



TOUT S'EXPLIQUE !

La contamination chimique des sédiments de l'estuaire de la Seine

Issus des activités humaines, de nombreux contaminants organiques et métalliques circulent dans les cours d'eau. Ils peuvent rejoindre les estuaires, où ils s'ajoutent à ceux qui y sont directement rejetés. La qualité chimique des sédiments estuariens reflète ainsi les pressions, actuelles et passées, qui s'exercent sur leur bassin versant. L'évolution de cette qualité est également à relier avec la dynamique hydro-sédimentaire particulière de ces milieux spécifiques.

Quels sont les contaminants retrouvés dans les sédiments ? Comment varie cette contamination dans le temps et l'espace ? Comment impacte-t-elle les usages et quels sont les risques écologiques associés ? C'est à travers une synthèse des suivis environnementaux et des travaux scientifiques qu'une vision actualisée de cette problématique en estuaire de Seine a été proposée.

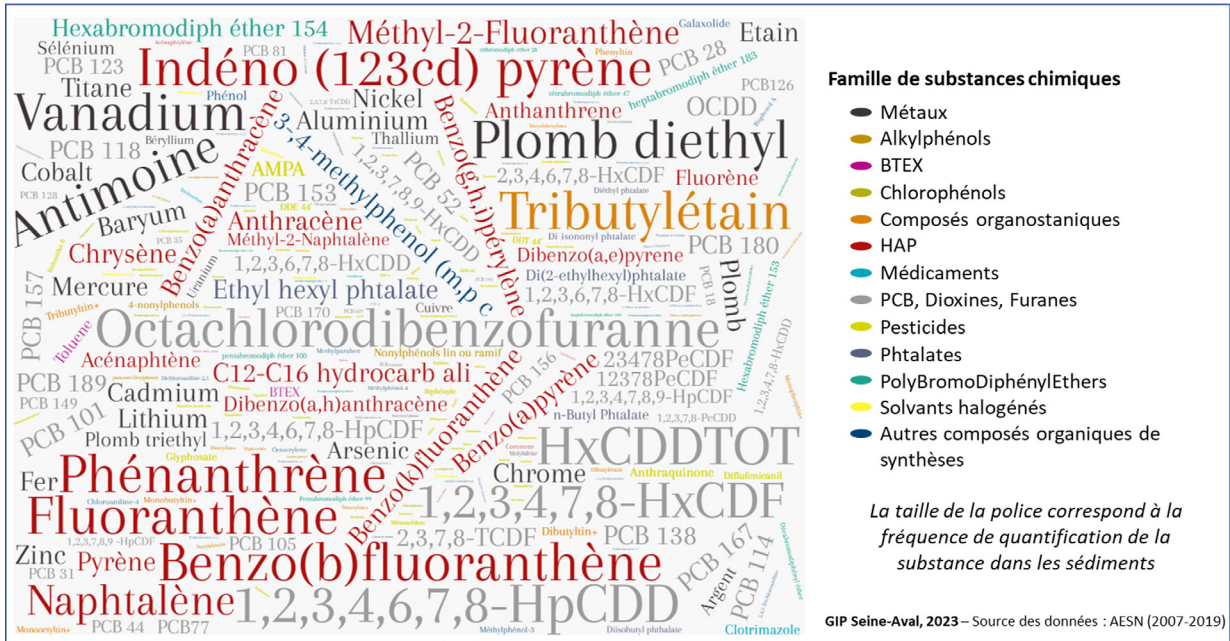
Une grande diversité de polluants présents dans les sédiments, avec des effets toxiques avérés

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 (<5µm), 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**



→ Substances chimiques quantifiées dans les sédiments de l'estuaire de la Seine (2007-2019).

Au-delà de cet inventaire de substances chimiques, il est important de considérer l'impact potentiel de ce cocktail sur les organismes aquatiques. Pour cela, des *bioessais** ont été réalisés sur des sédiments prélevés tout au

long de l'estuaire entre 2019 et 2020. Ils ont permis d'en évaluer la toxicité potentielle (génotoxicité, cytotoxicité, activité hormonale) et de mettre en évidence une **problématique écotoxicologique modérée relativement homogène**

le long de l'estuaire. Ces résultats viennent compléter le diagnostic de qualité chimique des sédiments, basé sur les données de concentrations en contaminants acquises par ailleurs, et montrent la complémentarité des approches.



→ Prélèvement de sédiments superficiels sur une banquette latérale de l'estuaire.

Une contamination qui varie dans le temps et dans l'espace

A l'échelle de l'axe Seine, l'évolution de la qualité chimique des sédiments raconte l'histoire de l'usage des différentes substances. **Le développement industriel et urbain le long de la vallée de la Seine au cours de la seconde moitié du XX^{ème} siècle a ainsi largement détérioré la qualité chimique des sédiments du fleuve**, avec un enrichissement marqué pour de nombreuses substances. Pour les PCB ou les métaux par exemple, une augmentation rapide et continue de concentrations a été observée entre 1945 et 1970, en lien avec leurs usages et des apports massifs dans le milieu. Une **baisse des concentrations s'est opérée à partir de la fin des années 1970**, notamment grâce à un traitement plus efficace des eaux usées et à des changements de pratiques industrielles. **Depuis le début des années 2000, la contamination chimique des sédiments superficiels est stabilisée à des niveaux modérés** qui s'expliquent par des apports actuels diffus, la recirculation et la dilution progressive d'un stock environnemental historique. En effet, des contaminants émis dans les années 1950 à 1980 sont restés stockés 1) dans les couches moyennes à profondes de vasières

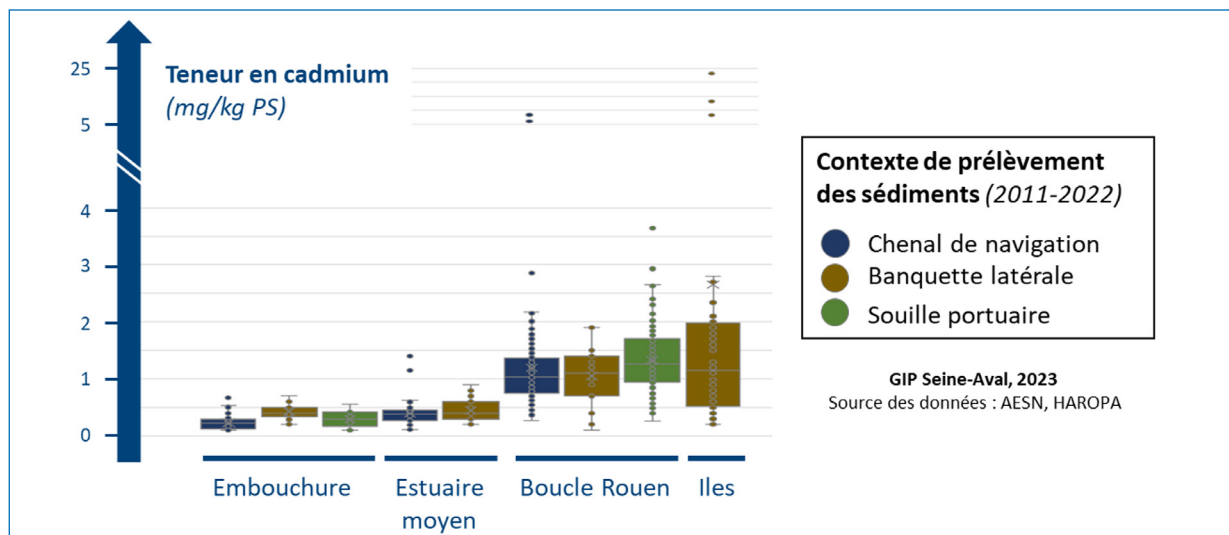
formées dans des zones de ralentissement des courants (e.g. bras morts, annexes hydrauliques, bassins portuaires) ou 2) dans les zones d'accumulation sédimentaire naturelles ou remblayées avec des sédiments de la Seine, aujourd'hui isolées du lit mineur par un endiguement. Bien que considérés comme immobilisés, **ces sédiments peuvent être remis en circulation lors d'un événement hydro-météorologique majeur** (e.g. crue, tempête) **ou lors d'une intervention anthropique qui remet en suspension le matériel sédimentaire et les contaminants associés**. Cette remobilisation potentielle se trouverait renforcée dans le contexte de changement climatique, avec des modifications du fonctionnement hydrologique de la Seine (intensité des crues,

durée et intensité des étiages) et des conditions marines (fréquence et intensité des tempêtes) qui pourraient conduire à une augmentation de la sensibilité à l'érosion de ces stocks.

D'un point de vue spatial, et quelle que soit la période considérée, un même schéma se dessine pour les principales familles de substances, avec :

- **des concentrations croissantes de l'amont de Paris jusqu'à la partie amont de l'estuaire** (i.e. entre Poses et Rouen), secteur où certains sites présentent des concentrations parfois extrêmes. Ceci s'explique par le cumul des apports de contaminants issus de tout le bassin versant, au fur et à mesure de leur transit d'amont en aval ;
- **des concentrations qui baissent de Rouen à l'embouchure de la Seine**, du fait de leur dilution dans la partie aval de l'estuaire et leur export vers la baie de Seine ;
- **une empreinte de la contamination en baie de Seine et le long du littoral**, notamment le long du pays de Caux, en raison de l'orientation générale du panache de la Seine qui se dirige préférentiellement vers le nord-est.

Une division d'un facteur 5 à 10 pour les principaux contaminants historiques depuis les années 1980



→ Contamination en cadmium dans les sédiments de l'estuaire de la Seine.



→ Système d'encagement pour suivre l'impact de la contamination sur les poissons.

Un stress pour les organismes aquatiques

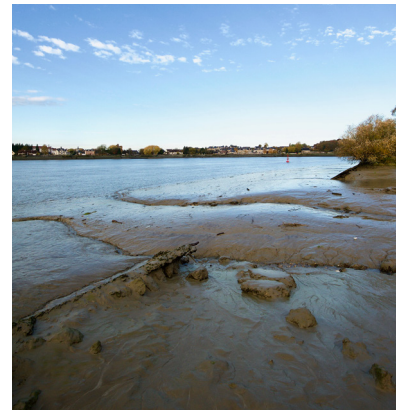
Les organismes benthiques, qui vivent en contact avec la couche superficielle des sédiments de fond, sont particulièrement concernés par cette contamination sédimentaire. **Les contaminants métalliques et organiques présents dans le sédiment peuvent en effet s'accumuler dans les organismes benthiques**, puis s'accumuler le long de la chaîne trophique. Cette bioaccumulation participe ainsi à l'exposition à la

Des effets néfastes de la contamination chimique visibles sur les poissons

contamination chimique de tous les réseaux trophiques estuariens, voire plus largement de la baie de Seine.

Parmi les organismes benthiques, l'état de santé des poissons plats comme le flet ou la sole est particulièrement scruté par les équipes scientifiques. **Des effets délétères liés à la contamination chimique ont ainsi été mis en évidence**, comme des atteintes à l'ADN, au système neurologique ou aux tissus et cellules. L'intensité de ces effets est modulée par le niveau de contamination des sédiments, avec 1) une amélioration de l'état de santé des organismes, en lien avec la baisse de la pression chimique depuis plusieurs décennies ; et 2) des organismes présents

à l'embouchure moins impactés que ceux présents plus en amont dans l'estuaire, en lien avec la dilution des contaminants de l'amont vers l'aval.



Des contraintes pour les usages et les projets d'aménagement



La contamination chimique des sédiments contraint également des usages de la Seine, notamment pour l'entretien des accès portuaires aux navires. En effet, **des dépassements des normes de gestion pour l'activité de dragage sont régulièrement observés** dans les sédiments prélevés en Seine et dans le port du Havre. Dans ce cas, une gestion alternative à l'immersion est mise en place pour limiter les risques environnementaux. L'activité de pêche en estuaire est également indirectement contrainte par la contamination sédimentaire, cette dernière pouvant se transférer dans le réseau trophique et entraîner des **dépassements des normes sanitaires pour la consommation des poissons**.

C'est le cas pour les PCB, dont les teneurs dans les poissons de l'estuaire en interdit la consommation. Enfin, la présence de stocks de contaminants dans les sédiments plus ou moins profonds et connectés avec le lit mineur de la

Seine est à considérer lors de projets d'aménagement ou de restauration écologique pour **limiter leur remise en suspension et éviter des apports additionnels de contaminants au milieu**.

Glossaire

Les **substances d'intérêt émergent** regroupent un ensemble de familles de substances dont l'étude de l'imprégnation environnementale est récente, du fait d'usages nouveaux ou de l'évolution des capacités analytiques des laboratoires prestataires de la surveillance environnementale

Un **bioessai** est un test de laboratoire qui permet d'évaluer l'activité biologique d'échantillons environnementaux (eau, sédiment), via l'exposition d'un modèle biologique à ces derniers.

 Plus d'infos

Fisson C., 2023. **La contamination chimique des sédiments de l'estuaire de la Seine : Etat des lieux et enjeux de gestion**. Fascicule Seine-Aval 3.8, 48p.



<https://www.seine-aval.fr/publication/fasc-contamination-chimique-sediments/>