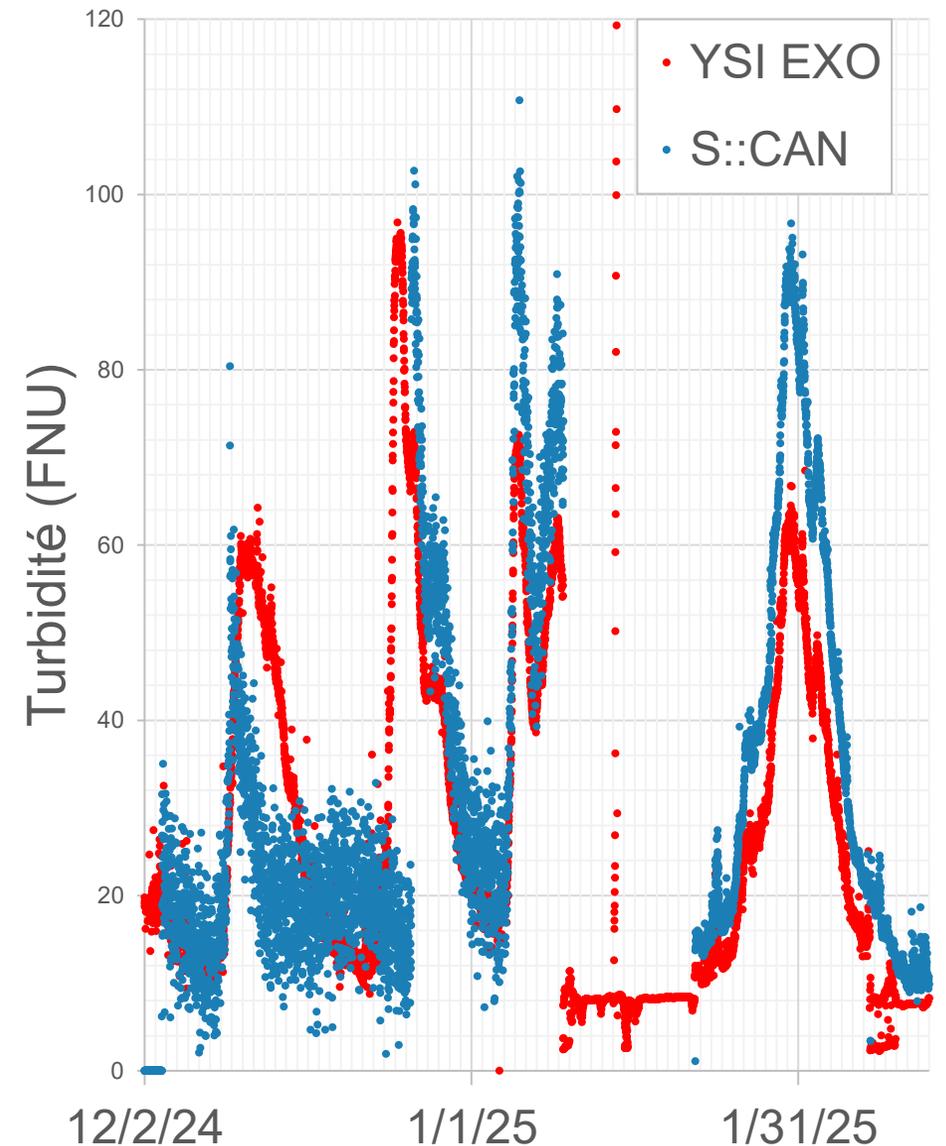
Actions 2025 :

- *In-vitro* : mesure dans différents échantillons aux caractéristiques de [MES] connues (quantité et propriété des matières en suspensions) avec les différents capteurs
- *In situ* : immersions simultanées des turbidimètres S::can (Observatoire MeSeine) et un turbidimètre YSI (SYNAPSES) en Seine + caractérisations des [MES]

Résultats :

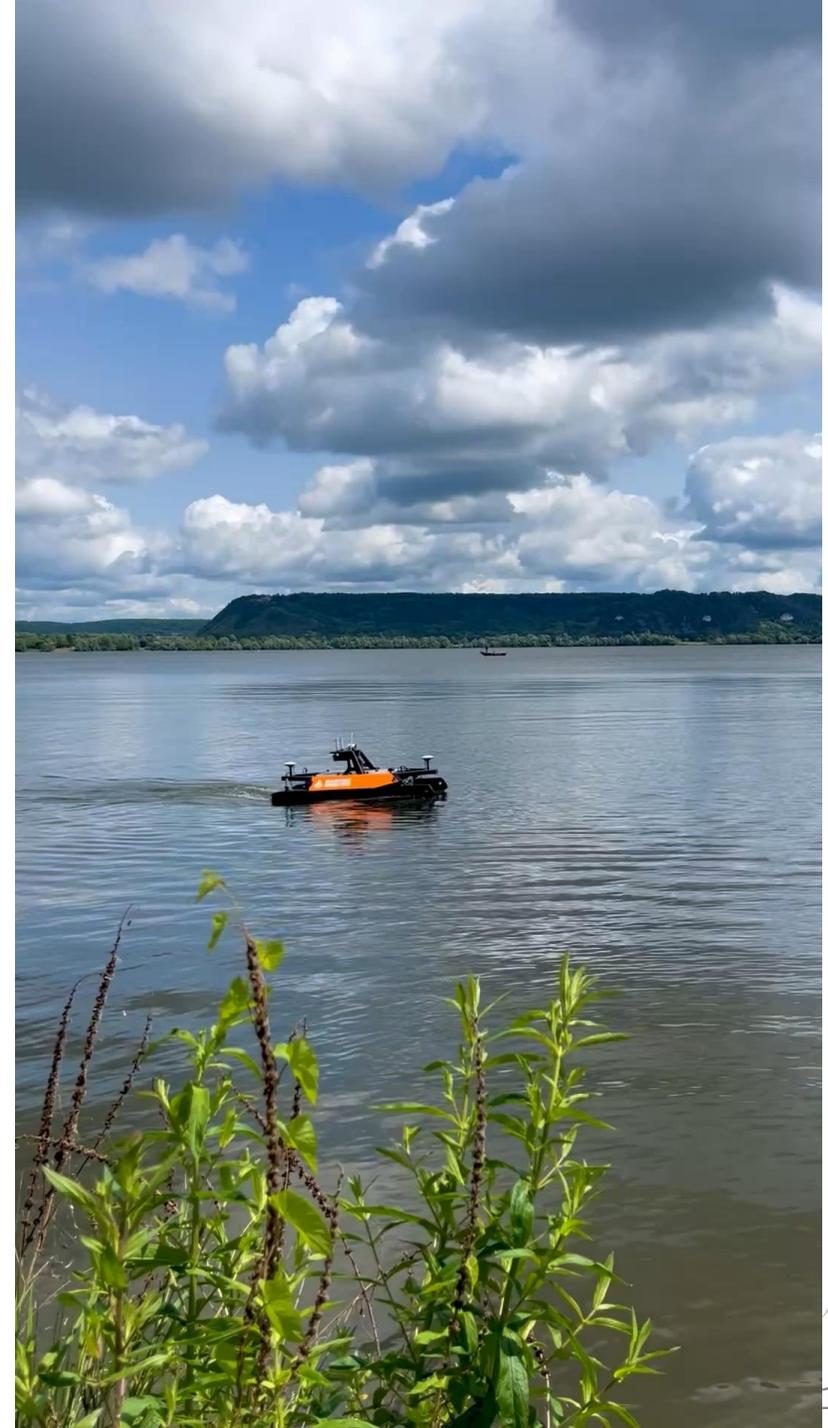
→ Relations NTU/[MES] pour les turbidimètres YSI et S::can

TurbiSeine Andrésy



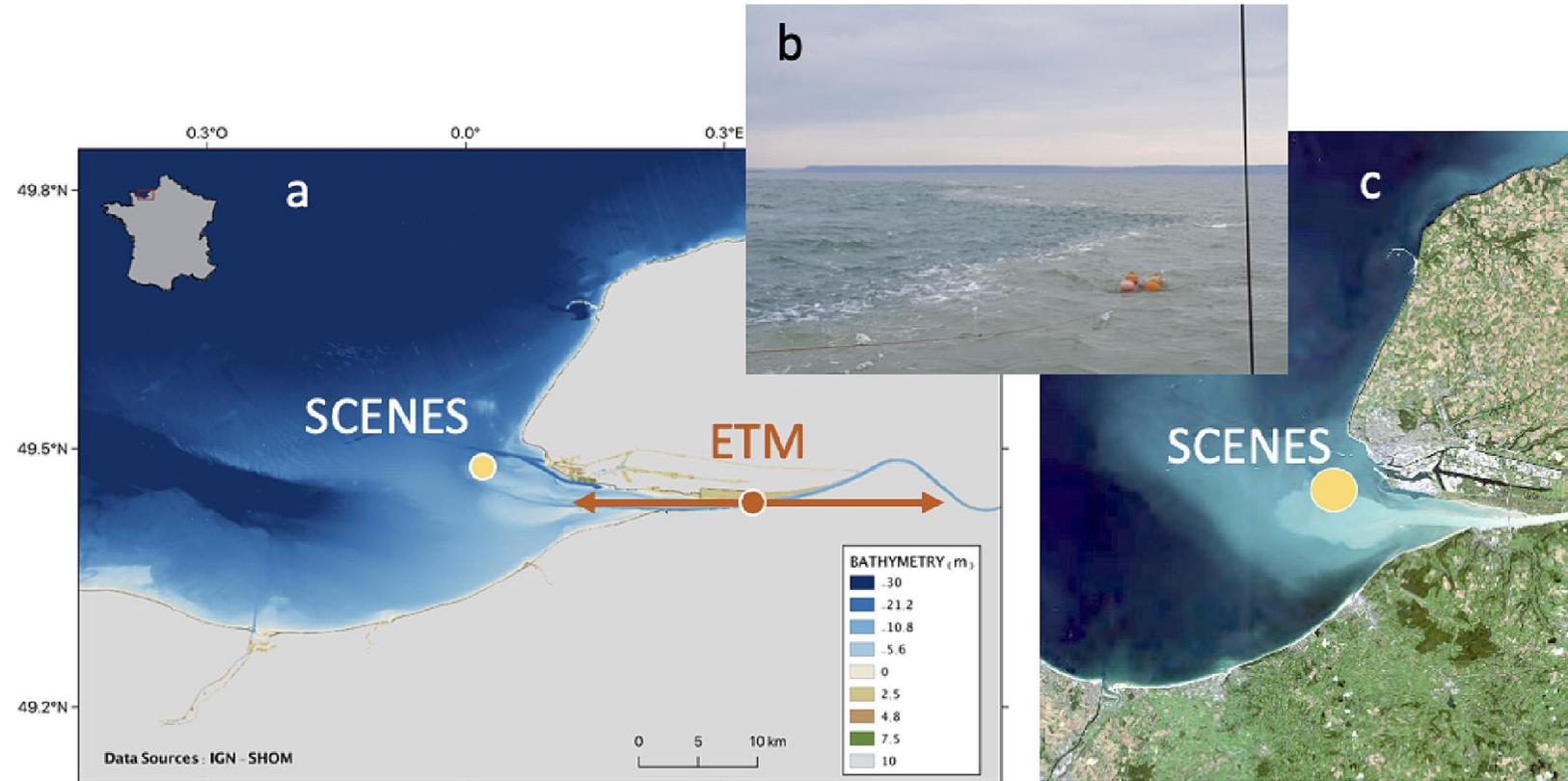
Perspectives

- **Flux sableux?**
→ *évolution bathy haute résolution (drone)*
- **Mettre en place le H-ADCP financé dans Phresques 1 à Poses**
→ *Suivi explicite du flux liquide et solide*
- **Développer et éprouver le piégeage des sédiments et tester sur le continuum**
→ *pièges actifs (ouverture/fermeture)*
→ *Qualifications des flux solides et pollution associée*



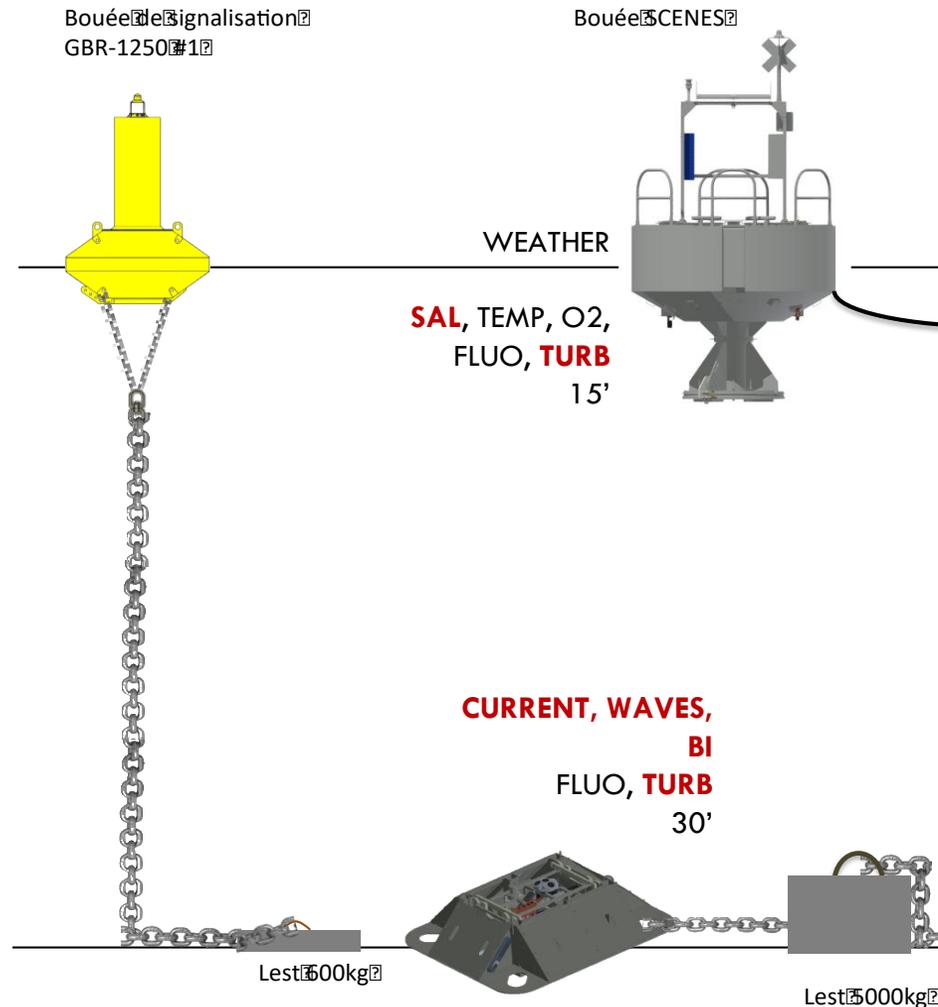
Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)



Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)

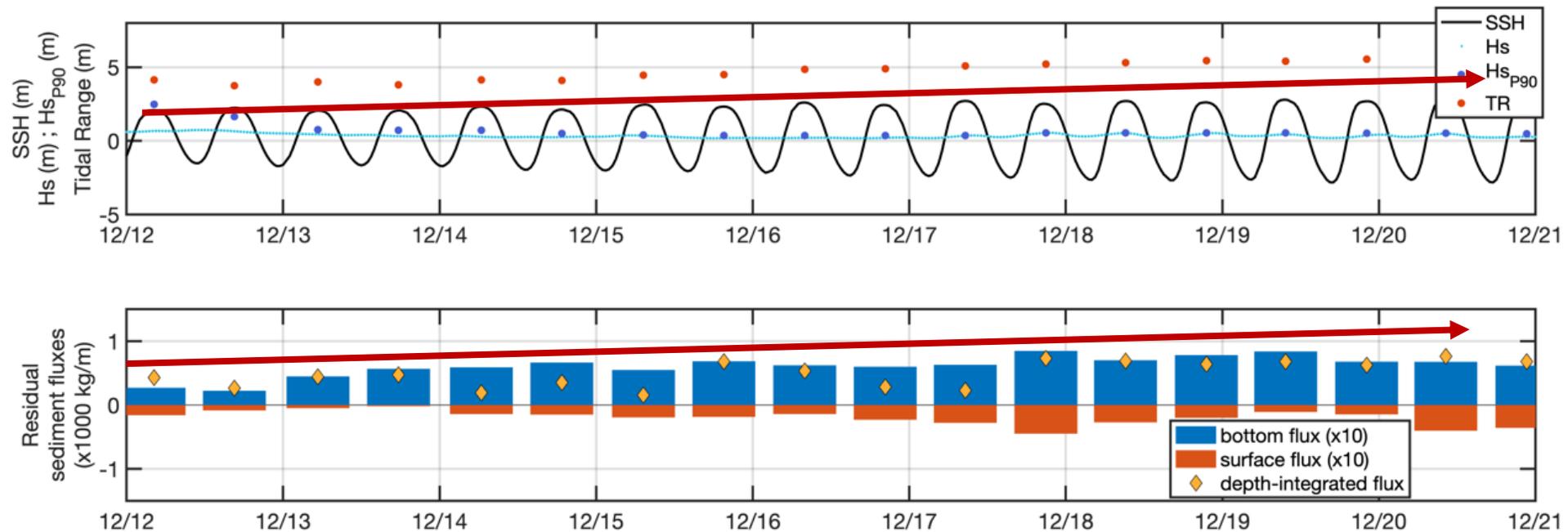


Combinaison mesures optiques et acoustiques pour déterminer la concentration en MES (sédiments fins) sur l'ensemble de la colonne d'eau

Verney et al., 2024

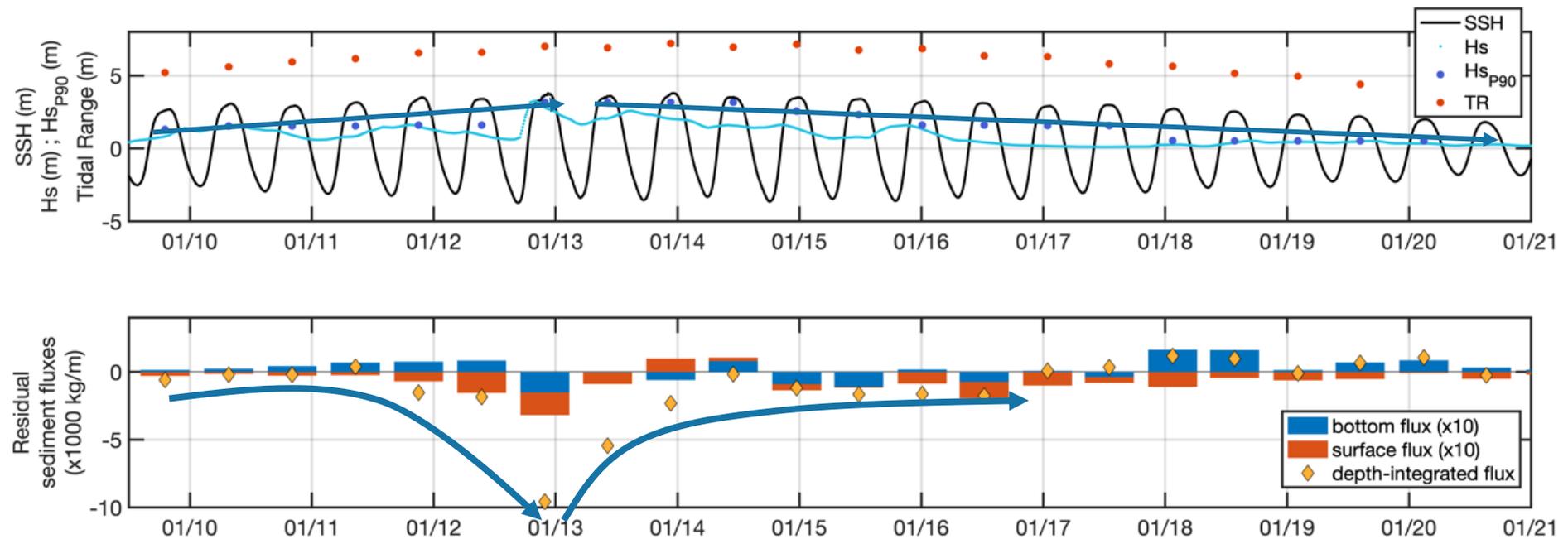
Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)



Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)



Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)

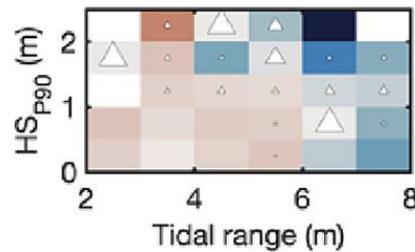


$Q=[0-300]m^3/s$

$Q=[300-500]m^3/s$

$Q=[500-1000]m^3/s$

$Q>1000m^3/s$



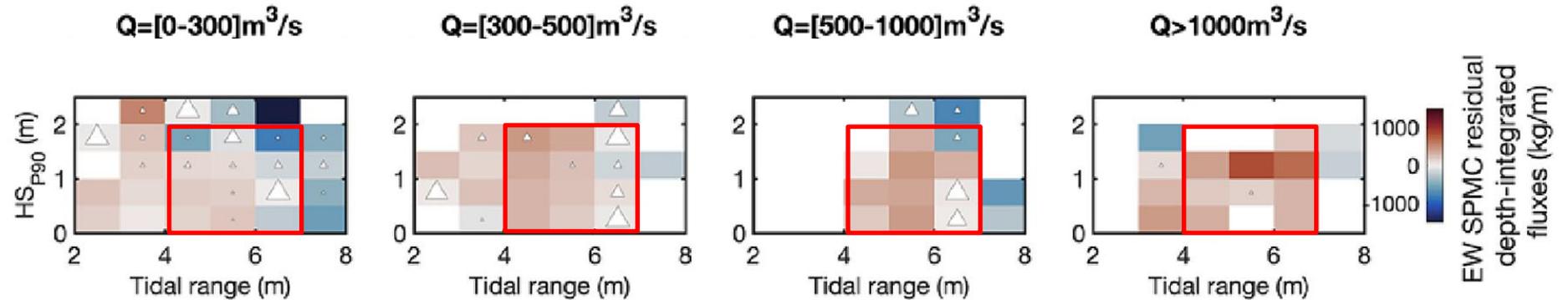
EW SPMC residual
depth-integrated
fluxes (kg/m)

1000
0
-1000



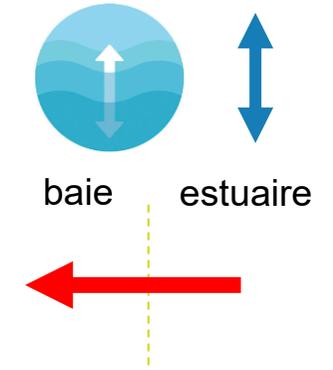
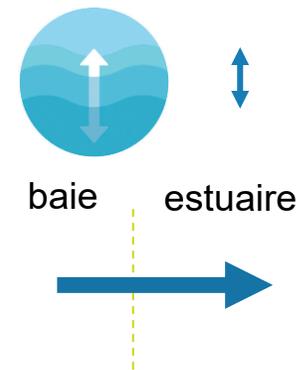
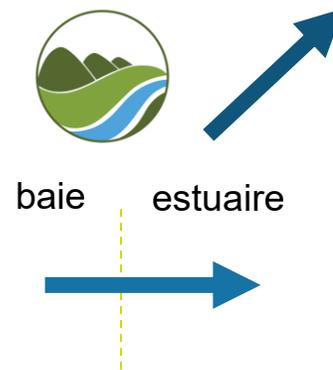
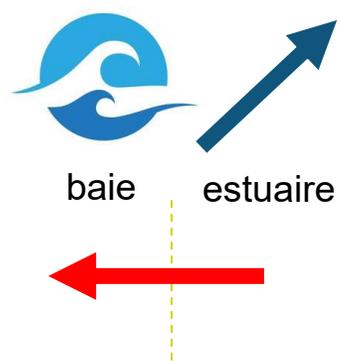
Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)



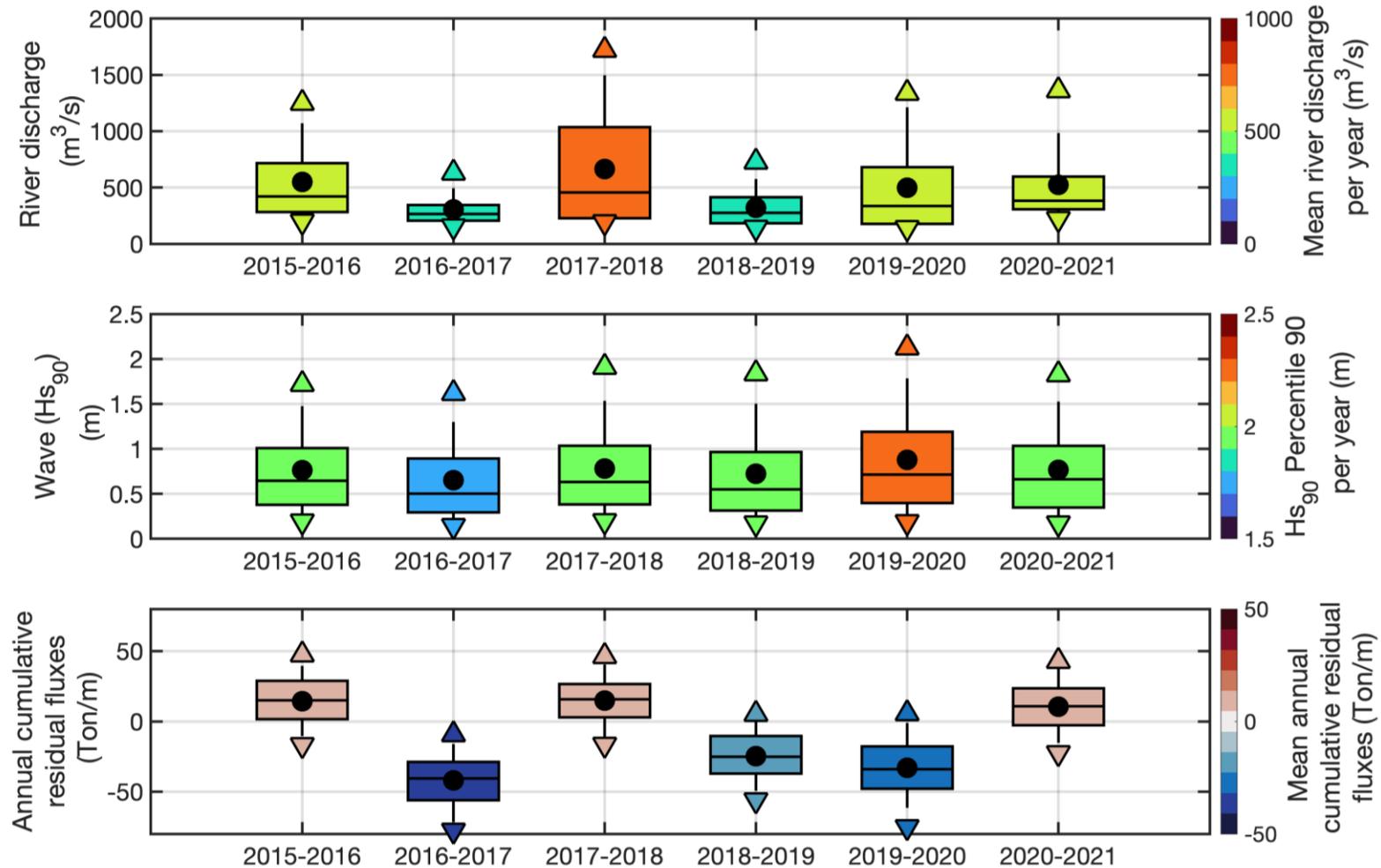
Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)



Evaluation des flux sédimentaires aux entrées-sorties du système

Flux sédimentaires à l'embouchure (SCENES)



Points forts et perspectives

Un méta-réseau structuré autour de partenariats forts et complémentaires, qui doit être accompagné sur la durée, pour répondre aux enjeux du changement climatique et global et de l'accompagnement des stratégies d'adaptation de l'estuaire

Un tremplin pour des innovations méthodologiques qui renforcent la connaissance du fonctionnement du système, et alerter sur sa réponse aux échelles interannuelles, saisonnières, et événementielles, et de l'amont à l'aval

Une complémentarité essentielle à renforcer avec les outils de modélisation et d'observation satellite pour spatialiser les connaissances

