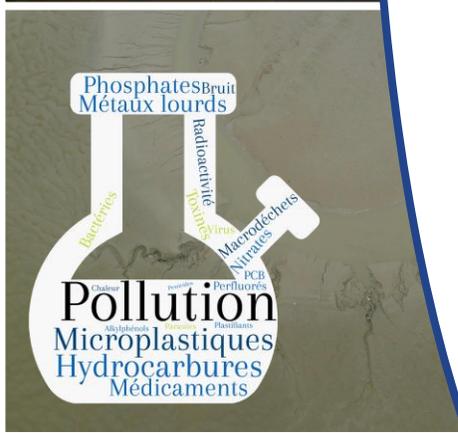
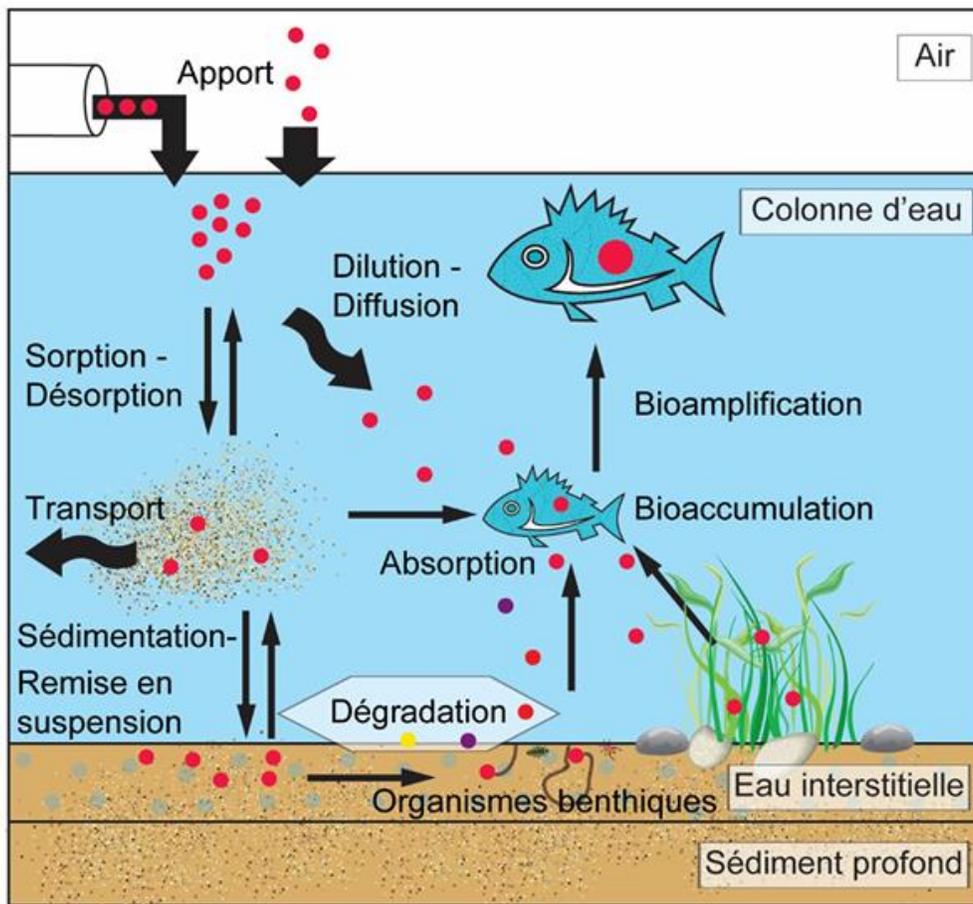


Les webinaires de l'estuaire #1  
le 05 février 2024

# La contamination chimique des sédiments : *cas de l'estuaire de la Seine*



# Pourquoi suivre la contamination chimique dans les sédiments ?



Casado et al., 2021 (www.centrecotox.ch)

→ Image des pressions du bassin versant

Rejet de contaminants

Transit dans les cours d'eau

Accumulation dans sédiments

Exposition des organismes

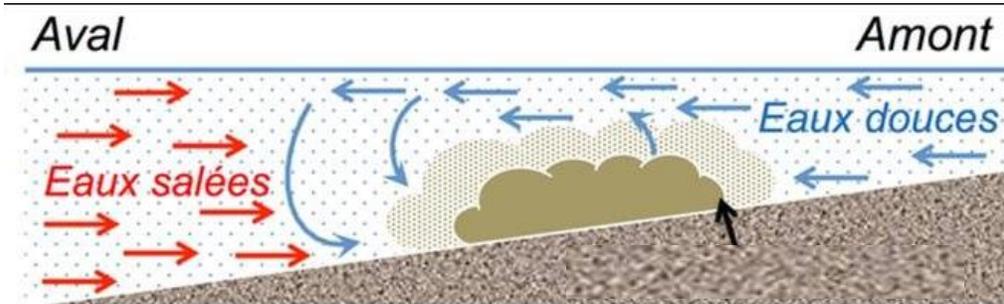
Impacts sur des usages



# Pourquoi suivre la contamination chimique dans les sédiments ?

## Des spécificités pour l'estuaire de la Seine

- Réceptacle des apports du bassin versant
- Un historique de contamination très forte
- Une dynamique hydrosédimentaire favorable au stockage de sédiments (et des contaminants associés)



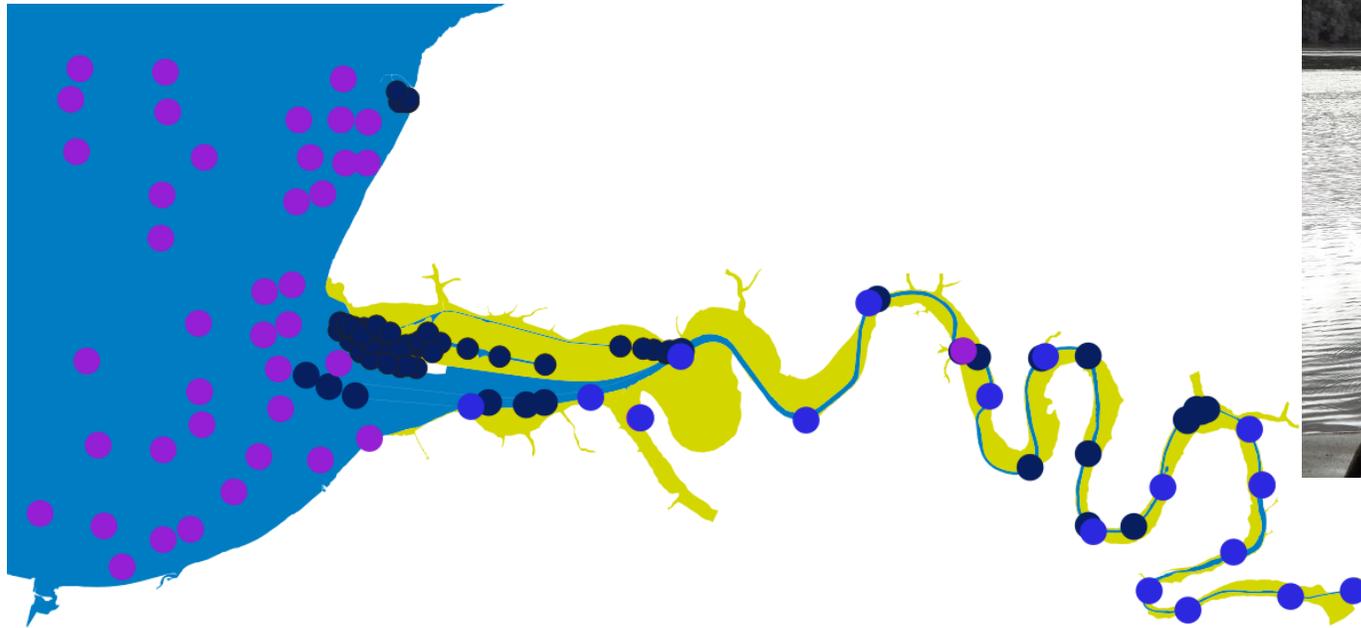
→ Une zone propice au stockage de contaminants



# Comment suivre la contamination chimique dans les sédiments ?

## Dans les sédiments superficiels

- Tous les ans en estuaire (AESN)
- Tous les 6 à 10 ans en baie (Ifremer)
- Suivi de l'activité de dragage (HAROPA)



→ Une image de la contamination récente



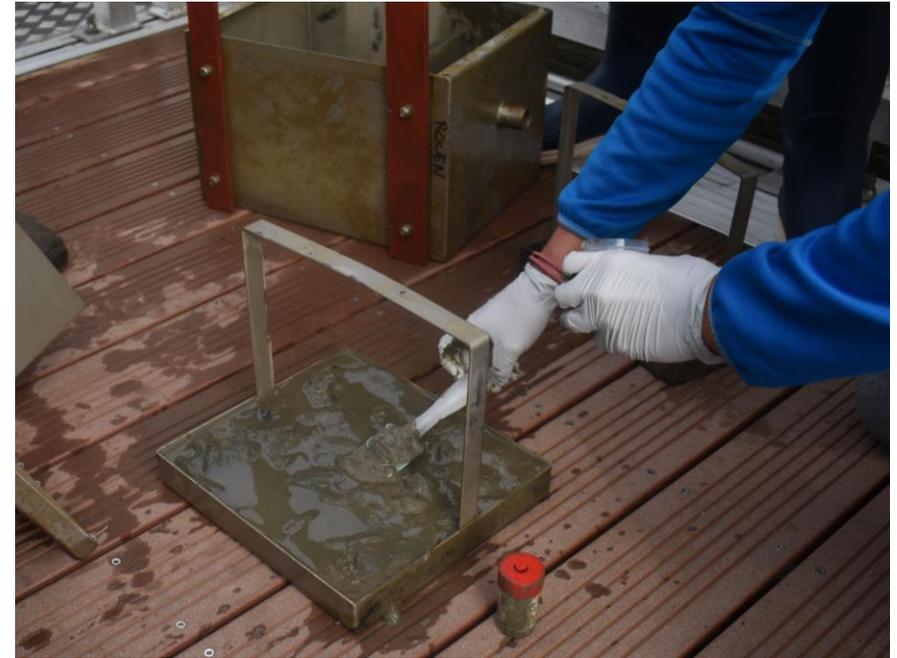
# Comment suivre la contamination chimique dans les sédiments ?

## Sur les matières en suspension

- Situation ponctuelle (crue/orage)



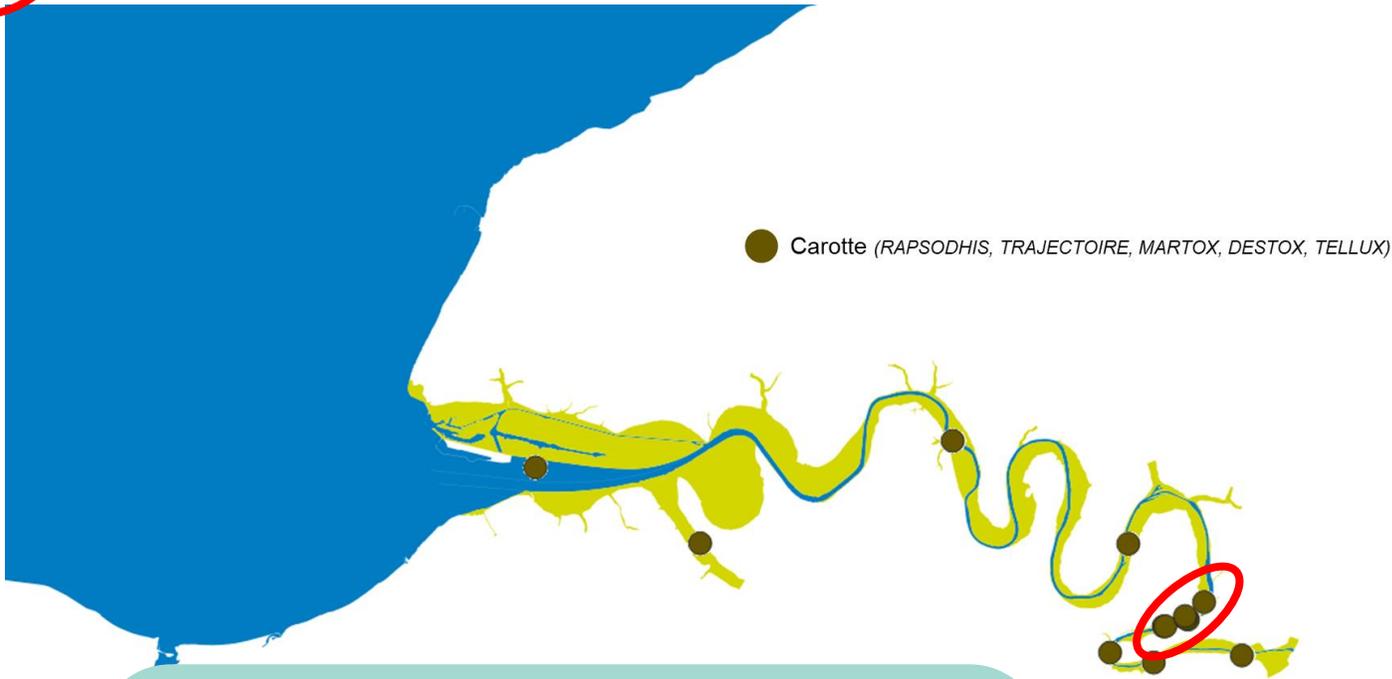
→ Évaluation de la contamination qui transite



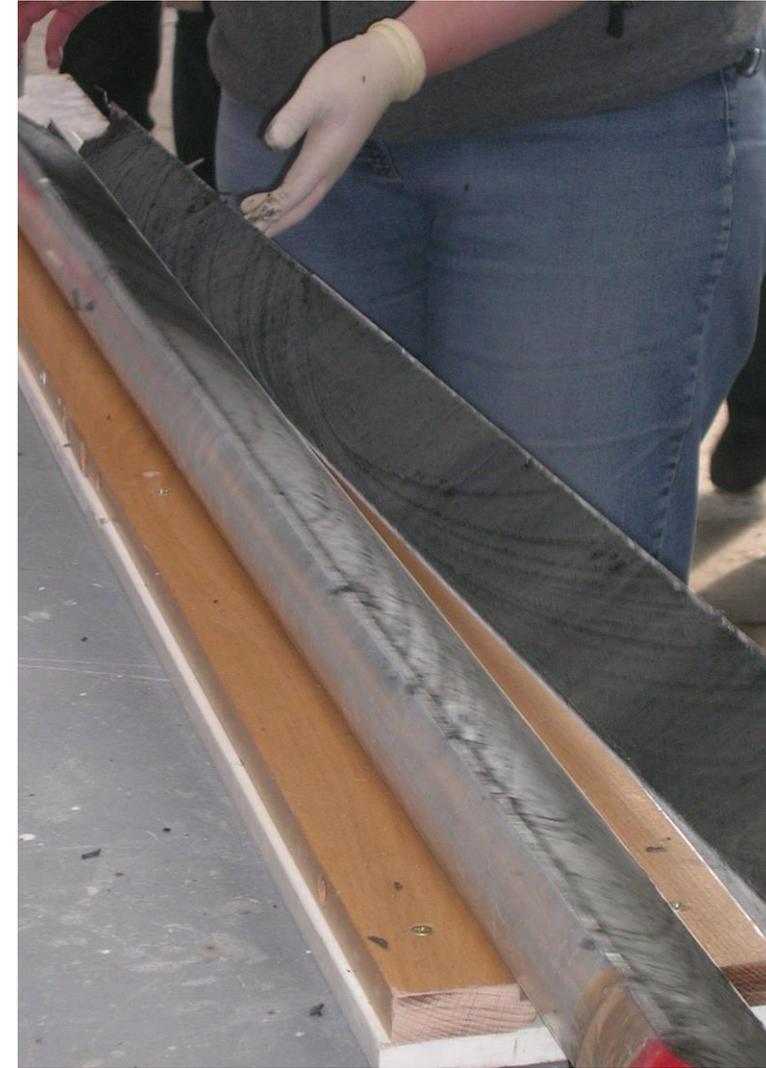
# Comment suivre la contamination chimique dans les sédiments ?

## Dans les carottes sédimentaires

- Évaluation de stocks de contaminants
- Secteur des îles (projet SA7 DESTOX)



→ Historique de la contamination

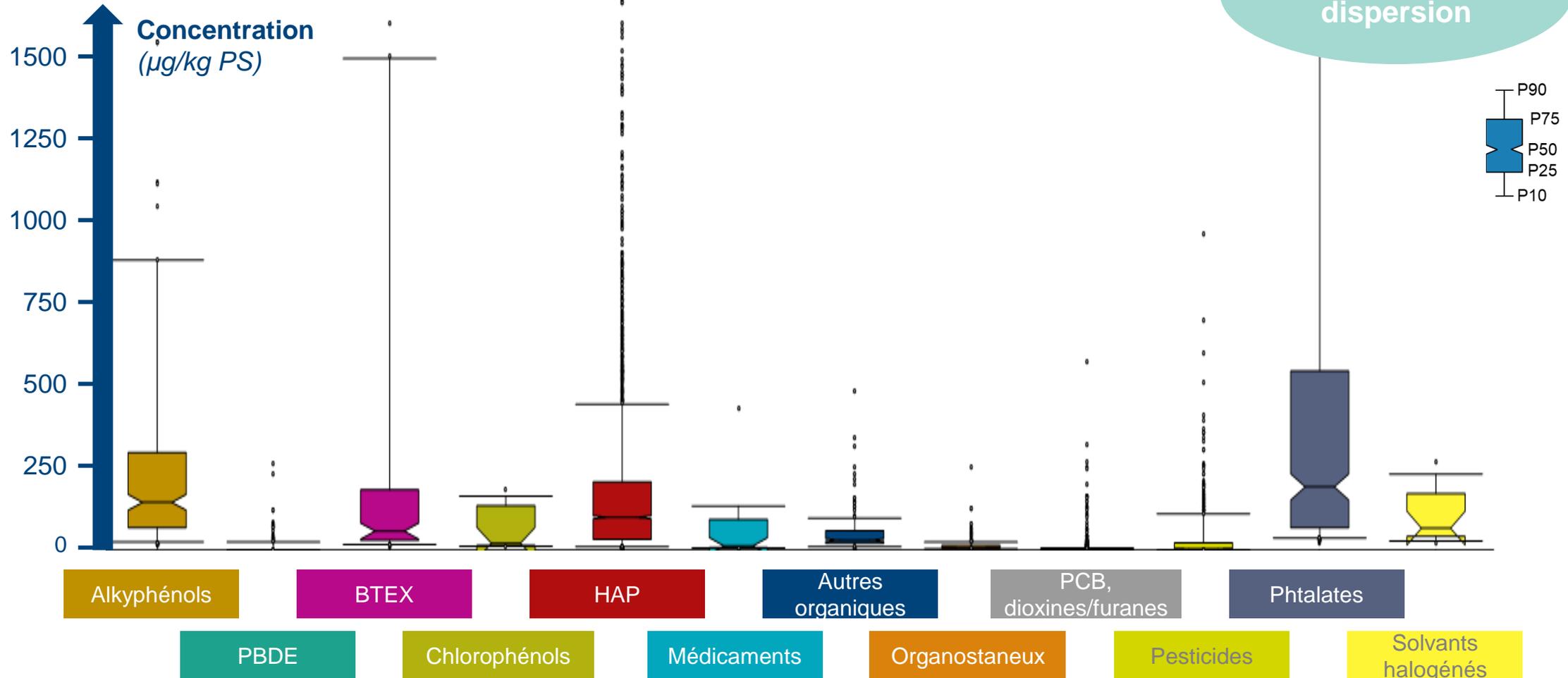




# Quels contaminants dans les sédiments de l'estuaire ?

## De nombreuses substances chimiques

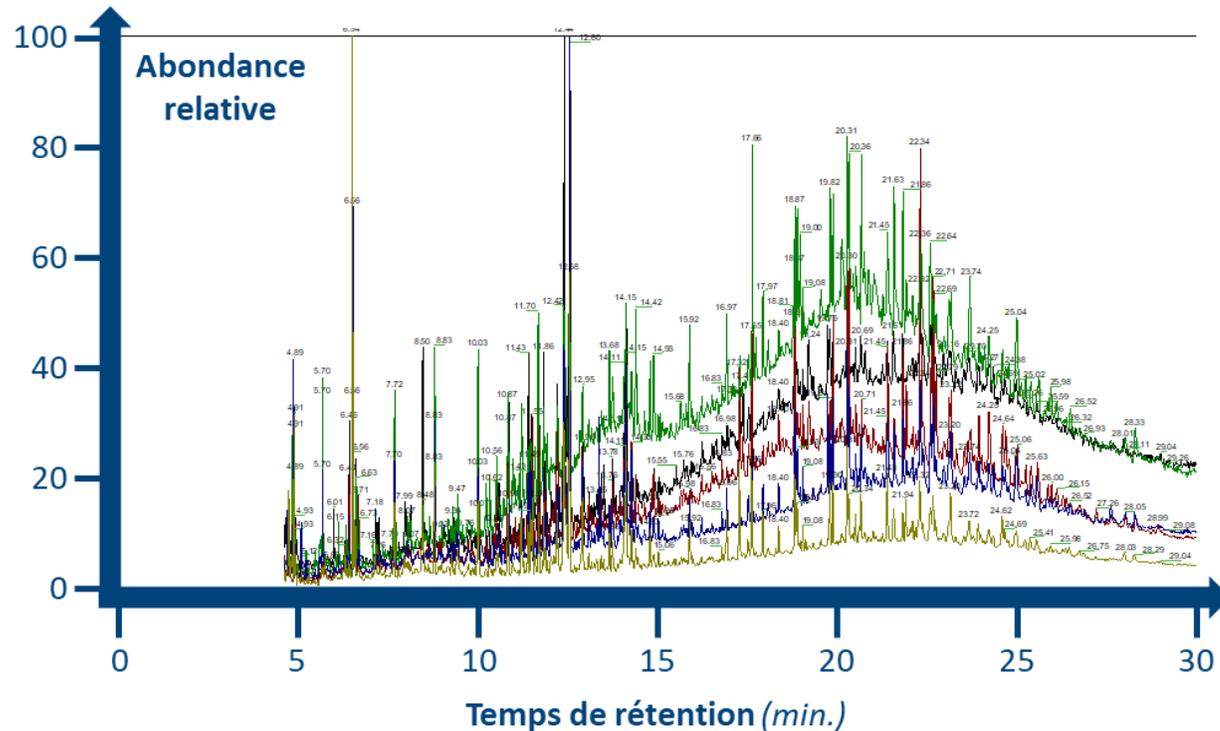
- Des polluants historiques et d'intérêt plus émergent
- Des concentrations modérées, mais ponctuellement fortes



# Quels contaminants dans les sédiments de l'estuaire ?

## De nombreuses substances chimiques

- Des polluants historiques et d'intérêt plus émergent
- Des concentrations modérées, mais ponctuellement fortes
- ... et on ne regarde pas tout !



GIP Seine-Aval, 2020 – Source des données : Le Roux, 2020

## Sédiments (10/10/2019)

- Bassin aux bois (point QBB33)
- Bassin aux bois (point BB2)
- Bassin aux bois (point QBB80)
- Bassin St Gervais (point GER2)
- Bassin Grand Quevilly (point BRQ6)

Analyses non  
ciblées

Signaux après soustraction du  
signal de l'échantillon « Rouen Ile  
Lacroix » pris comme référence



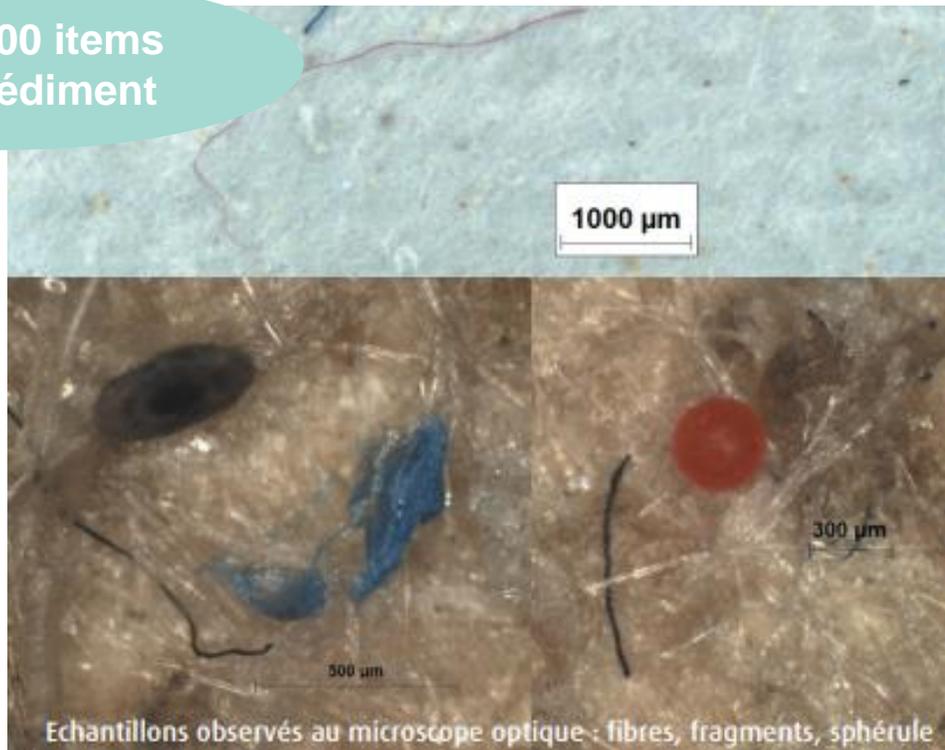
# Quels contaminants dans les sédiments de l'estuaire ?

## Des plastiques

- Macroplastiques déposés sur les fonds
- Contamination modérée à forte en microplastiques
- Les zones d'accumulation : une source de microplastiques ?



300 à 3000 items /kg de sédiment



Max >10 kg/km<sup>2</sup>



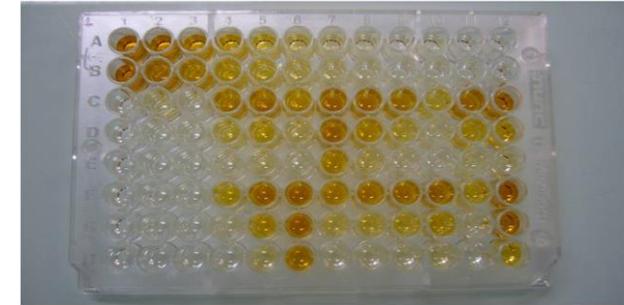
- en cours -  
Projet SA7 LitterBANK

# Quels contaminants dans les sédiments de l'estuaire ?

## → Un cocktail écotoxique

- Problématique écotoxique modérée
- Relativement homogène le long de l'estuaire

- en cours -  
Projet SA7 DESTOX  
Projet SA7 TARANIS



6 campagnes  
(2019-2020)

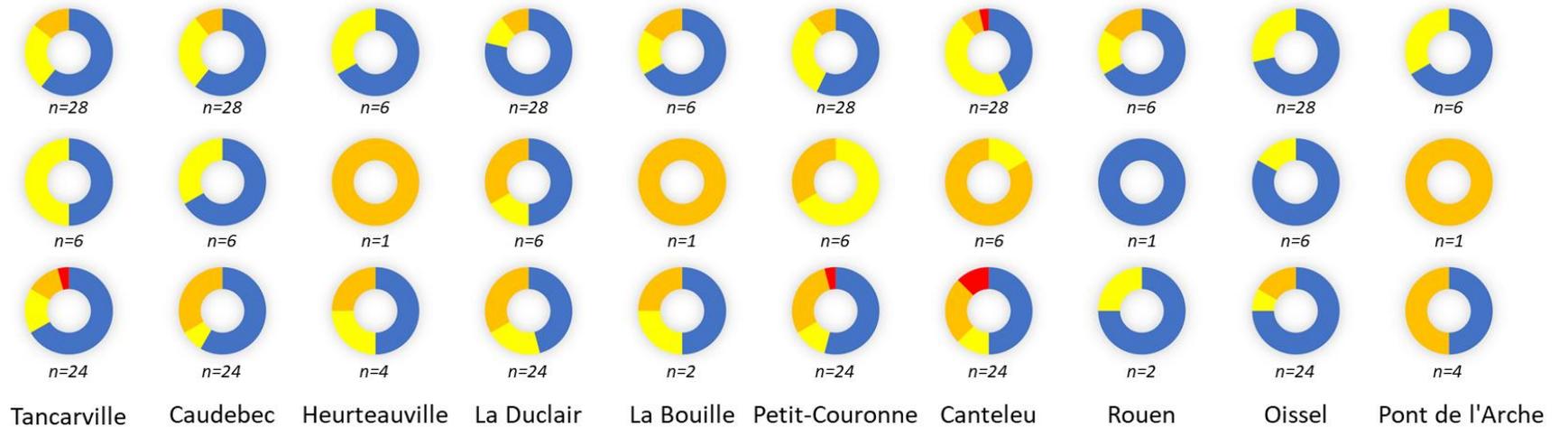
Réponse écotoxique



**Potentiel génotoxique**  
SOS Chromotest, Micronoyaux, Test  
des comètes  
+SA et -S9

**Cytotoxicité**  
Test in vitro

**Activité hormonale**  
Test Yes, Yas, Anti-Yes, Anti-Yas



Source des données : Couteau, 2020b

# Quelle évolution spatiale de la contamination ?

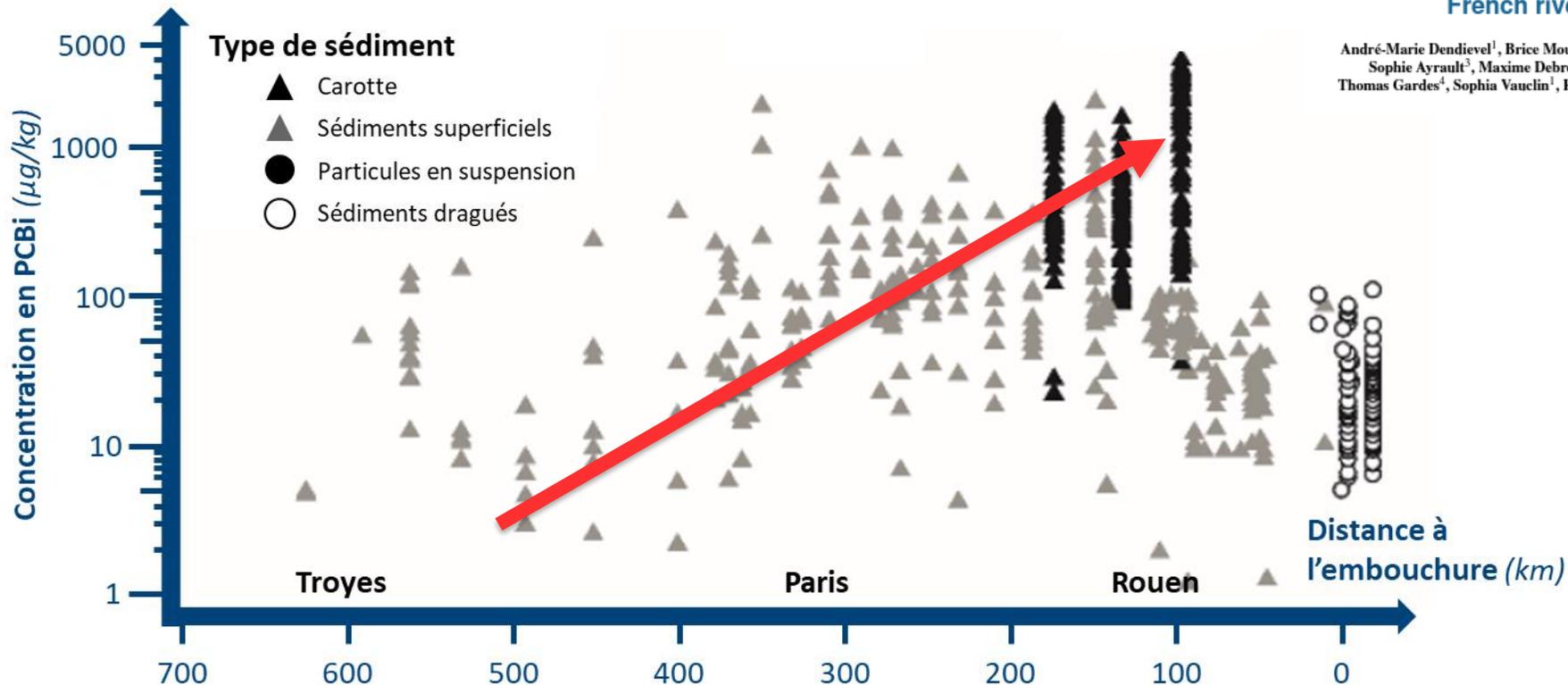
## Un enrichissement progressif le long de l'axe Seine

- Cumul des apports du bassin versant

Exemple des PCBi

Spatio-temporal assessment of the polychlorinated biphenyl (PCB) sediment contamination in four major French river corridors (1945–2018)

André-Marie Dendievel<sup>1</sup>, Brice Mourier<sup>1</sup>, Alexandra Coynel<sup>2</sup>, Olivier Evrard<sup>3</sup>, Pierre Labadie<sup>2</sup>, Sophie Ayrault<sup>3</sup>, Maxime Debret<sup>4</sup>, Florence Kotalo<sup>5</sup>, Yoann Copard<sup>4</sup>, Quentin Faivre<sup>6</sup>, Thomas Gardes<sup>4</sup>, Sophia Vauclin<sup>1</sup>, Hélène Budzinski<sup>2</sup>, Cécile Grosbois<sup>6</sup>, Thierry Winiarski<sup>1</sup>, and Marc Desmet<sup>6</sup>



D'après Dendievel *et al.*, 2019



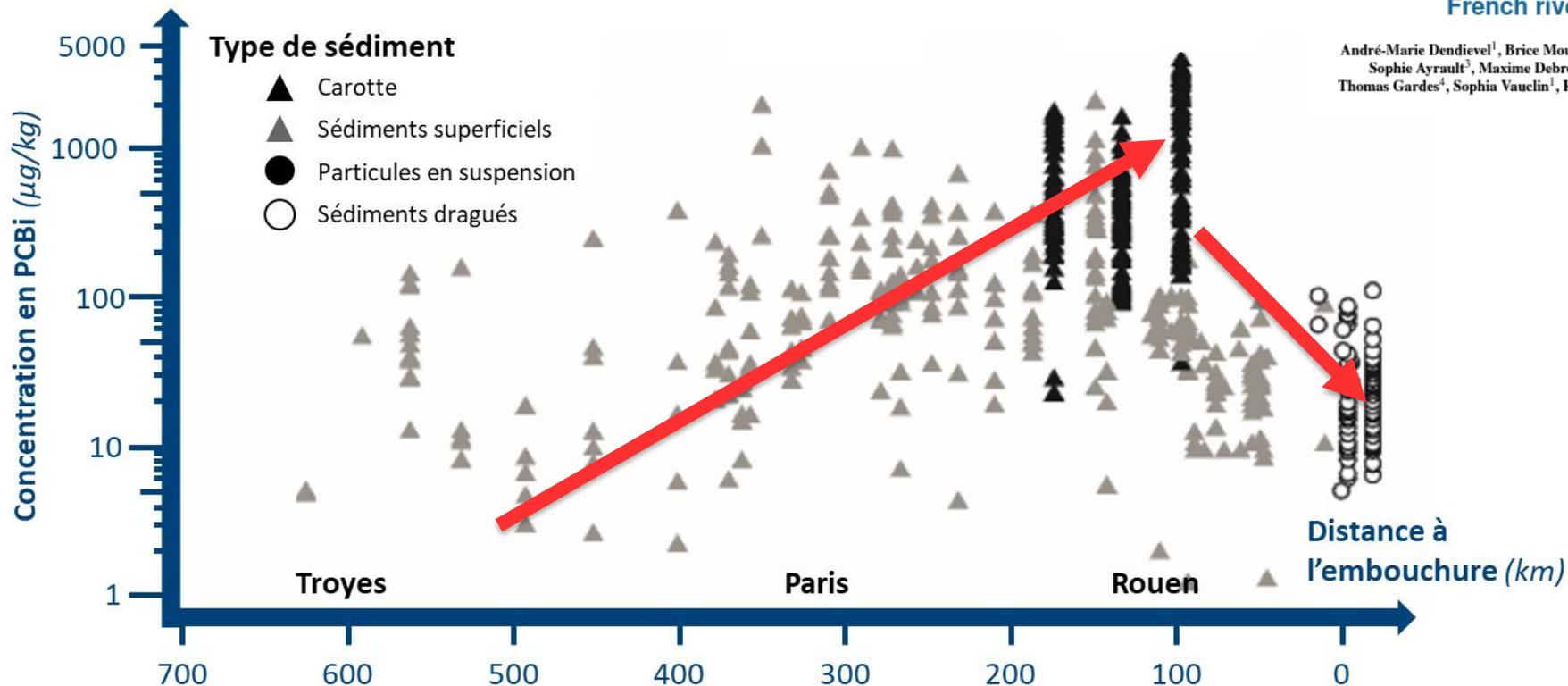
# Quelle évolution spatiale de la contamination ?

Un enrichissement progressif le long de l'axe Seine, puis une dilution vers la baie

Exemple des PCBi

Spatio-temporal assessment of the polychlorinated biphenyl (PCB) sediment contamination in four major French river corridors (1945–2018)

André-Marie Dendievel<sup>1</sup>, Brice Mourier<sup>1</sup>, Alexandra Coynel<sup>2</sup>, Olivier Evrard<sup>3</sup>, Pierre Labadie<sup>2</sup>, Sophie Ayrault<sup>3</sup>, Maxime Debret<sup>4</sup>, Florence Kotalo<sup>5</sup>, Yoann Copard<sup>4</sup>, Quentin Faivre<sup>6</sup>, Thomas Gardes<sup>4</sup>, Sophia Vauclin<sup>1</sup>, Hélène Budzinski<sup>2</sup>, Cécile Grosbois<sup>6</sup>, Thierry Winiarski<sup>1</sup>, and Marc Desmet<sup>6</sup>

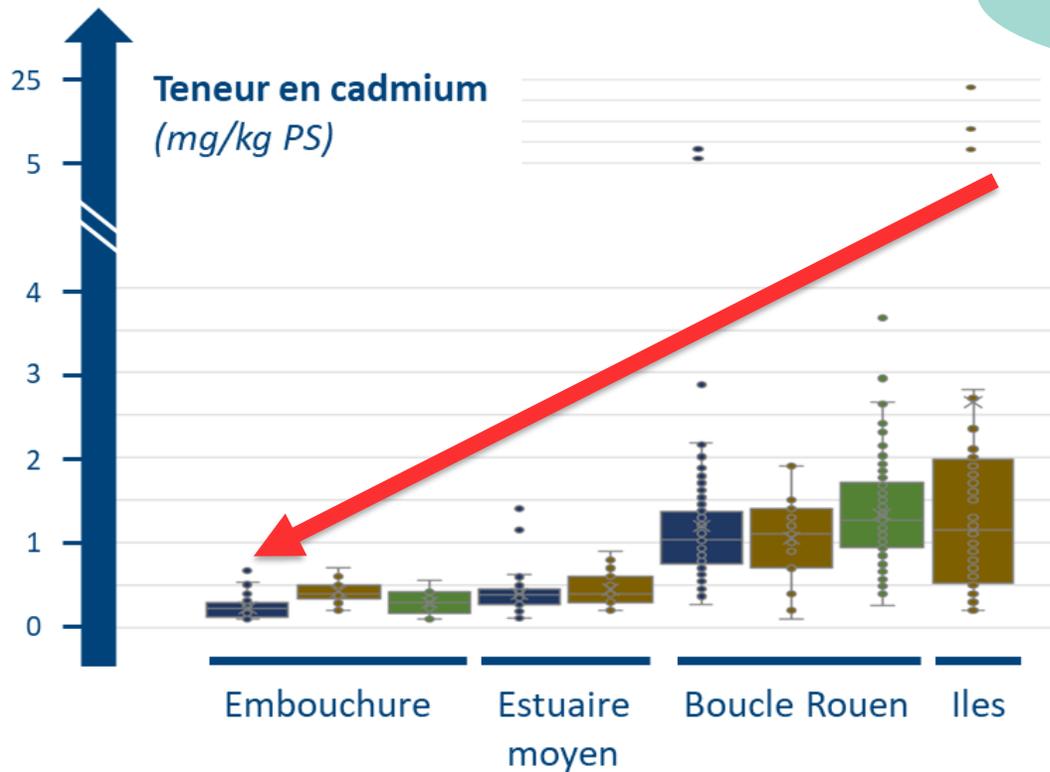


D'après Dendievel *et al.*, 2019



# Quelle évolution spatiale de la contamination ?

Un enrichissement progressif le long de l'axe Seine, puis une dilution vers la baie



Exemple du cadmium

Contexte de prélèvement des sédiments (2011-2022)

- Chenal de navigation
- Banquette latérale
- Souille portuaire

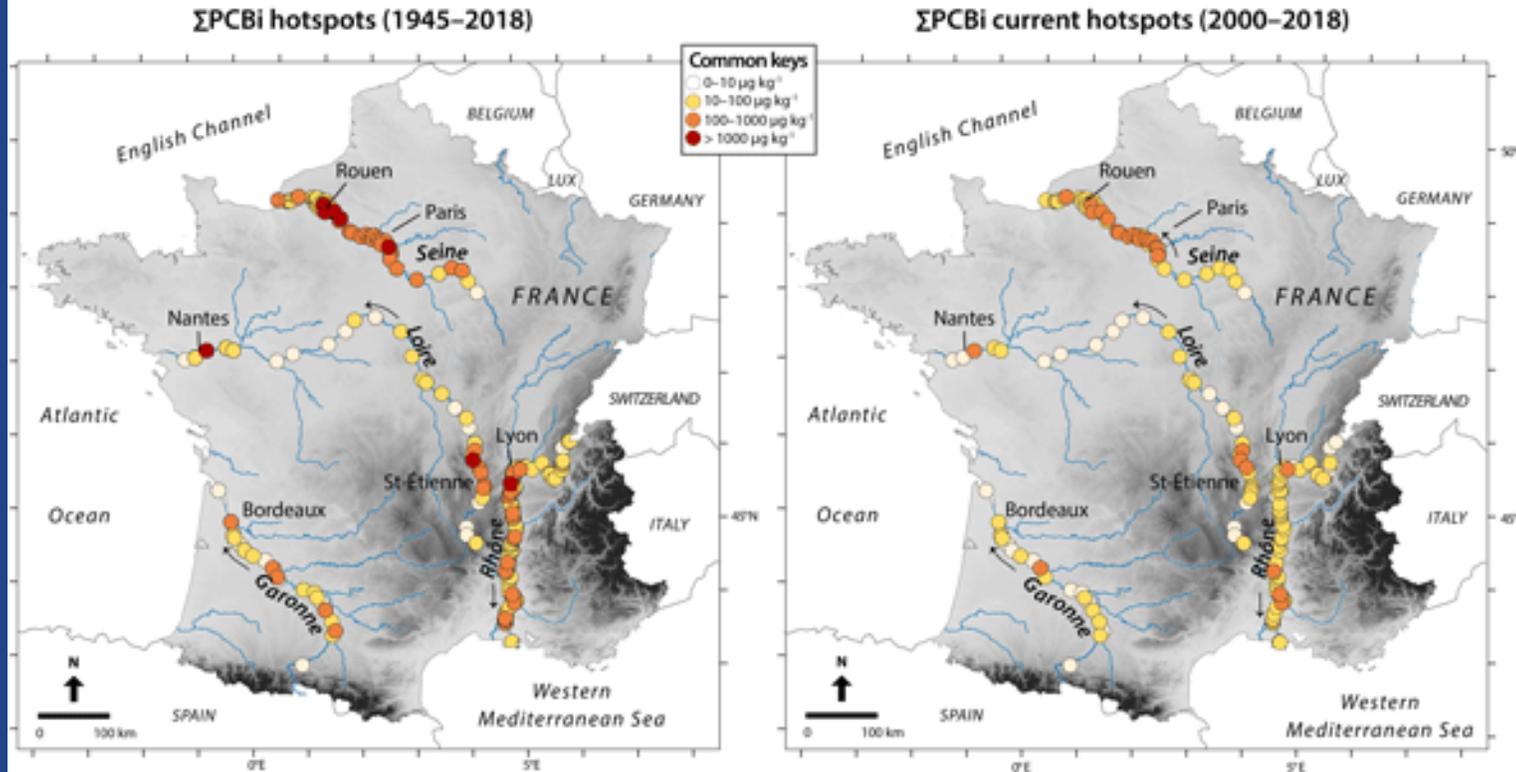
GIP Seine-Aval, 2023  
Source des données : AESN, HAROPA





# Quelle évolution temporelle de la contamination ?

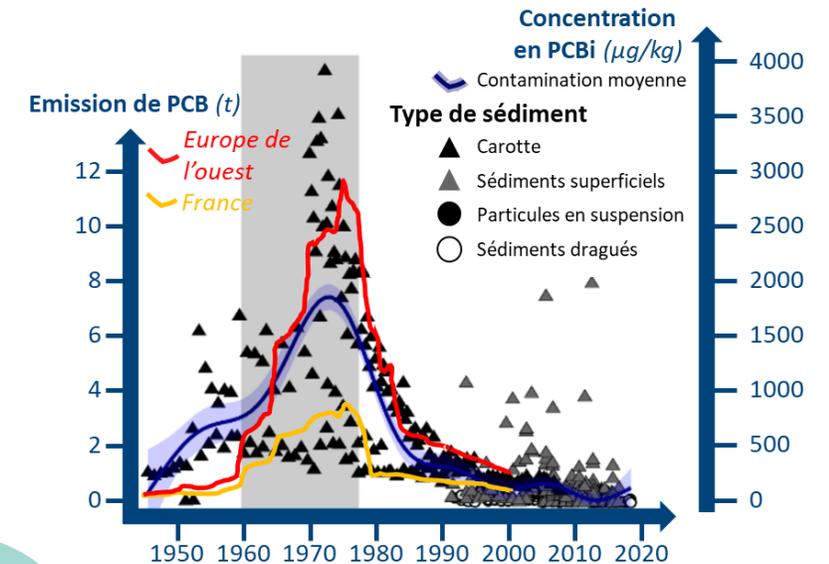
## Une amélioration historique très nette



### Exemple des PCB

#### Spatio-temporal assessment of the polychlorinated biphenyl (PCB) sediment contamination in four major French river corridors (1945–2018)

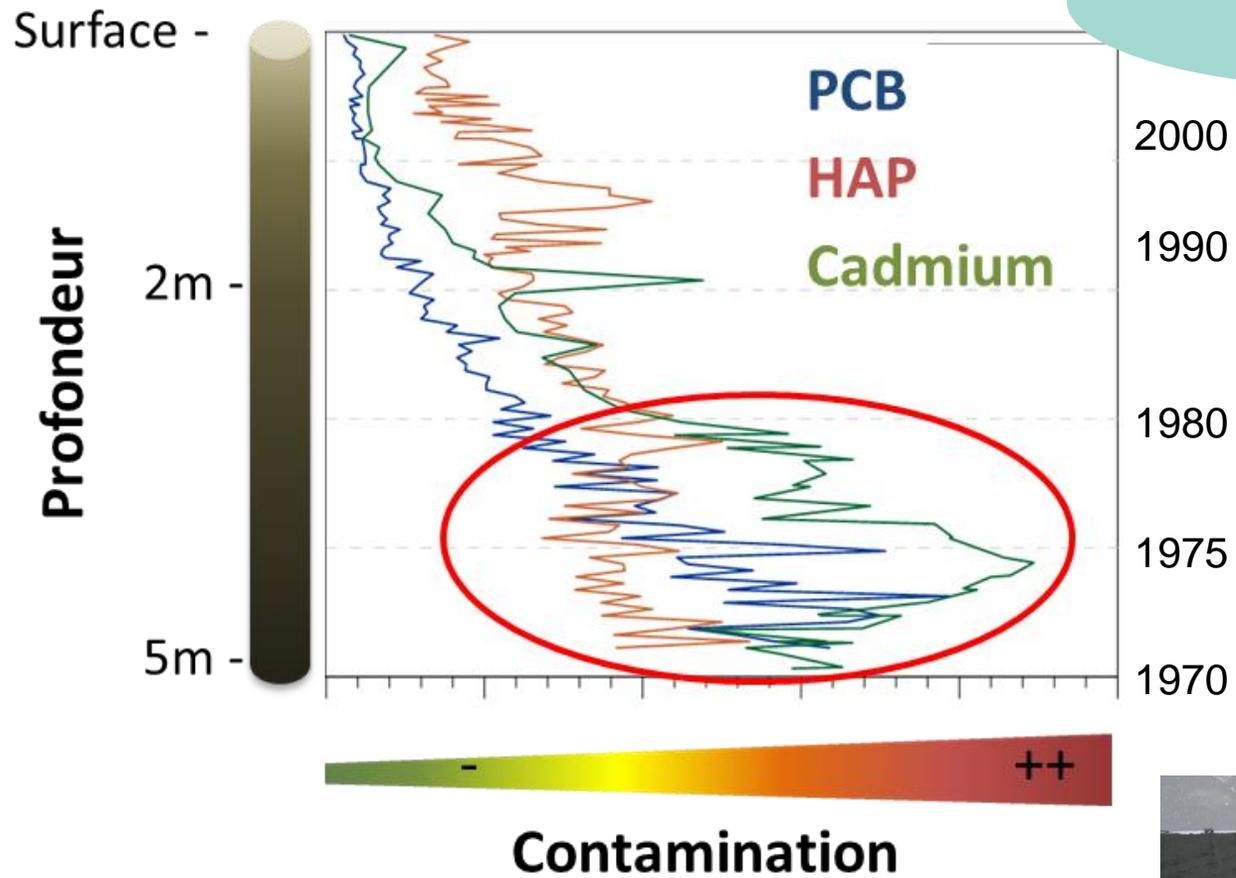
André-Marie Dendievel<sup>1</sup>, Brice Mourier<sup>1</sup>, Alexandra Coynel<sup>2</sup>, Olivier Evrard<sup>3</sup>, Pierre Labadie<sup>2</sup>, Sophie Ayrault<sup>3</sup>, Maxime Debret<sup>4</sup>, Florence Koltalo<sup>5</sup>, Yoann Copard<sup>4</sup>, Quentin Faivre<sup>6</sup>, Thomas Gardes<sup>4</sup>, Sophia Vauclin<sup>1</sup>, Hélène Budzinski<sup>2</sup>, Cécile Grosbois<sup>6</sup>, Thierry Winiarski<sup>1</sup>, and Marc Desmet<sup>6</sup>



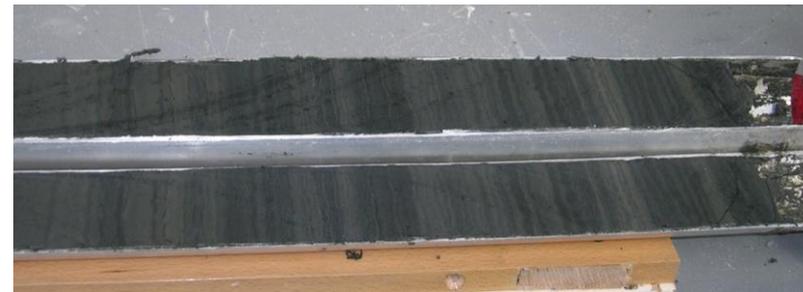
### Axe Seine

# Quelle évolution temporelle de la contamination ?

## Une amélioration historique très nette



Darse des docks (Rouen)



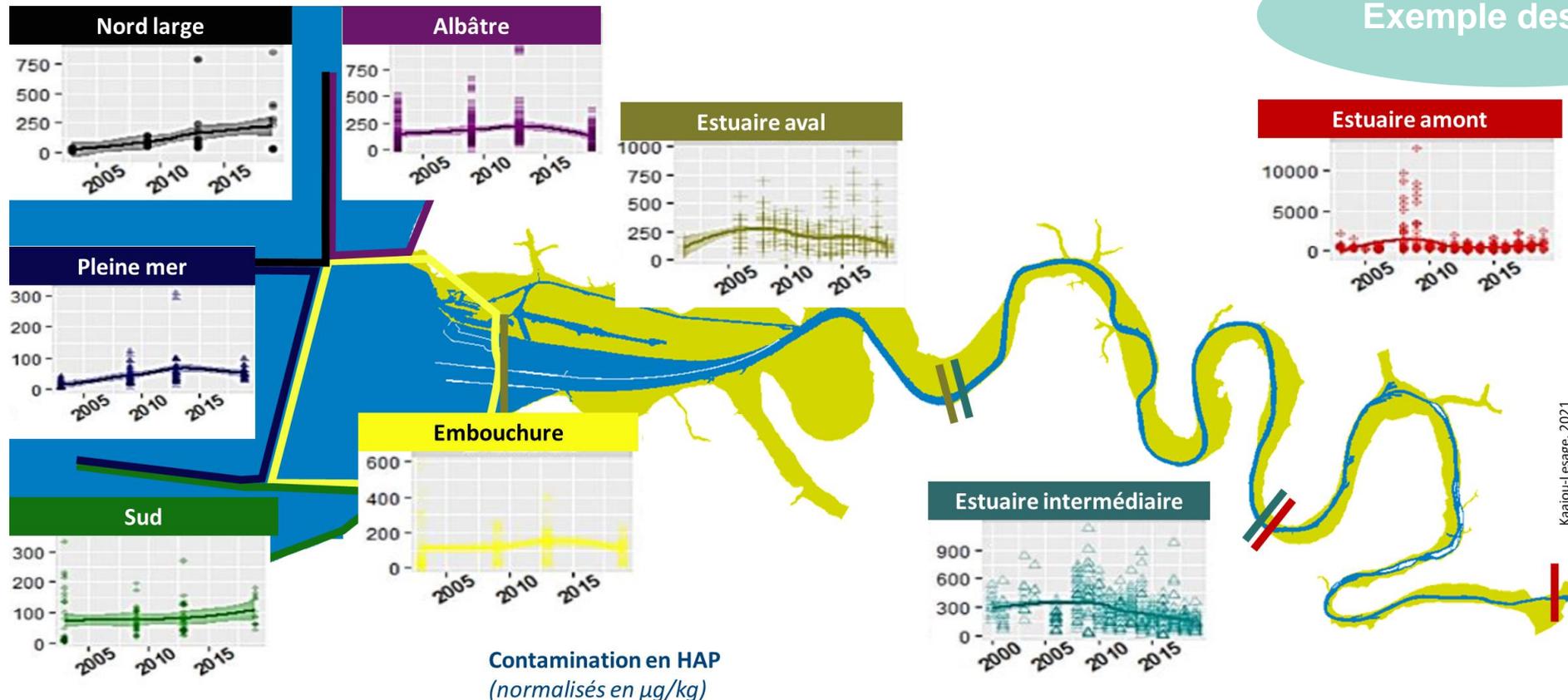
Projet SA4 RAPSODHIS

Les webinaires de l'estuaire #1 – 05 février 2024

# Quelle évolution temporelle de la contamination ?

## Une amélioration historique qui stagne depuis une 20aine d'années

- Apports actuels diffus
- Recirculation et dilution progressive d'un stock environnemental historique



# Quels impacts pour la vie aquatique ?

Projet SA5 HQ-FISH  
 Projet SA6 CHOPIN  
 - en cours -  
 Projet SA7 PHOCONTACT

## Les organismes benthiques, les premiers touchés

- Transfert trophique à partir du sédiment



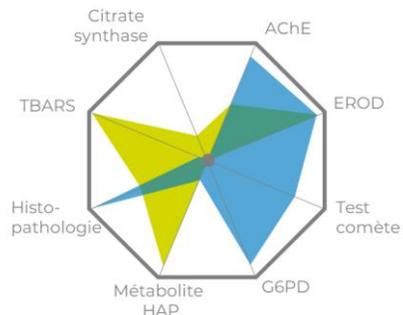
Métaux X3  
 PCB X8



???



- Impacts sur l'état de santé (exposition chronique)



**Biomarqueurs (flet)**

- Juillet 2018
- Janvier 2018

- Dépassement des normes sanitaires



Respect de la TMA	Bioaccumulation forte		Bioaccumulation faible			
	Anguille	Brème	Gardon	Perche	Rotengle	Sandre
Amont Poses	0% (n=11)	0% (n=5)	67% (n=9)	0% (n=1)		83% (n=12)
Poses - Rouen	0% (n=16)	17% (n=12)	24% (n=17)	83% (n=6)		33% (n=6)
Rouen - La Bouille	0% (n=15)	31% (n=16)	55% (n=20)	90% (n=10)		77% (n=13)
La Bouille - Tancarville	6% (n=16)	0% (n=6)	60% (n=5)		80% (n=5)	100% (n=3)
Tancarville - embouchure	0% (n=15)					

# Quelles contraintes pour les usages ?

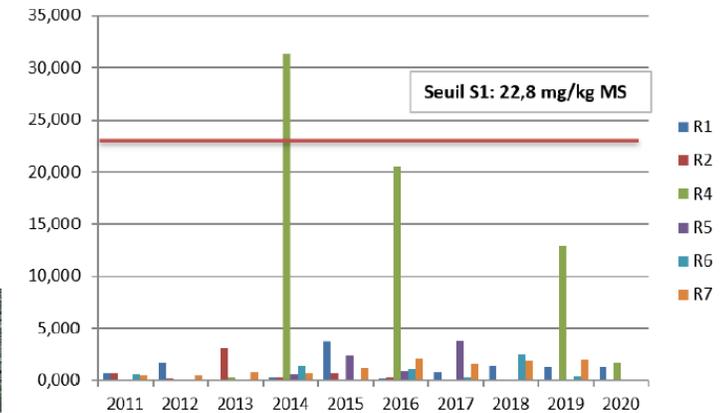
## Entretien des chenaux de navigation

- Valeurs de référence (*seuils S1 ; N1/N2*) pour réglementer la gestion des sédiments de dragage

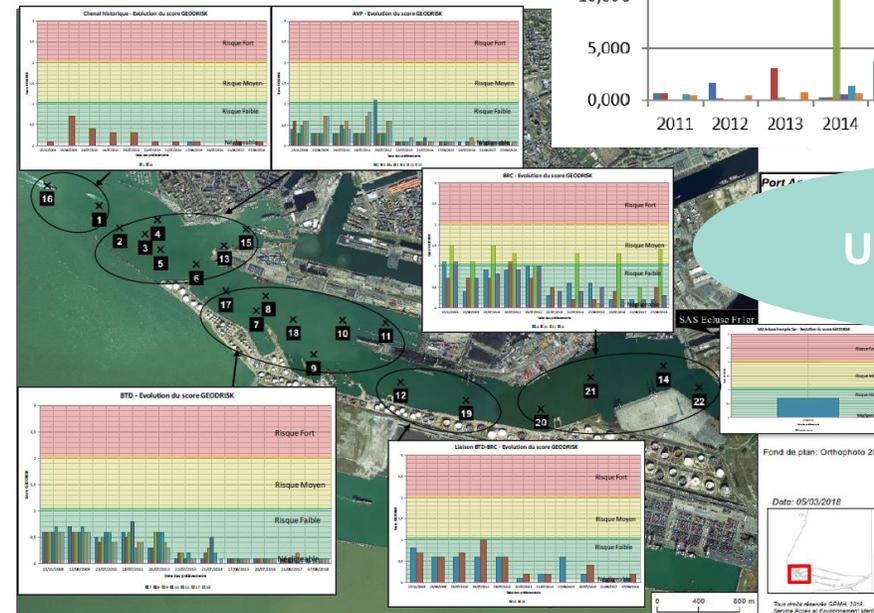
6 à 7 millions de m3 de sédiments dragués par an



Variation des concentrations en HAP sur les sédiments entre 2011 et 2020



Un suivi annuel



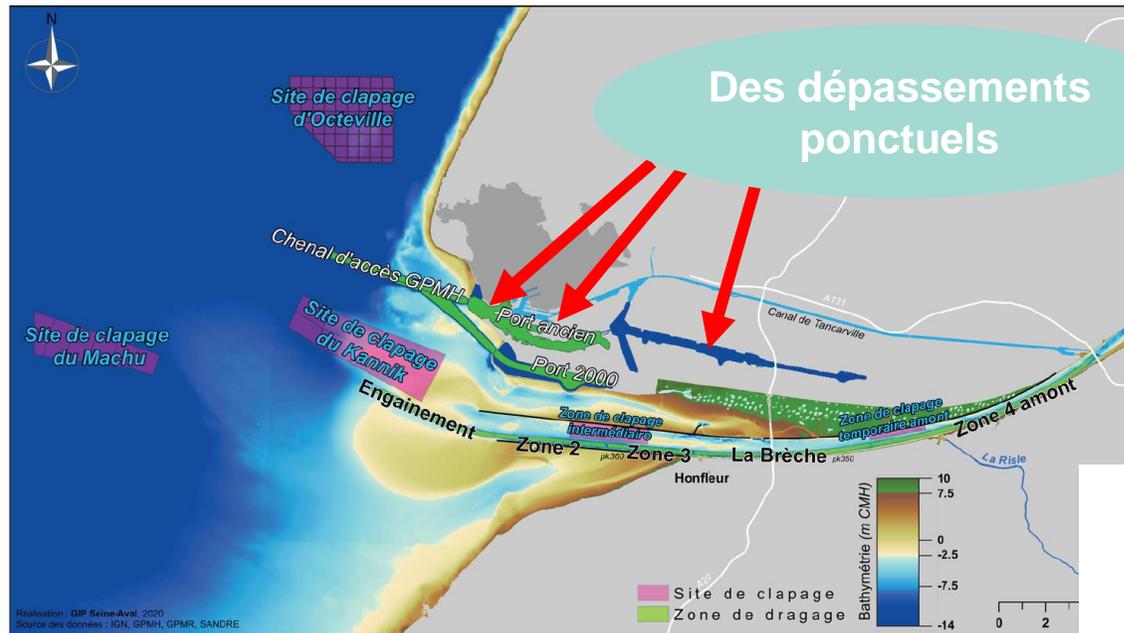
# Quelles contraintes pour les usages ?

## Entretien des chenaux de navigation

- Valeurs de référence (*seuils S1 ; N1/N2*) pour réglementer la gestion des sédiments de dragage
- Solution alternative au clapage quand dépassement

### Secteurs suspendus en 2017

- Grand Canal du Havre : point G2 HAPs>N2
- Bassin Bellot/Eure/Vetillart : points B3/E1/E2/E3/VET1 PCBs, métaux, HAPs, TBT >N2



En région, Seine-Maritime

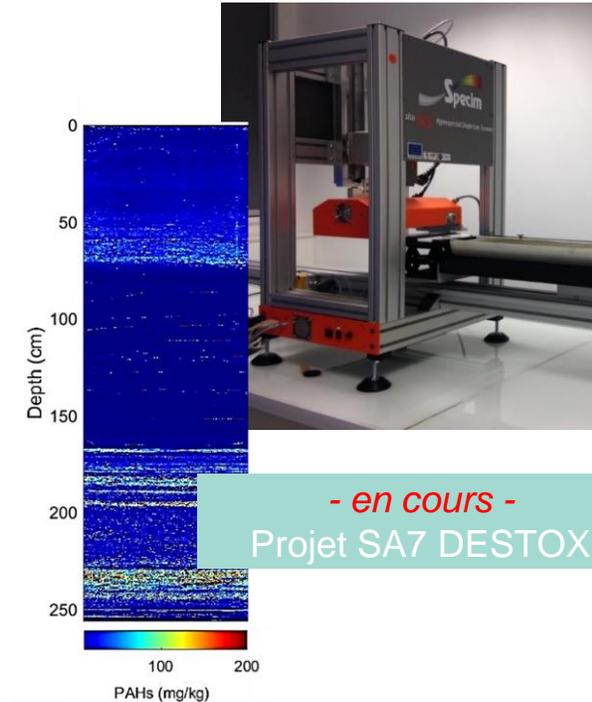
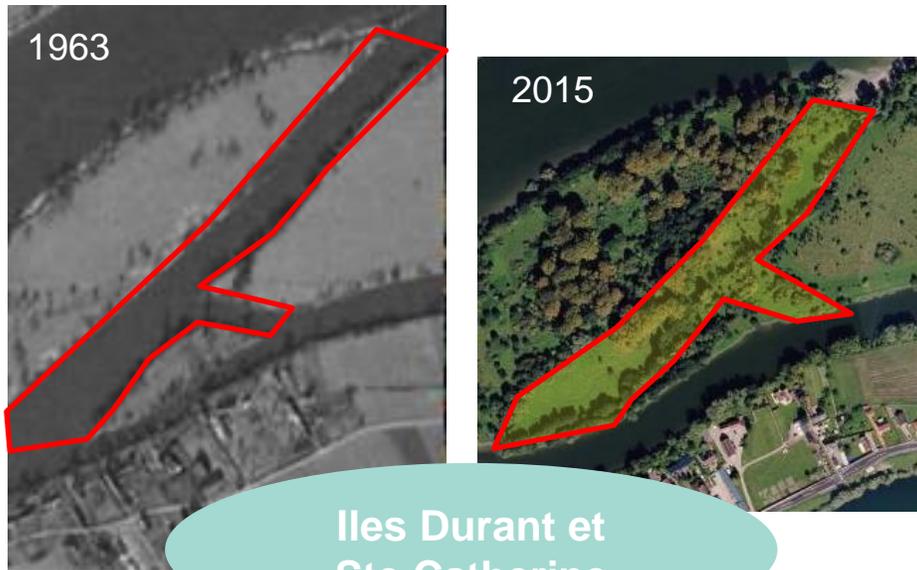
## À Rouen, Haropa Port utilise des bactéries pour laver le fond de la Seine

Lors d'une première nationale, 30 000 m3 de sédiments ont été traités avec des micro-organismes.

# Quelles contraintes pour les usages ?

## Des stocks de contaminants dans des zones d'accumulation sédimentaire

- Zones de ralentissement des courants (*bras morts, annexes hydrauliques, bassins portuaires*)
- Zones naturelles ou remblayées, aujourd'hui isolées du lit mineur par un endiguement



## Une remobilisation potentielle

- lors d'un aménagement ou d'un évènement érosif (*crue, tempête*)

# La contamination chimique des sédiments de l'estuaire de la Seine en résumé...

Une amélioration historique qui stagne

Des points chauds dans le secteur des îles

Des impacts sur la vie aquatique

Des niveaux de contamination qui contraignent des usages et la gestion



# Les besoins de connaissances à consolider / acquérir

**Intégration des nouvelles méthodes de suivi** (*e.g. stratégie, paramètre, outils*) **dans les réseaux de surveillance**

**Hiérarchisation des sources** (*e.g. lieu, moment*)

**Evaluation des stocks de contaminants et de leurs conditions de remobilisation**

**Impact sur la qualité de l'eau** (*et sur le vivant*) **des stocks vs flux**



# Pour aller plus loin sur la thématique...

## Des projets scientifiques Seine-Aval en cours

- **DESTOX** Estimation des stocks de contaminants dans le secteur des îles (coord. M. Debret, M2C)
- **TARANIS** Contamination et toxicité des MES prélevées en période de crue/orage (coord. F. Menet, Ifremer)
- **LitterBank** Imprégnation en microplastiques à proximité des zones d'accumulation de macrodéchets (coord. J. Gasperi, LEE)



Programme Seine-Aval 7

### DESTOX

Stocks de contaminants dans les vasières du secteur des îles

[Voir le projet](#)



Programme Seine-Aval 7

### LitterBANK

Dynamiques des déchets plastiques sur les berges

[Voir le projet](#)



Programme Seine-Aval 7

### TARANIS

Impacts des crues et orages sur la pollution chimique de l'estuaire

[Voir le projet](#)



# Pour aller plus loin sur la thématique...

## Des projets scientifiques Seine-Aval en cours

## Des publications

- Articles de vulgarisation
- Synthèses de connaissance
- Rapports scientifiques et techniques



## Une grande diversité de polluants présents dans les sédiments, avec des effets toxiques avérés

Depuis plusieurs décennies, la qualité chimique de l'estuaire de la Seine est suivie à la fois dans les eaux, mais également dans les sédiments. Cette matrice est particulièrement intéressante, car elle conserve la mémoire des substances chimiques peu ou pas dégradables qui transitent dans l'estuaire et permet d'avoir une vision intégrée des apports polluants. Sur les 700 substances recherchées dans les sédiments de l'estuaire, plus de 250 ont été mesurées au moins à une reprise depuis 2007. Pour les 450 autres sub-

stances recherchées, elles sont soit indétectables, soit présentes à des teneurs inférieures aux limites de quantification des laboratoires qui réalisent les mesures. Ces chiffres témoignent de l'imprégnation du compartiment sédimentaire par un large spectre de substances formant un cocktail chimique aux multiples ingrédients : des polluants historiques (e.g. métaux, HAP, PCB), mais aussi des substances d'intérêt émergent\* (e.g. produits pharmaceutiques, pesticides et métabolites, composés perfluoroalkylés, retardateurs de

flamme, plastifiants, surfactants). On peut également évoquer la contamination en microplastiques (<math>5\mu\text{m}</math>), avec plusieurs centaines de fragments, microbilles et fibres retrouvés en moyenne dans un kilogramme de sédiment.

+ de 250 substances chimiques détectées dans les sédiments de l'estuaire

Tout s'explique 1 - 1

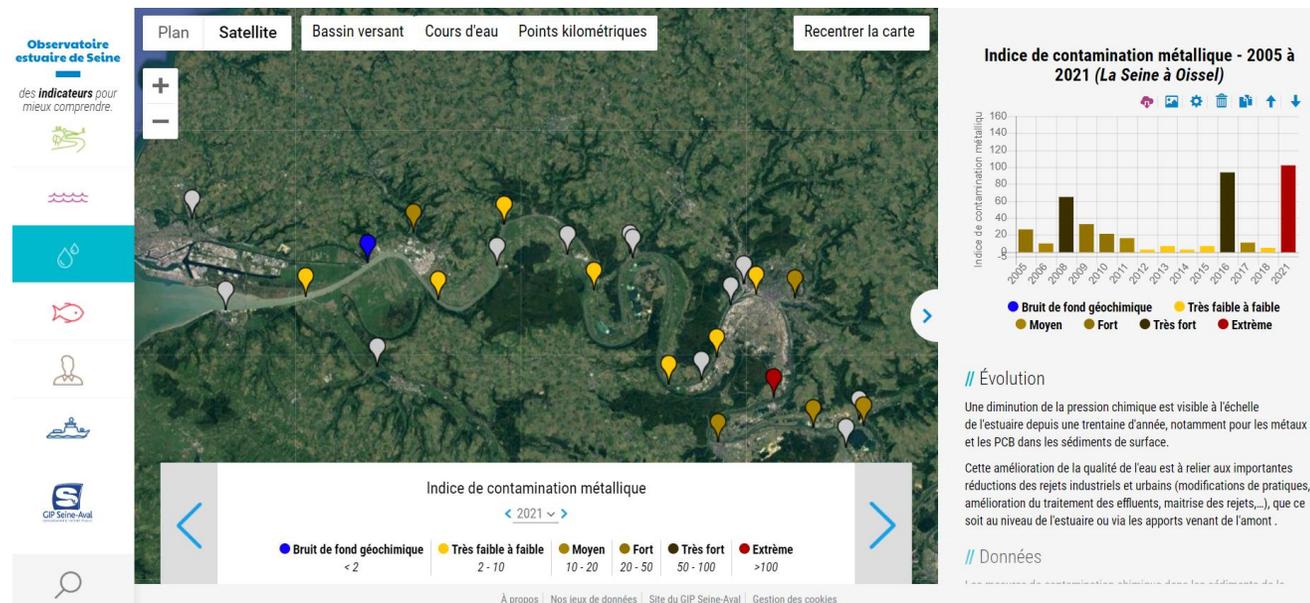
# Pour aller plus loin sur la thématique...

## Des projets scientifiques Seine-Aval en cours

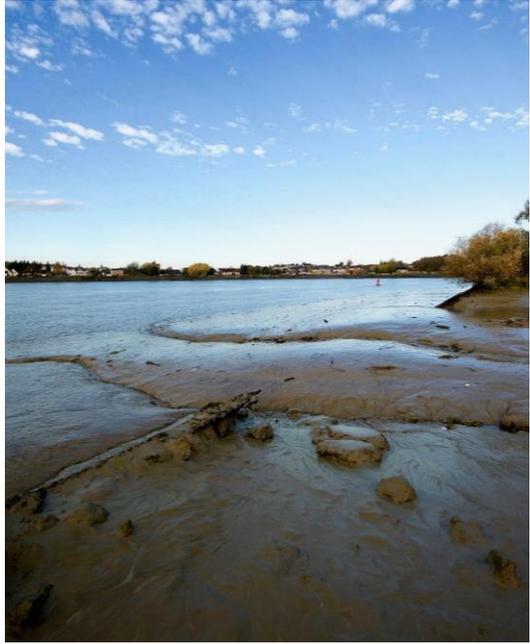
## Des publications

## Des données

- Suivis (AESN, Ifremer)
- Observatoire de l'estuaire de la Seine



# Place à vos questions



GIP Seine-Aval  
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

Les webinaires de l'estuaire #1 – 05 février 2024

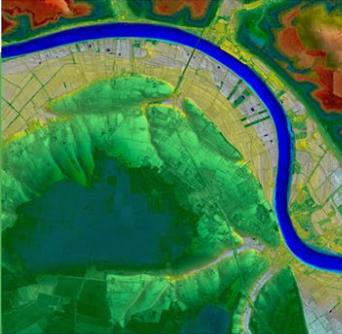


[cfisson@seine-aval.fr](mailto:cfisson@seine-aval.fr)

# Rendez-vous le **08 avril** pour parler anguille !

**LES WEBINAIRES DE L'ESTUAIRE**  
45 MINUTES POUR COMPRENDRE UNE THÉMATIQUE

**PROGRAMME 2024**

 <b>La contamination chimique des sédiments</b>		 <b>La pollution plastique</b>	
<b>05 février 2024</b>	<b>08 avril 2024</b>	<b>juin 2024</b>	<b>octobre 2024</b>
	 <b>Les enjeux de restauration des habitats de l'anguille</b>		 <b>Des outils pour le diagnostic des berges</b>

Inscription [www.seine-aval.fr/webinaires2024](http://www.seine-aval.fr/webinaires2024)

Revoir [www.youtube.com/@gipseine-aval8714](https://www.youtube.com/@gipseine-aval8714)