



Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

Qualité de l'eau et contaminations : Contamination métallique dans l'estuaire de la Seine

Problématique

Utilisés par l'homme depuis l'antiquité, d'abord pour sa survie, puis son confort et ses loisirs, les métaux comptent de nombreuses et diverses utilisations (alliages, batteries, pigments, pesticides, médicaments, photographie,...) responsables de leur large dissémination dans l'environnement. Ce sont également des composants naturels de l'écorce terrestre qui rejoignent l'hydrosphère et la géosphère lors d'épisodes de volcanisme ou d'incendies de forêts. Bien que certains métaux soient indispensables au métabolisme des êtres vivants (ex. : arsenic, chrome, cuivre, fer, nickel, zinc), ils deviennent toxiques au delà d'une certaine concentration. D'autres métaux, tels que le cadmium ou le plomb, ne sont pas nécessaires à la vie et sont toxiques [Chiffolleau *et al.*, 2001].

Selon le métal considéré, les propriétés physico-chimiques sont extrêmement variables. Par exemple, leur solubilité varie selon la forme chimique du métal, ce qui est à l'origine de phénomènes de (re)dissolution / (re)précipitation lorsque les conditions du milieu changent (modification de salinité, de pH, ...). Selon les organismes, les espèces métalliques sont plus ou moins bioaccumulées (absorption et concentration dans tout ou partie de l'organisme), mais ne sont jamais biomagnifiées (augmentation de la concentration à chaque maillon de la chaîne trophique). Enfin, les métaux ne sont pas dégradables, malgré des changements de formes possibles.

Alliée à leur toxicité, leur présence dans tous les compartiments de l'environnement explique leur présence sur la liste des substances prioritaires pour la Directive Cadre Eau (cadmium, mercure, nickel, plomb) et sur la liste OSPAR (cadmium, mercure, plomb). L'estuaire de la Seine n'échappe pas à cette contamination métallique et la question du risque environnemental lié à la présence de ces substances dans l'écosystème estuarien est aujourd'hui posée.



Barrage de Poses (C. Lévêque).



Contamination métallique dans l'estuaire de la Seine

Situation

Des sources multiples, mais essentiellement en provenance de l'amont de l'estuaire

Les métaux aujourd'hui retrouvés dans l'estuaire de la Seine proviennent essentiellement des apports amont (bassin parisien). Les sources internes à l'estuaire sont relativement peu importantes et concernent plus les apports par ruissellement (retombées atmosphériques, agriculture,...) que les rejets directs (industries, STEP,...). Les vasières de l'estuaire peuvent également devenir des sources de métaux, en cas de relargage important des stocks qu'elles contiennent lors d'événements paroxysmiques (de type tempête, par exemple).

Des niveaux de contamination stables après une chute dans les années 1970 et 1980

La surveillance des contaminants métalliques dans l'estuaire de la Seine est réalisée dans trois compartiments de l'écosystème : l'eau, le sédiment et le biote (matière vivante). Ces trois compartiments, de part leurs spécificités et celles des substances chimiques recherchées, fournissent des informations complémentaires : le sédiment et le biote seront préconisés pour un suivi régulier d'une contamination chronique du milieu ; alors que l'eau sera préférée pour suivre un rejet accidentel ou une contamination importante et limitée dans le temps [Claisse *et al.*, 1992].

L'étude de carottes [Meybeck *et al.*, 2007] a montré que les concentrations de métaux, maximales entre 1950 et 1970, ont connues une diminution très importante dans les années 1970 et 1980. Cette diminution est actuellement ralentie, les teneurs environnementales de certains métaux étant proches des bruits de fond naturels. La comparaison des niveaux de contamination et du bruit de fond géochimique [Figure 1] montre que les niveaux moyens en argent, arsenic, cuivre et nickel sont comparables à ce bruit de fond naturel, alors que le plomb, le zinc et surtout le cadmium et le mercure peuvent être mesurés à des concentrations supérieures de plus d'un ordre de grandeur. L'analyse des niveaux de contamination métallique

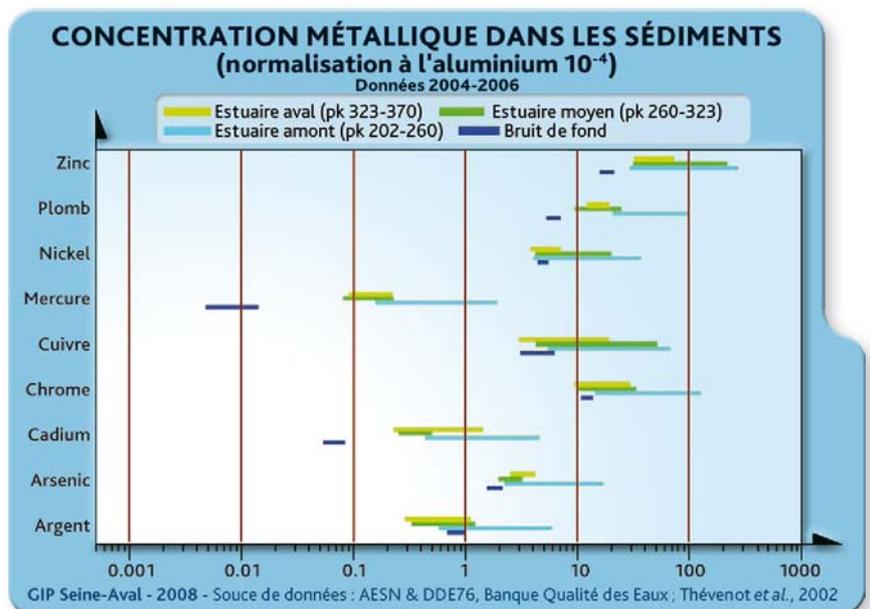


Figure 1 : Amplitude de la contamination métallique (2004 – 2006) dans les sédiments de l'estuaire de la Seine et bruit de fond géochimique.

des moules prélevées à l'embouchure de la Seine (Cap de la Hève – Villerville) n'indique pas de tendance évolutive claire sur la dernière décennie. Les teneurs mesurées [Tableau I] sont du même ordre de grandeur que la médiane des autres points de surveillance nationaux pour les principaux



métaux, à l'exception notable de l'argent qui est 30 fois supérieur. La contamination en plomb et en cadmium, bien que moins spectaculaire qu'il y a 10 ans, présente encore des niveaux proche du double de la médiane nationale. Les concentrations mesurées restent toujours inférieures aux limites de consommation.

Concentration dans les moules (mg/kg PS)	Embouchure de l'estuaire de Seine (2003-2005)		Médiane nationale	Limite de consommation
	Amplitude	Moyenne		
Argent	1.29 - 7.75	2.98 ± 2.15	0,1	-
Cadmium	0.5 - 2.15	1.34 ± 0.5	0,67	5
Chrome	0.59 - 4.95	1.71 ± 1.23	1	-
Cuivre	5.9 - 12.2	8.14 ± 2.07	6,5	-
Mercur	0.08 - 0.52	0.18 ± 0.12	0,12	2,5
Nickel	1.04 - 4.45	2.13 ± 0.94	1,5	-
Plomb	1.8 - 6.7	3.32 ± 1.55	1,5	7,5
Zinc	55 - 126	83.83 ± 23.76	107	-

Tableau I : Teneurs en métaux (2003 – 2005) dans les moules prélevées à l'embouchure de la Seine. Comparaison avec les médianes nationales et les limites de consommation

Le calcul annuel de l'indicateur de contamination métallique entre Poses et Honfleur permet d'appréhender l'évolution du niveau moyen de contamination métallique des sédiments fins de surface de l'estuaire et de sa Baie orientale [Tableau II]. Une diminution claire de la pression liée aux métaux est visible : d'une contamination forte jusqu'au début des années 1990, la tendance est aujourd'hui tournée vers une contamination faible dans la partie fluviale de l'estuaire. La contamination métallique de la partie orientale de la baie de Seine est quant à elle au niveau du bruit de fond géochimique. Il faut néanmoins garder à l'esprit que



Vasière au pied du pont de Normandie (R. Hocdé).

Zone géographique (P50 ICM)	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Poses - Honfleur	25		30	26	26	39	23	34	25	22	23	14	21	15	22	15	14	11	11	9	13	13	10	9	10	10	9
Baie de Seine orientale														-0,8										-1,5			

Tableau II : Indicateur de contamination métallique appliqué à la partie fluviale de l'estuaire de la Seine et à sa Baie orientale

≤ 2	Bruit de fond géochimique	2-10	Contamination très faible à faible	10-20	Contamination moyenne
20-50	Contamination forte	50-100	Contamination très forte		

cet indicateur est révélateur du niveau moyen de contamination et ne fait pas apparaître les contaminations ponctuelles.

Une consommation de coquillages sous surveillance

Le cas particulier du cadmium est à étudier avec attention. Il se concentre dans certains organes des coquillages et les teneurs mesurées dans les bulots prélevés en baie de Seine sont problématiques [Miramand *et al.*, 2004] : les bulots de plus de 70mm dépassent la limite de consommation fixée à 1mg/kg de poids frais, ce qui correspond à 5mg/kg de poids sec [Figure 2]. L'arrêté préfectoral du 21 janvier 2004 interdit d'ailleurs la consommation de bulots de plus de 70 mm entre Etretat et le Tréport et dans la zone d'Antifer (classement en zone de salubrité D par dérogation). Ces zones sont classées A pour les autres coquillages.

Pour la coquille Saint-Jacques, les plus fortes concentrations sont trouvées dans la glande digestive qui n'est normalement pas consommée. Les parties consommées (muscle et gonade) présentent des concentrations qui, bien qu'élevées, restent inférieures à la norme. Pour les moules, la comparaison des données mesurées avec les teneurs maximales autorisées dans les produits de la pêche ne montre pas de dépassement depuis 2003 [Tableau I].

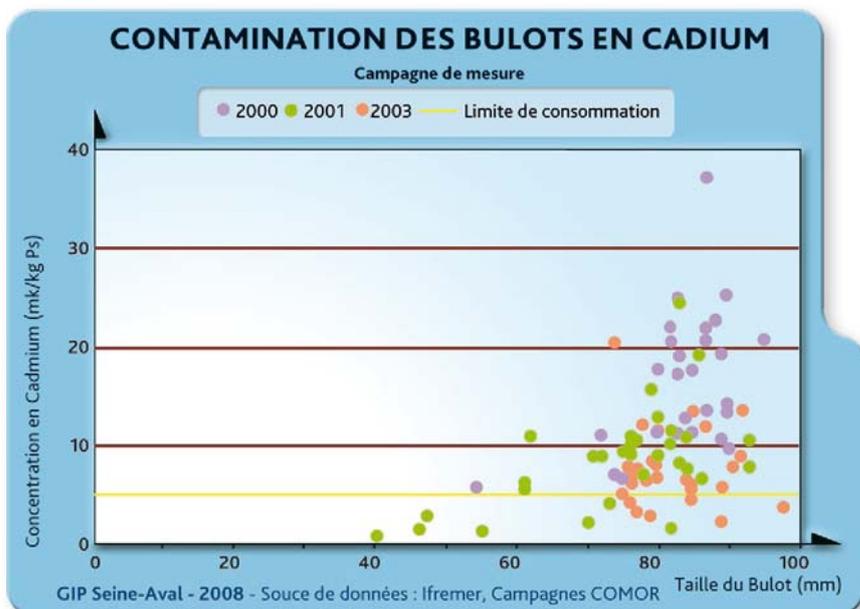


Figure 2 : Contamination en cadmium des bulots pêchés en Baie de Seine.

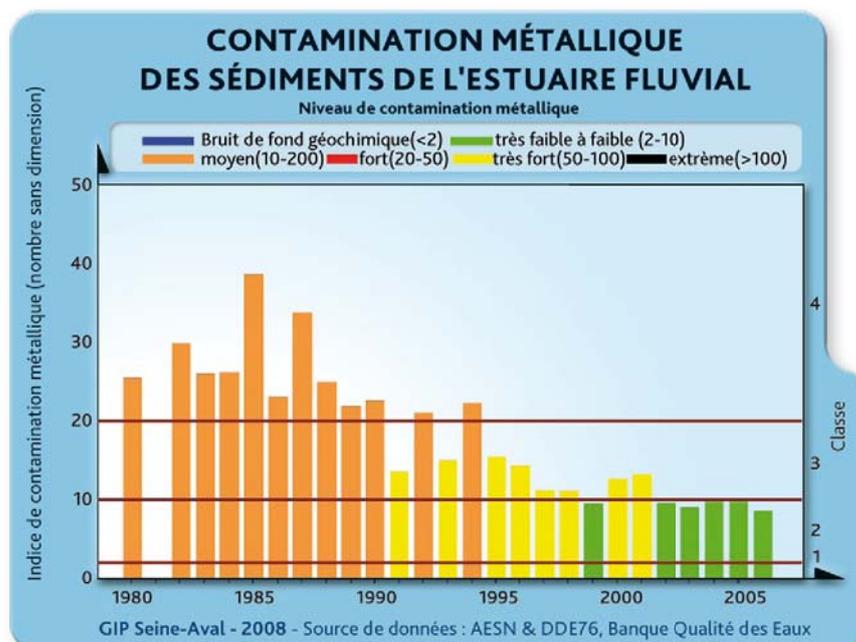


Contamination métallique dans l'estuaire de la Seine

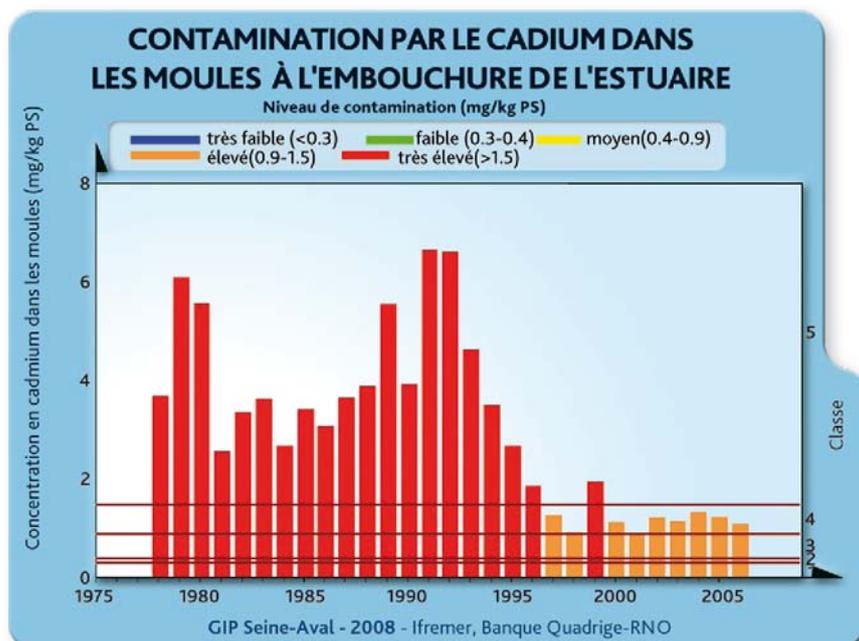
L'essentiel

La contamination métallique de l'estuaire de la Seine, maximale dans les années 1950 à 1970, a depuis très largement diminué et présente aujourd'hui des teneurs globalement stabilisées et proches du bruit de fond pour la partie orientale de la Baie de Seine. Les teneurs en cadmium et mercure (dans le sédiment de l'estuaire fluvial), et en argent (dans les moules de l'embouchure) restent néanmoins supérieures au bruit de fond et aux teneurs observés sur le reste de la façade Manche-Atlantique.

Précisons que ces indicateurs reflètent la contamination métallique moyenne de l'estuaire et ne prennent pas en compte les contaminations potentielles (accident, remise en suspension de sédiments anciens contaminés,...).



Indicateur 1 : Contamination métallique des sédiments de l'estuaire fluvial de la Seine.



Indicateur 2 : Contamination par le Cadmium dans les moules à l'embouchure de l'estuaire.

Notons également que l'accumulation du cadmium par les coquillages pose problème, entraînant une interdiction de consommation des bulots de plus de 70 mm. De nombreuses incertitudes demeurent néanmoins sur l'analyse du risque liée à la contamination métallique et les efforts de recherche et de surveillance doivent être maintenus pour mieux caractériser ce risque. Les larges efforts déjà entrepris pour diminuer les rejets métalliques doivent être poursuivis à l'échelle du bassin versant de la Seine et partagés par les secteurs industriel, agricole, du tertiaire et du transport.

Contamination métallique dans l'estuaire de la Seine

Sources et méthodes

Figure 1

Les gammes de concentrations métalliques mesurées dans les sédiments estuariens correspondent aux valeurs minimales et maximales mesurées dans les 3 zones de l'estuaire (estuaire amont, moyen et aval) entre 2004 et 2006 sur les sédiments fins de surface. Pour s'affranchir de la variabilité granulométrique des échantillons et améliorer l'interprétation des résultats, ces mesures sont normalisées à l'aluminium.

[Source des données : AESN & DDE76, Banque Qualité des Eaux ; Thévenot et al., 2002]

Figure 2

Les concentrations en cadmium mesurées dans les bulots (mg/kg de poids sec) pêchés en Baie de Seine sont comparées à la limite de consommation.

(Source des données : Ifremer, campagnes COMOR)

Tableau I

Les concentrations métalliques mesurées dans les moules (mg/kg de poids sec) prélevées à l'embouchure de l'estuaire de la Seine sont comparées à la médiane des concentrations mesurées dans les points de surveillance du littoral Manche-Atlantique et à la limite de consommation.

[Source des données : Ifremer, Banque Quadrige-RNO]

Tableau II et Indicateur 1 :

L'indicateur de contamination métallique est basé sur les différences entre les teneurs environnementales et les bruits de fond géochimiques en cadmium, cuivre, mercure, plomb, zinc dans les sédiments fins de surface. Nombre sans dimension, il résulte de la somme des différences relatives observées pour chaque métal (sauf pour le mercure dont le poids relatif a été divisé par 8 en raison de sa variabilité spatiale et temporelle, de sa difficulté d'analyse et de sa sensibilité extrême aux impacts anthropiques). Il est calculé pour la zone fluviale de l'estuaire (Poses – Honfleur) et dans la partie orientale de la Baie de Seine.

[Source des données : Meybeck et al., 2004 ; Thévenot et al., 2002 ; Avoine et al., 1986 ; AESN & DDE76, Banque Qualité des Eaux ; Ifremer, Banque Quadrige-RNO]

Indicateur 2

La contamination en Cadmium des moules à l'embouchure de l'estuaire de la Seine est issue de prélèvements effectués à Villerville et au cap de la Hève, hors période de reproduction (octobre à mars) et correspond à la moyenne des mesures hivernales.

[Source des données : Ifremer, Banque Quadrige-RNO]

Références Bibliographiques

- Agence de l'Eau Seine Normandie & Direction Départementale de l'Équipement de Seine-Maritime, 2007. Réseau National de Bassin, Banque Qualité des Eaux.
- Avoine J., Boust D., Guillaud J.F., 1986. Flux et comportements des contaminants dissous et particulaires dans l'estuaire de la Seine. Rapport P, V Réunion Cons Int Explor Mer, 186: 392-411.
- Chiffolleau J.F., Claisse D., Cossa D., Ficht A., Gonzalez J.L., Guyot T., Michel P., Miramand P., Oger C., Petit F., 2001. La contamination métallique. Programme Seine Aval, fascicule n°8, Editions Ifremer, Plouzané (France). ISBN 2-84433-028-2, 39 p.
- Claisse D., Joanny M. et Quintin J.Y., 1992. Le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin (RNO). Analysis, 20 : 719-722.
- Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) – Ministère de l'Écologie du Développement et de l'Aménagement Durable (MEDAD). Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin, banque Quadrige.
- Meybeck M., Horowitz A.J., Grosbois C., 2004. The geochemistry of Seine River Basin particulate matter : distribution of an integrated metal pollution index. Science of the Total Environment 328, 219-236.
- Meybeck M., Lestel L., Bonté P., Moilleron R., Colin J.L., Rousselot O., Hervé D., De Pontevis C., Grosbois C. and Thévenot D.R., 2007. Historical perspective of heavy metals contamination (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn) in the Seine River basin (France) following a DPSIR approach (1950-2005). Science of the Total Environment, 375 (1-3) : 204-231.
- Miramand P., Guyot T. et Bustamante P., 2003. Analyse des concentrations en Ag et en Cd dans les tissus de coquilles St Jacques (*Pecten maximus*) et de bulots (*Buccinum undatum*) prélevés en différents points des côtes françaises. Rapport Seine-Aval 2002, Application Recherche, 12 p.
- Thévenot D.R., Meybeck M. et Lestel L., 2002. Métaux lourds : des bilans en mutation. PIREN-Seine 1998-2001, 78 p.

Cette fiche thématique s'intègre dans le système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine.

Elle est éditée par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval - 12 avenue Aristide Briand - 76000 Rouen
www.seine-aval.fr

Conception, rédaction :
GIP Seine-Aval
Président : Alain Le Vern
Directeur : Loïc Guézennec
Contact : gipsa@seine-aval.fr
Infographie : Quai 24, Le Havre
Crédits photos :
GIP Seine-Aval
Tirage : 1000 exemplaires
ISSN : en cours

Le GIP Seine-Aval est financé par :

