



Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

Qualité de l'eau et contaminations : Contamination par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans l'estuaire de la Seine

Problématique

Présents dans tous les compartiments de l'environnement, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) regroupent un ensemble très vaste de composés organiques constitués de deux à sept cycles aromatiques [figure 1]. Ils sont formés en mélange et ont trois origines principales : pyrolytique (combustion de matériel organique par les industries, transports, incinérateurs, incendies), pétrogénique (introduction dans l'environnement à partir de produits pétroliers et dérivés) et diagénétique (formation naturelle du pétrole).

Les HAP légers (naphtalène, acénaphène, anthracène) se distinguent des HAP lourds (Benzo(a)pyrène, Benzo(g,h,i)pérylène) par leur nombre de cycles aromatiques et donc par leur poids moléculaire. Ces différences jouent sur leurs propriétés physico-chimiques et toxicologiques qui diffèrent. Cependant, ces molécules sont peu solubles, hydrophobes et dégradées très lentement, ces caractéristiques étant d'autant plus vraies que le composé présente un nombre de cycle élevé. Ainsi, les HAP auront tendance à s'adsorber sur les matières en suspension et à s'accumuler aussi bien dans les sédiments (plus spécifiquement sur les particules fines) que dans les organismes vivants. Ce risque de bioconcentration, important chez les organismes aquatiques (phytoplancton, zooplancton, bivalves, gastéropodes), est moindre chez les vertébrés (poissons, mammifères) du fait de la dégradation des HAP par le système enzymatique. La toxicité des

HAP est reconnue et ces substances sont classées cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques. Outre leur caractère ubiquiste, leur forte toxicité justifie leur classement en Polluant Organique Persistant et leur inscription comme substances prioritaires sur les listes de la Commission Européenne, de l'Agence de Protection de l'Environnement des Etats-Unis et de l'Organisation Mondiale de la Santé. L'estuaire de la Seine n'échappe pas à cette contamination et la question du risque environnemental lié à leur présence dans l'écosystème estuarien est aujourd'hui posée.



Pétrolier en Seine (S. Moussard).

Contamination par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans l'estuaire de la Seine

Situation

Des apports essentiellement issus des retombées atmosphériques

Principalement émis lors de la combustion de matière organique, les HAP transitent préférentiellement par l'atmosphère avant de retomber sur les sols. Bien que les apports en HAP à l'estuaire de la Seine proviennent majoritairement de l'amont, les apports internes à l'estuaire sont loin d'être négligeables. En effet, les ruissellements urbains transportent à la Seine les HAP issus des retombées atmosphériques émises par le chauffage domestique et le trafic automobile [Figure 2]. Grâce aux efforts réalisés depuis une vingtaine d'années, les rejets industriels sont désormais très fortement réduits et ne participent à la contamination de l'estuaire que de façon marginale. Les apports (estimés à plus d'une tonne en 2000) proviennent essentiellement de l'habitat résidentiel et du secteur tertiaire [CITEPA, 2006].

Des niveaux de contamination élevés

La surveillance des HAP en estuaire de la Seine est réalisée dans deux compartiments de l'écosystème : le sédiment et le biote (matière vivante). Considérés comme intégrateurs, ils permettent un suivi régulier d'une contamination chronique du milieu [Claisse *et al.*, 1992]. L'analyse du niveau de contamination sédimentaire des 9 HAP principaux

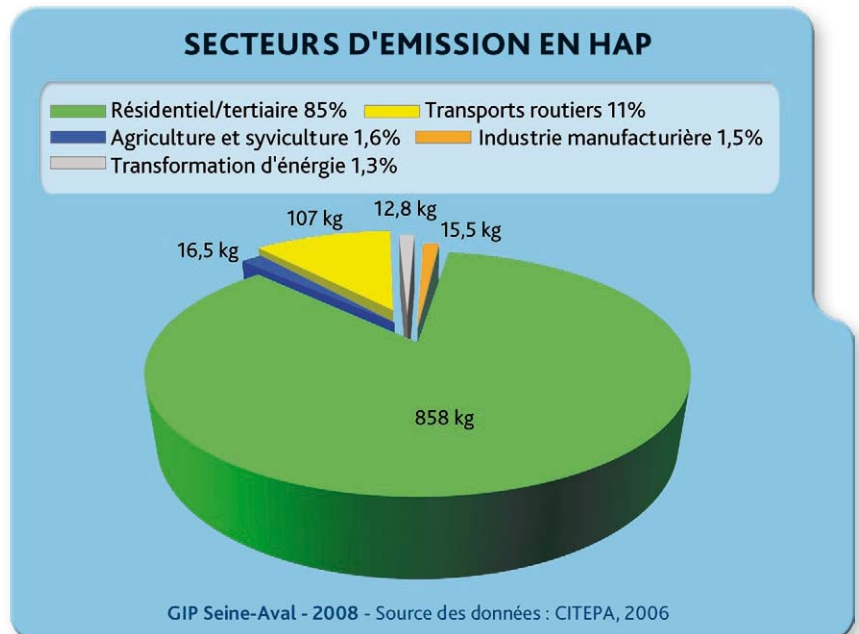


Figure 2 : Répartition des émissions atmosphériques en HAP en Haute-Normandie, par secteur en 2000.

montre que les plus fortes contaminations sont mesurées à Poses, à Oissel et dans les affluents de la Seine (Eure, Cailly, Austreberthe et Commerce). Les canaux et bassins du Port Autonome du Havre, ainsi que la partie fluviale de la Seine, sont également largement contaminés, bien qu'une décroissance vers l'aval soit généralement observée. En baie de Seine, les contaminations les plus élevées se situent à l'embouchure et le long de la côte du pays de Caux, ceci s'expliquant par le panache de la Seine qui s'écoule vers le Nord-Est [Figure 3].

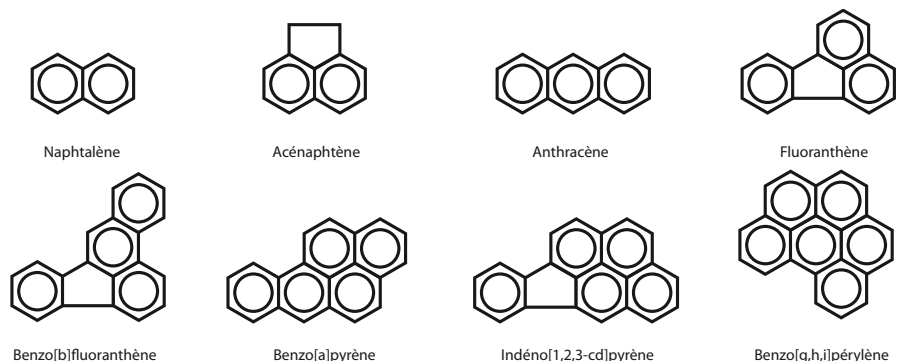


Figure 1 : Formules développées des principaux HAP.

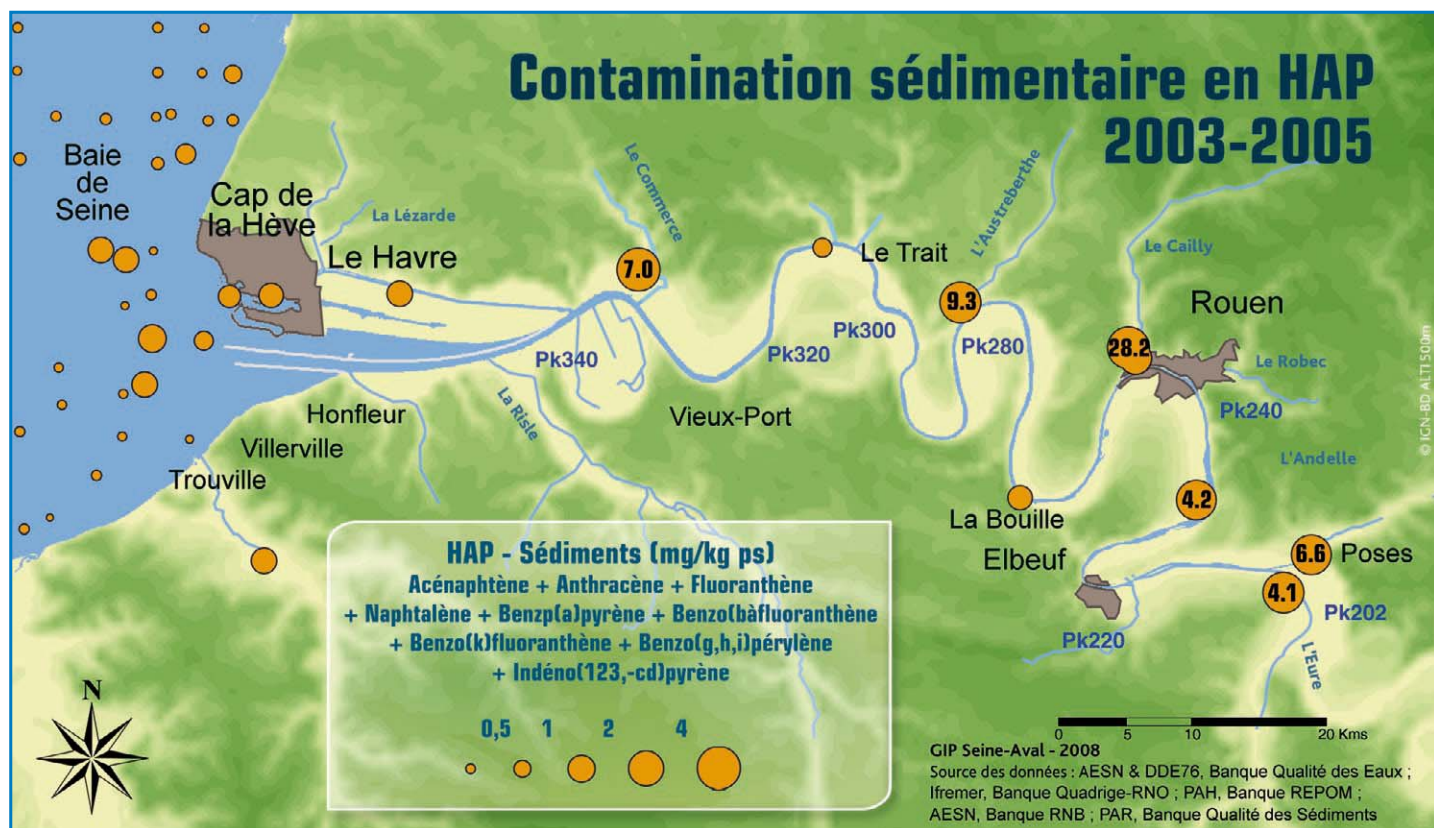
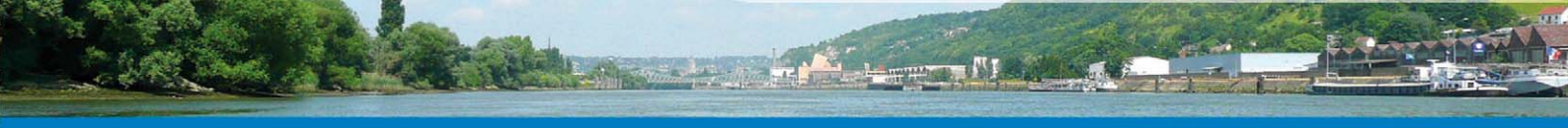


Figure 3. Contamination des sédiments de l'estuaire de la Seine en HAP.

L'impact du panache de la Seine est également visible sur les niveaux de contamination des moules prélevés à l'embouchure : les moules du cap de la Hève présentant des taux de contamination plus élevés que celles prélevées à Villerville. Pour le fluoranthène, ces niveaux de contamination sont respectivement supérieurs à la médiane des mesures réalisées sur la façade Manche-Atlantique d'un facteur 10 et 3 [Ifremer, 2007]. L'analyse des niveaux de contamination en Benzo(a)Pyrène de ces moules ne montre pas de tendance évolutive claire lors de la dernière décennie [Figure 4].

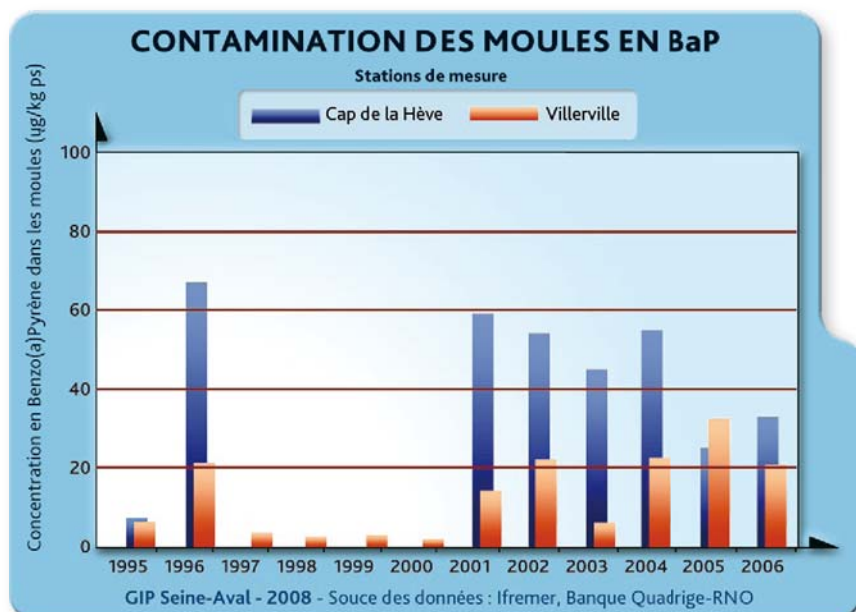
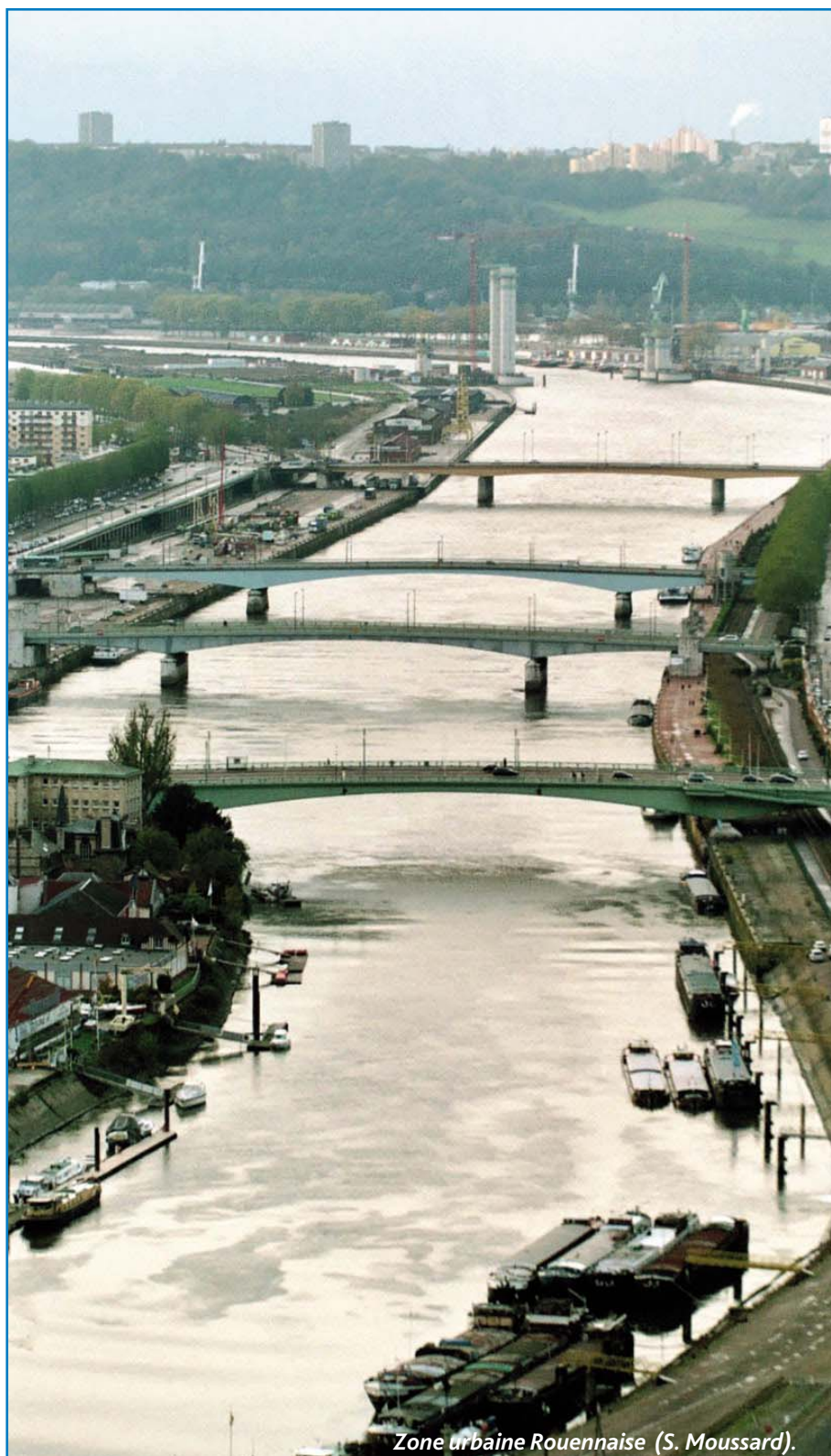


Figure 4 : Evolution de la contamination en BaP dans les moules prélevées à l'embouchure de l'estuaire.

Un risque environnemental avéré

L'analyse du risque menée sur les années 2003-2005 conclut en un risque avéré sur l'estuaire de la Seine lié aux HAP [Lachambre & Fisson, 2007]. Ce risque, présent dans toute la partie fluviale de l'estuaire, décroît néanmoins dans la baie de Seine du fait des phénomènes de dilution. Bien que ces conclusions soient soumises à de nombreuses incertitudes, elles sont corroborées par les résultats d'études scientifiques menées pour déterminer les effets des contaminants organiques (dont les HAP) sur les organismes vivant dans l'estuaire de la Seine. En effet, même si toutes les substances impliquées ne sont pas identifiées, il apparaît que les HAP jouent un rôle prépondérant dans la génotoxicité observée sur certains sédiments de l'estuaire de la Seine [Budzinski *et al.*, 2003 - Lebailly *et al.*, 2004]. Cette génotoxicité peut par exemple se traduire par des dommages à l'ADN et des mutations pouvant conduire à des tumeurs chez les poissons [Cachot *et al.*, 2006]. Des perturbations du développement et de la fonction neuromusculaire ont également été observées chez le copépode *Eurytemora affinis* (espèce planctonique dominante dans la zone du gradient de salinité) après exposition à l'eau de Seine chargée en matières en suspension, éléments sur lesquels les HAP sont majoritairement retrouvés [Forget *et al.*, 2003 - Cailleaud *et al.*, 2004]. Le caractère génotoxique et mutagène des HAP semble donc bien s'exprimer sur des organismes vivant dans l'estuaire de la Seine.

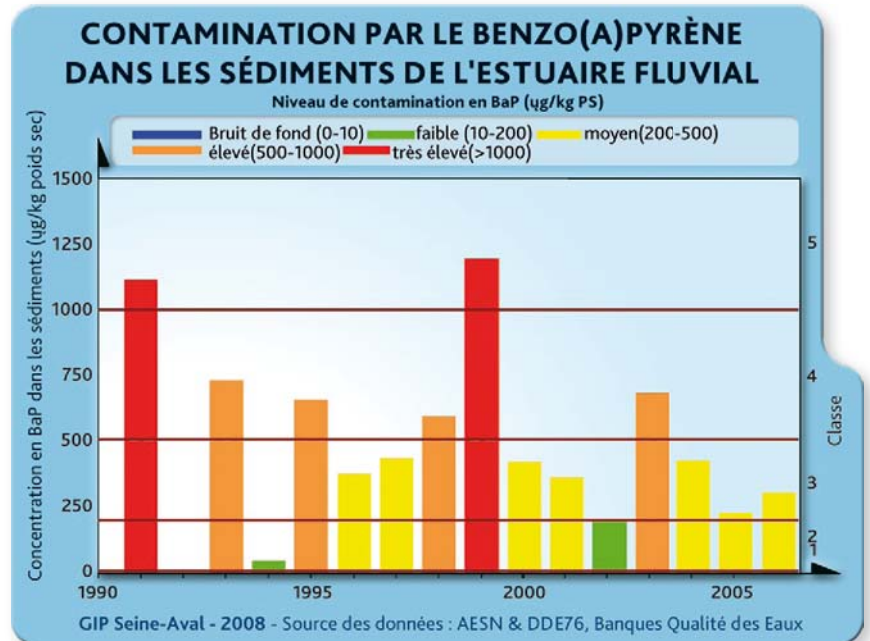


Zone urbaine Rouennaise (S. Moussard).

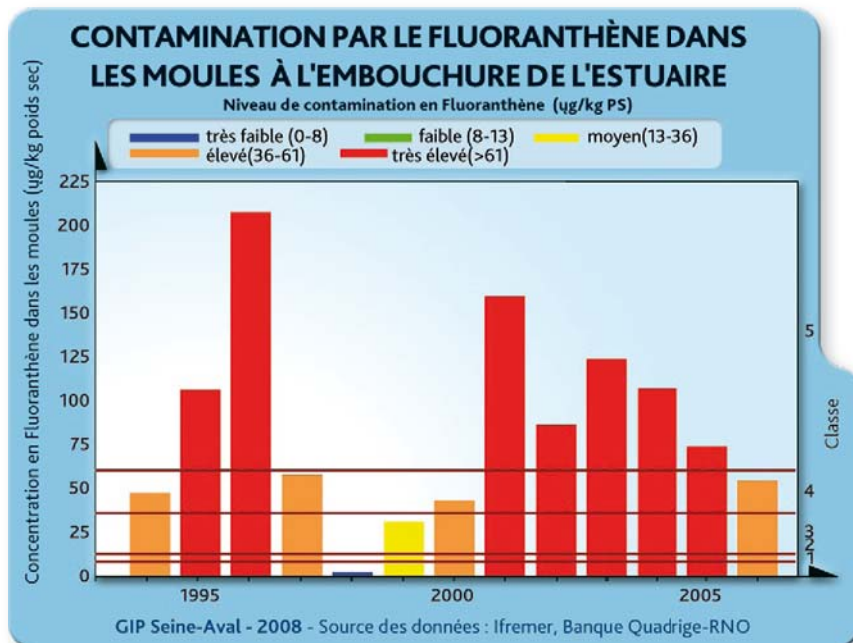
Contamination par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans l'estuaire de la Seine

L'essentiel

La formation des HAP peut être naturelle (feux de forêt, volcanisme, suintements,...), mais la majorité des HAP aujourd'hui retrouvés dans l'environnement provient d'activités humaines (chauffage, transport routier,...). Présents dans l'estuaire de la Seine, ces HAP ont tendance à s'accumuler dans les sédiments fins et dans les organismes. Bien qu'il soit délicat de dégager une tendance claire sur les niveaux de contamination de l'estuaire de la Seine en HAP, ils restent extrêmement élevés au regard des bruits de fond naturels (enrichissement entre 10 et 1500 fois selon les HAP). En outre, l'analyse de risque conclut en un risque avéré pour les organismes présents dans l'estuaire et ces



Indicateur 1 : Contamination par le Benzo(a)Pyrène dans les sédiments de l'estuaire fluvial de la Seine.



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

résultats sont confirmés par différentes études scientifiques. De nombreuses incertitudes demeurent néanmoins et les efforts de recherche et de surveillance doivent être maintenus pour mieux caractériser ce risque. En parallèle à cette acquisition de connaissances complémentaires, les efforts doivent être portés sur une diminution des émissions liées à l'habitat et au transport.

Contamination par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans l'estuaire de la Seine

Sources et méthodes

Figure 2

Les émissions atmosphériques en HAP par secteur sont issues d'une collecte de données réalisée par le CITEPA pour la Haute-Normandie.

[Source des données : CITEPA, 2006]

Figure 3

Les concentrations en HAP dans les sédiments estuariens (mg/kg de poids sec) correspondent aux moyennes des mesures réalisées entre 2003 et 2006 dans les sédiments fins de surface.

[Source des données : AESN & DDE76, Banque Qualité des Eaux ; Ifremer, Banque Quadrige-RNO ; PAH, Banque REPOM ; AESN, Banque RNB ; PAR]

Figure 4 et Indicateur 2

Les concentrations en HAP dans les moules ($\mu\text{g}/\text{kg}$ de poids sec) sont issues de mesures dans des organismes prélevés à l'embouchure de l'estuaire de la Seine (Cap de la Hève et Villerville). Les mesures sont réalisées à l'automne, en dehors de la période de reproduction.

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

Indicateur 1

La contamination sédimentaire en Benzo(a)Pyrène correspond à la médiane des concentrations mesurées dans les sédiments fins de surface sur 4 stations de l'estuaire fluvial : Poses, Oissel, La Bouille et Caudebec.

[Source des données : AESN & DDE76, Banque Qualité des Eaux]

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.
- Budzinski H., Lebailly P. et Cachot J., 2003. Évaluation du risque génotoxique en estuaire de Seine. Rapport Seine-Aval 2002, thème 2, 16 p.
- Cachot J., Lacroix S., Winn R., Norris M., Budzinski H., Le Menach K. et Law M., 2006. Évaluation des effets biologiques résultant d'une exposition chronique à des mélanges d'hydrocarbures aromatiques polycycliques sur un poisson modèle, le medaka japonais, *Oryzias latipes*. Phase I. Contamination par voie directe des embryons de medaka. Rapport Seine-Aval 2005, thème 3, 19 p.
- Cailleaud K., Budzinski H., Souissi S. et Forget-Leray J., 2004. Bioaccumulation et effets de contaminants organiques présents en estuaire de Seine sur le comportement natatoire et le potentiel reproducteur d'Eurytemora affinis (Copépode, Crustacé). Rapport Seine-Aval 2003, thème 1, 16 p.
- Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), 2006. Émissions dans l'air. [en ligne] <http://www.citepa.org/emissions/index.htm>
- 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.
- Forget J., Budzinski H., Cailleaud K. et Leboulenger F., 2003. Impact des contaminants présents en estuaire de Seine sur les fonctions neuromusculaires et reproductrices du copépode Eurytemora affinis (2ème volet). Rapport Seine-Aval 2002, thème 1, 12 p.
- Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer)- Laboratoire Environnement et Ressources de Normandie, 2007. Résultats de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral. 98 p.
- 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.
- Lachambre M., et Fisson C., 2007. La contamination chimique : Quel risque en estuaire de Seine ? GIP Seine-Aval, 105p.
- Lebailly P., Andrée V., Pottier D., Le Goff J., Briand M., Mouton C., Gallois J., Launay G., Budzinski H., Geffard O., Le Menach K., Peluhet L., Cachot J., Lacroix S. et Couteau J., 2004. Évaluation et caractérisation du risque génotoxique dans l'estuaire et l'embouchure de Seine. Rapport Seine-Aval 2003, thème 1, 25p.
- Port Autonome du Havre (PAH). Réseau national de surveillance des ports maritimes (REPOM).
- Port Autonome de Rouen (PAR). Banque Qualité des sédiments.

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 :

