

**PRESES**

**SIONS**

**ET**

**MANCHE - MER DU NORD**

**IM**

**PACTS**

# PRESSIONS ET IMPACTS

## MANCHE - MER DU NORD

JUIN 2012

# PRESSIONS CHIMIQUES ET IMPACTS ASSOCIÉS

## Contamination par des substances dangereuses

### Apports fluviaux en substances dangereuses (micropolluants)

Aurélie Dubois  
(MEDDE/CGDD/SOeS, Orléans).



# Ce document dresse un état des estimations faites à ce jour des flux de substances dangereuses, composés synthétiques (pesticides) ou non (métaux) véhiculés par les cours d'eau à la mer en Manche-mer du Nord [1].

Ces flux sont évalués sur la base des principes édictés par la convention internationale OSPAR [2]. La convention OSPAR demande en effet d'« évaluer avec autant de précision que possible l'ensemble des apports fluviaux et directs annuels de polluants sélectionnés aux eaux de la Convention » dans le cadre de son programme « Riverine Input and Direct Discharges » (RID).

Cette sélection porte pour les substances dangereuses sur 5 métaux : cadmium, plomb, mercure, zinc et cuivre et un pesticide : le lindane (interdit d'utilisation depuis 1998). Les États membres sont invités à compléter l'évaluation avec d'autres substances dans la mesure de leurs moyens. La France transmet à ce titre des données complémentaires sur l'atrazine, au titre du suivi des effets de son interdiction en 2003. Les flux de PCB, autres paramètres recommandés par OSPAR, ne sont par contre pas transmis car pas ou peu exploitables du fait du peu de quantifications relevées dans l'eau.

# 1. MÉTHODOLOGIE

## 1.1. MÉTHODE D'ÉVALUATION DES APPORTS FLUVIAUX

Conformément aux principes édictés par la convention OSPAR [3], l'évaluation des apports fluviaux en Manche-mer du Nord, correspondant à la région II d'OSPAR, est basée sur un découpage en 22 zones d'étude (Tableau 1). Ces zones ont été définies sur la base de critères hydrographiques à l'aide de la BDCarthage<sup>1</sup> : ce sont des zones homogènes hydrologiquement indépendantes les unes des autres. Les cours d'eau de ces zones sont ensuite classés selon l'importance des flux qu'ils représentent. On distingue ainsi :

- les rivières principales, cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ;
- les cours d'eau secondaires, dits « tributaires » ;
- les zones d'apport diffus, sans cours d'eau prépondérant.

Sur chacun des cours d'eau identifiés, des stations de qualité et de débit ont été choisies de manière à disposer des chroniques les plus longues possibles, tout en respectant les principes édictés par OSPAR [3], à savoir de disposer de stations le plus en aval possible non influencées par la marée. En cas d'indisponibilité, des stations de remplacement peuvent être choisies, sur la base des mêmes critères. Les flux sont calculés à l'aide du logiciel RTrend© [4] fourni par la commission, à partir des données de débit – centralisées par le Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI<sup>2</sup>) – et de qualité, collectées auprès des agences de l'Eau<sup>3</sup>. À cette fin, les débits sont extrapolés si nécessaire à la station qualité, *via* les surfaces de bassins versants associés. Les flux massiques sont ensuite calculés à la station qualité, selon des formules adaptées au nombre d'analyses disponibles. Concernant les analyses non quantifiées, la commission OSPAR propose de calculer les flux de deux façons : soit en considérant ces analyses comme nulles, estimation basse, soit en considérant ces analyses comme égales aux limites de quantifications associées, estimation haute. Le flux « réel » se situe alors entre ces deux estimations.

Les contributions des zones « d'apport diffus » sont estimées par rapprochement avec des zones drainées par un cours d'eau significatif sur des critères d'occupation des sols.

## 1.2. PRÉSENTATION DU DÉCOUPAGE SUR LA SOUS-RÉGION MANCHE-MER DU NORD

La sous-région marine Manche-mer du Nord correspond en France à un bassin de 119 120 km<sup>2</sup>, soit 20 % environ du territoire métropolitain. 20 millions de personnes y vivent. L'occupation des sols selon Corine Land Cover<sup>4</sup> est marquée par une forte activité agricole mais également par des zones urbaines densément peuplées. La part des espaces naturels y est faible.

22 zones d'apport y ont été identifiées, avec des surfaces de bassins versants variables, comme présenté en figure 1. La plus importante correspond à la Seine, considérée comme la seule rivière principale de cette sous-région. La Seine draine à elle seule un peu plus de la moitié de la surface du bassin de cette sous-région (54 %) et 70 % de la population vit dans son bassin versant.

1 Base de Données sur la CARTographie THématique des AGences de l'Eau et du ministère de l'Environnement.

2 Le SCHAPI dépend du Ministère en charge de l'Écologie. Portail de la banque de données hydrologiques : <http://www.hydro.eaufrance.fr>

3 Portail des agences de l'eau : <http://lesagencesdeleau.fr>

4 <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/li/1825.html>

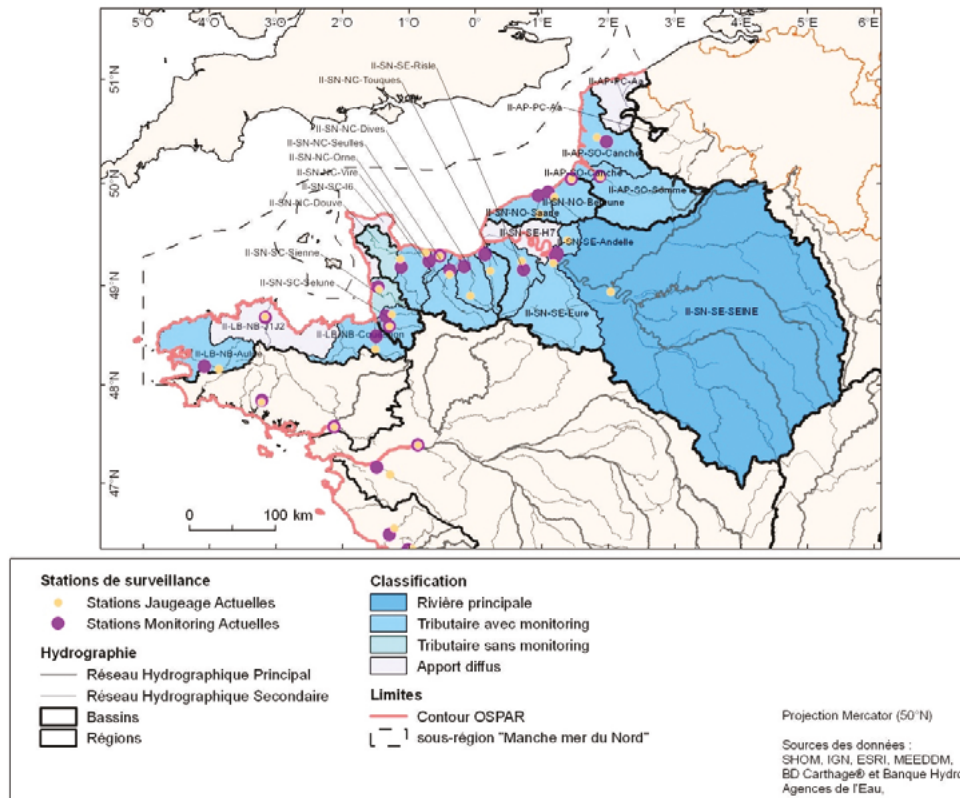


Figure 1 : Découpage des zones d'apport de la sous-région Manche-mer du Nord (Sources : SHOM, IGN, ESRI, Ministère en charge de l'environnement, BDCarthage, Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

Les flux de ces 22 zones d'apport sont calculés et estimés à l'aide de 21 stations de débit et de surveillance physico-chimique.

Nom de la zone	Typologie de la zone	Surface de la zone (km <sup>2</sup> )	% suivi	Débit en 2009 (1000 m <sup>3</sup> .j <sup>-1</sup> )
II-AP-PC-Aa	Apport diffus	2 308	0 %	2 430
II-AP-SO-Canche	Tributaire	3 895	24 %	4 101
II-AP-SO-Somme	Tributaire	5 916	95 %	3 209
II-SN-NO-Béthune	Tributaire	2 153	84 %	3 774
II-SN-NO-Saane	Tributaire	1 718	18 %	1 293
II-SN-SE-SEINE	Rivière principale	64 953	100 %	27 246
II-SN-SE-Andelle	Tributaire	789	96 %	598
II-SN-SE-Eure	Tributaire	6 023	100 %	1 380
II-SN-SE-H7	Apport diffus	2 439	0 %	1 023
II-SN-SE-Risle	Tributaire	2 545	55 %	1 111
II-SN-NC-Dives	Tributaire	1 815	7 %	646
II-SN-NC-Douve	Tributaire sans surveillance	1 474	56 %	525
II-SN-NC-Orne	Tributaire	2 976	84 %	2 054
II-SN-NC-Seulles	Tributaire	547	49 %	391
II-SN-NC-Touques	Tributaire	1 311	92 %	774
II-SN-NC-Vire	Tributaire	2 077	56 %	6 543
II-SN-SC-I6	Apport diffus	1 302	0 %	899
II-SN-SC-Selune	Tributaire	1 623	71 %	578
II-SN-SC-Sienne	Tributaire	1 135	47 %	3 575
II-LB-NB-Aulne	Tributaire	4 312	35 %	7 418
II-LB-NB-Couesnon	Tributaire	2 848	33 %	1 970
II-LB-NB-J1J2	Apport diffus	4 961	9 %	3 432

Tableau 1 : Typologie des zones sur la sous-région Manche-mer du Nord du nord au sud.

## 2. APPORTS FLUVIAUX DE MÉTAUX EN 2009

L'évaluation des flux de micropolluants se heurte à une double difficulté : un suivi non systématique et des analyses sous le seuil de détection. 2009 a été la première année où une évaluation des flux sur l'ensemble de la sous-région a été possible pour les 5 métaux considérés comme prioritaires par OSPAR. Concernant les analyses non quantifiées, les flux ont été calculés selon les préconisations OSPAR : en estimation basse et haute, le flux « réel » se situant alors entre ces deux estimations. Cependant, l'effet conjugué de fortes limites de quantification et d'une proportion importante d'analyses non quantifiées peut rendre l'exploitation des calculs de flux difficile.

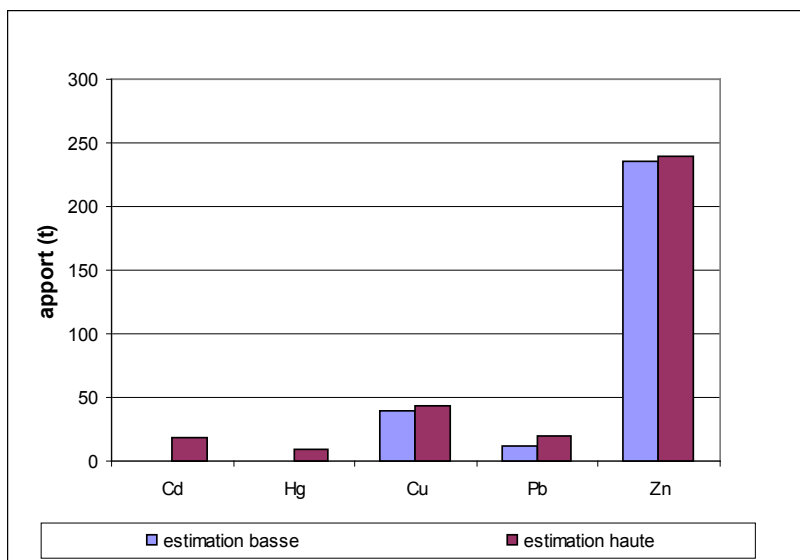


Figure 2 : Apports fluviaux de métaux en Manche-mer du Nord en 2009, Calculs réalisés avec le logiciel RTrend©  
(Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

Pour le cadmium (Cd) et le mercure (Hg), les estimations basses sont proches de zéro (figure 2), il est donc difficile d'estimer les flux de ces substances. Ainsi, les analyses indiquent que l'apport de mercure sur la sous-région Manche-mer du Nord est compris entre 0,2 et 9,7 tonnes pour l'année 2009 (figure 2). L'apport en cadmium se situerait entre 0,4 et 17,8 tonnes pour cette même année (figure 2). En revanche pour le zinc (Zn), le cuivre (Cu) et le plomb (Pb), les estimations haute et basse sont presque égales, réduisant ainsi l'incertitude de l'estimation. En 2009, l'apport de cuivre sur la sous-région Manche-mer du Nord est compris entre 38,9 et 43,6 tonnes, celui de zinc entre 235,5 et 239,7 tonnes et celui du plomb entre 11,6 et 19,4 tonnes (figure 2).

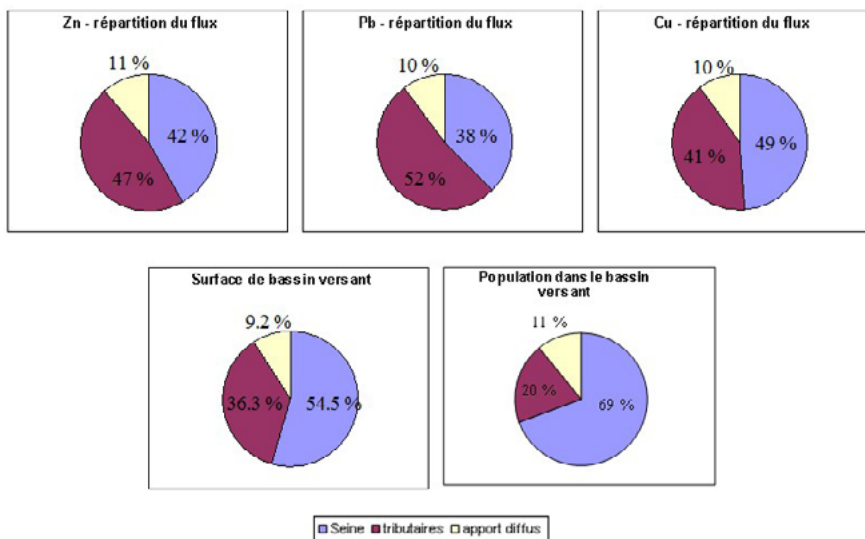


Figure 3 : Apports fluviaux de métaux en Manche-mer du Nord selon les types de cours d'eau en 2009  
(Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

Les parts de chaque type de cours d'eau dans le flux total de ces trois métaux sont assez proches des proportions des surfaces de bassin versant, les « tributaires »<sup>5</sup> contribuant toutefois en proportion un peu plus. Les « tributaires » drainent 36,3 % de la surface totale mais ils représentent 41 % du flux de cuivre, 47 % du flux de zinc et 52 % du flux de plomb (figure 3). La Seine draine 54,5 % de la surface totale pour la sous-région Manche-mer du Nord et représente 49 % du flux de cuivre, 42 % du flux de zinc, 38 % du flux de plomb. Les zones « d'apport diffus » drainent 10 % du flux de cuivre, 11 % du flux de zinc et 10 % du flux de plomb pour 9,2 % de la surface.

### 3. ÉVOLUTION INTERANNUELLE DES APPORTS FLUVIAUX EN MICROPOLLUANTS

Les évolutions interannuelles ne sont pas disponibles de manière complète à l'échelle de la sous-région marine en raison de la disponibilité des données, et ne sont donc examinées qu'à l'échelle du fleuve principal.

#### 3.1. ÉVOLUTION DES APPORTS FLUVIAUX EN MÉTAUX LIÉS À LA SEINE

Les apports fluviaux de la Seine sont estimés à la station de Poses. De fortes limites de quantification rendent parfois impossible toute interprétation pour une année donnée, malgré la bonne disponibilité des données sur ce fleuve. De ce fait, la période d'étude est restreinte à 1995-2009, voire 1995-2007 pour le cadmium et le mercure.

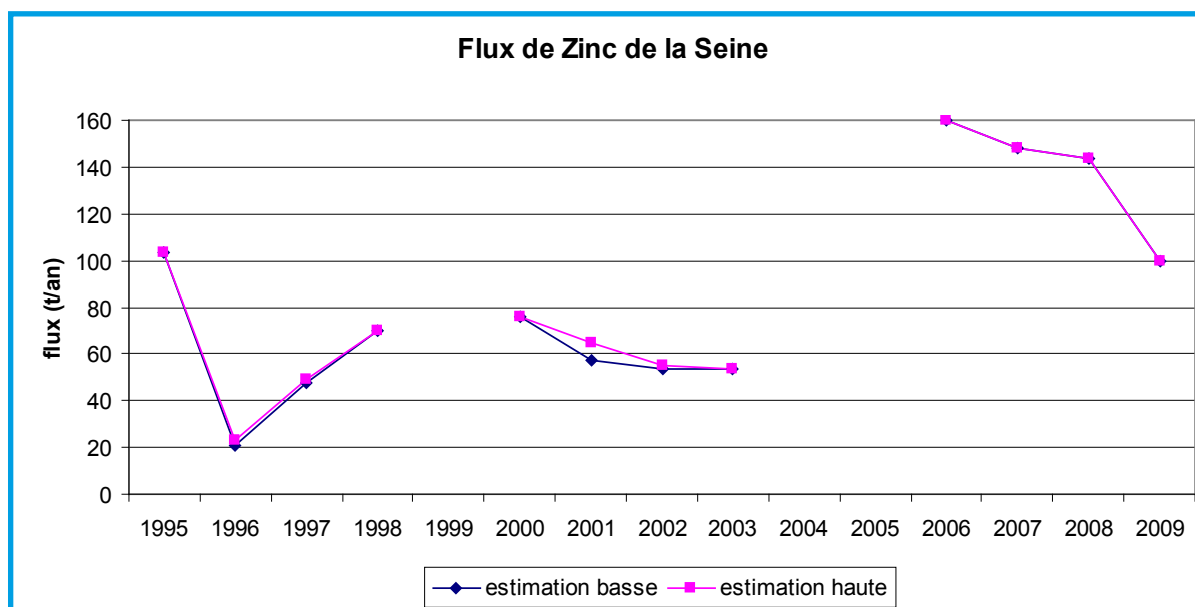


Figure 4 : Évolution des apports fluviaux de zinc par la Seine en Manche-mer du Nord, flux mesurés à Poses (Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

La totalité des analyses de zinc est quantifiée, les estimations basses ou hautes sont quasi-égales chaque année. Les années manquantes rendent difficile l'exploitation des données. Néanmoins, on distingue une première période de hausse, de 1996 à 2006, suivie d'une baisse ces trois dernières années, plus marquée en 2009, probablement en lien avec un débit plus faible. Le flux 2009 reste toutefois supérieur à la valeur moyenne sur la période de 80 t·an<sup>-1</sup>.

5 Les « tributaires » sont ici les fleuves côtiers de second ordre (par rapport aux grands fleuves).

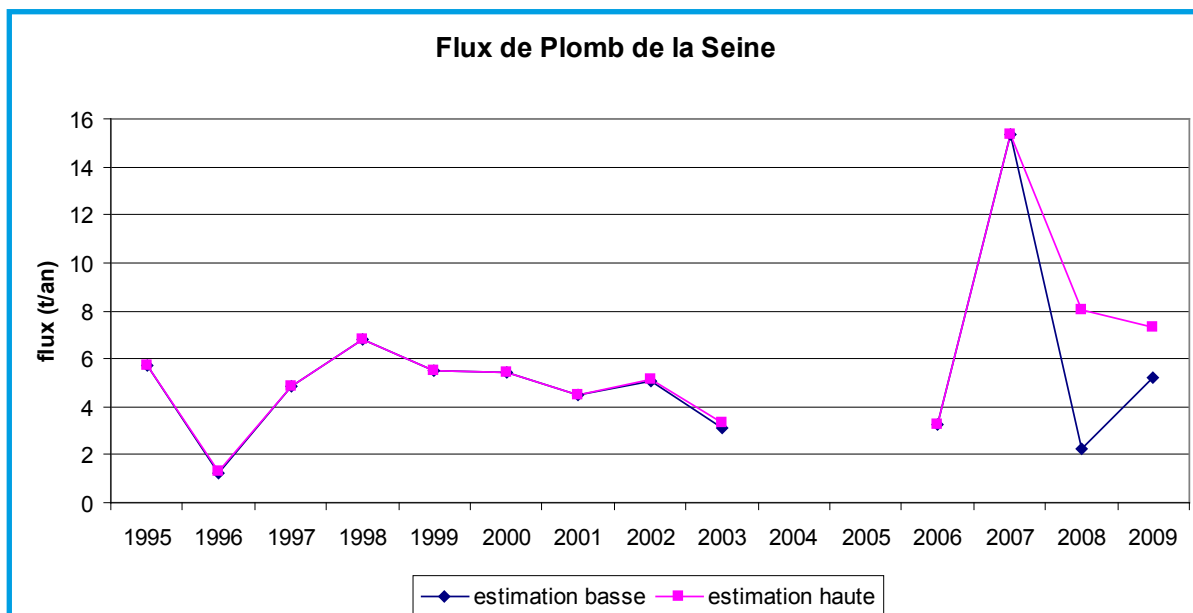


Figure 5 : Évolution des apports fluviaux de plomb par la Seine en Manche-mer du Nord (Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

La quasi-totalité des analyses de plomb est quantifiée sur toute la période, sauf les deux dernières années. Le flux semble plutôt stable de 1997 à 2003, de l'ordre de 5 tonnes en moyenne chaque année. En 2007, le flux présente un pic et atteint plus de 15 tonnes sur l'année puis les deux années suivantes le flux diminue nettement, sans toutefois retrouver la moyenne des années précédentes.

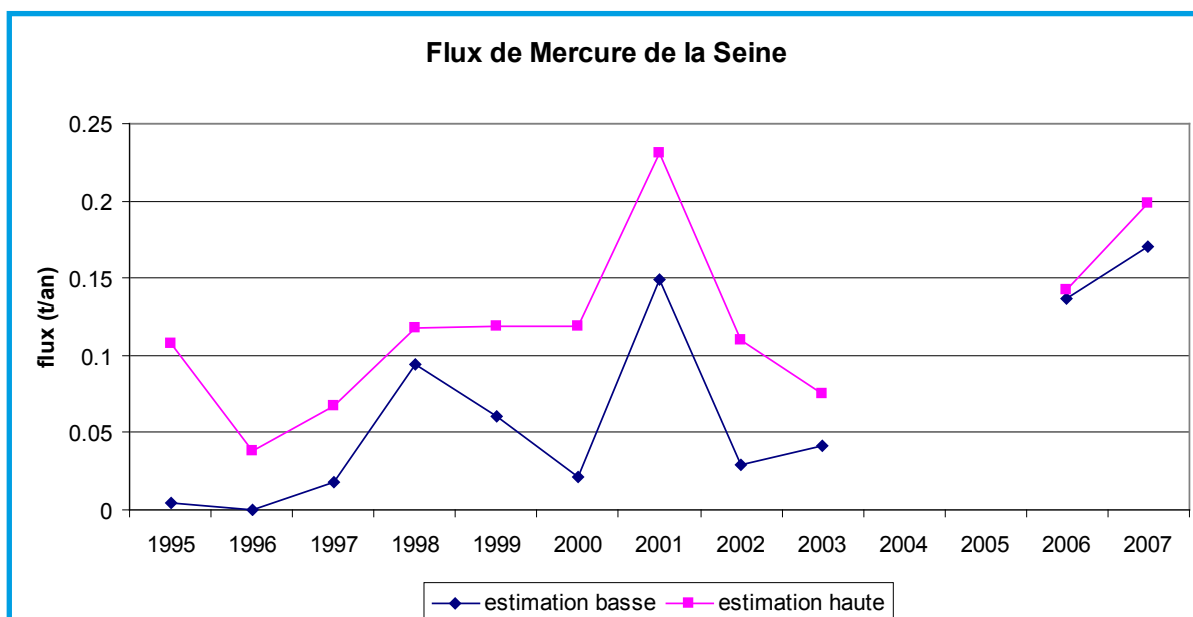


Figure 6 : Évolution des apports fluviaux de mercure par la Seine en Manche-mer du Nord (Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

Les données des années 2008 et 2009 sont inexploitable en raison de limites de quantification trop élevées. Par ailleurs, les analyses de mercure sont rarement quantifiées. Néanmoins, l'estimation basse du flux montre une tendance à la hausse depuis 1995. De quasiment nul, le flux est passé à 137 kg-an<sup>-1</sup> en 2006 et 190 kg en 2007.



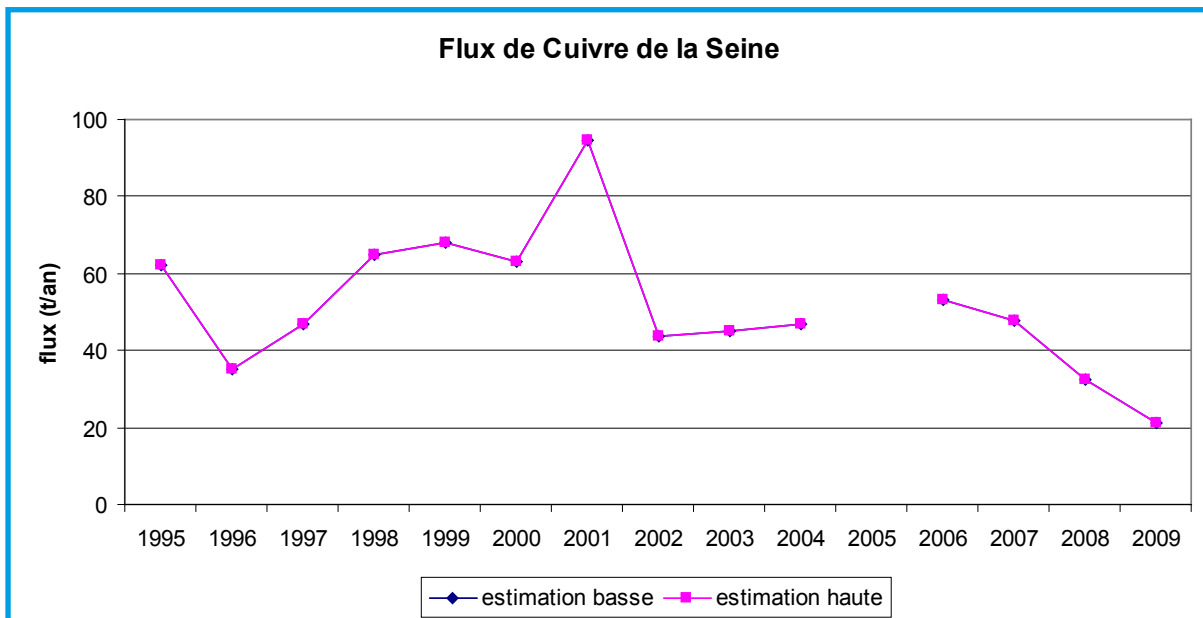


Figure 7 : Évolution des apports fluviaux de cuivre par la Seine en Manche-mer du Nord (Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

Les analyses du cuivre sont toutes quantifiées. Après avoir été relativement stable, le flux de cuivre de la Seine diminue depuis 2006, passant de 50 à 21 t·an<sup>-1</sup>.

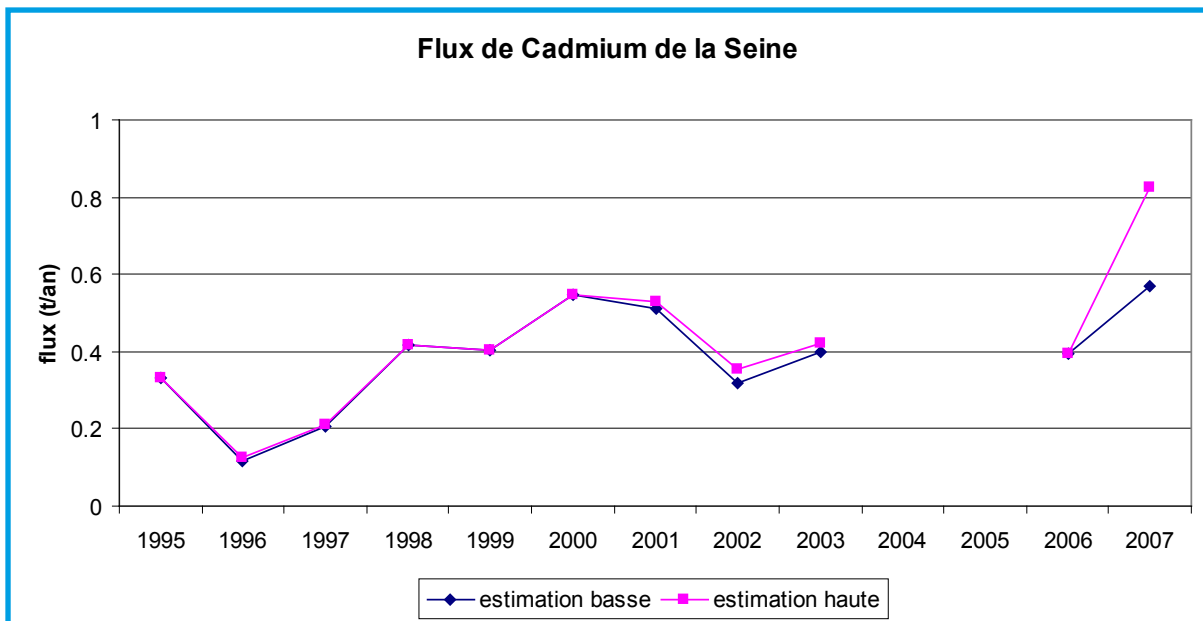


Figure 8 : Évolution des apports fluviaux de cadmium par la Seine en Manche-mer du Nord (Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

Les analyses de cadmium sont majoritairement quantifiées sur la période, les deux dernières années ayant été écartées en raison de limites trop élevées. Comme pour le mercure, la tendance est plutôt à la hausse pour ce métal lourd, le flux ayant quasiment doublé depuis 1995 pour s'établir en 2007 à un peu plus de 600 kg·an<sup>-1</sup>.

## 3.2. ÉVOLUTION DES APPORTS FLUVIAUX DE LINDANE ET D'ATRAZINE LIÉS À LA SEINE

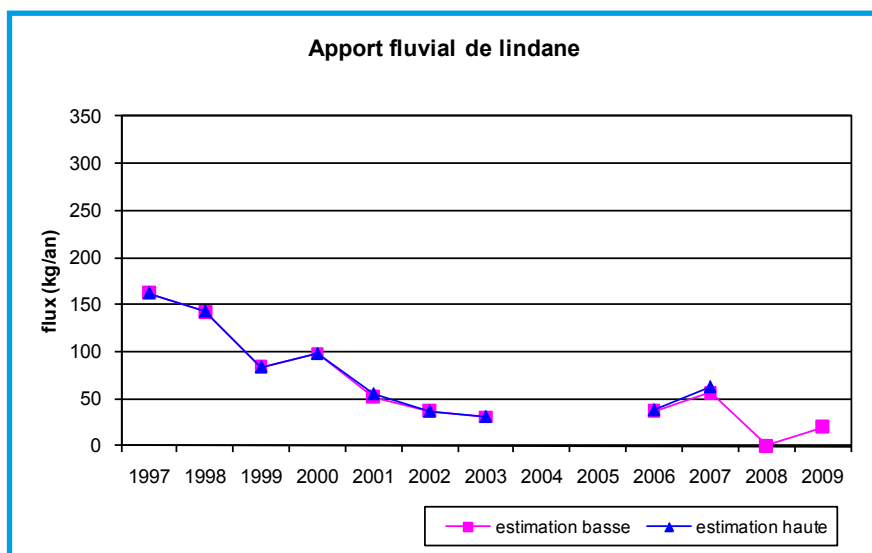


Figure 9 : Évolution des apports fluviaux de lindane par la Seine en Manche-mer du Nord (Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

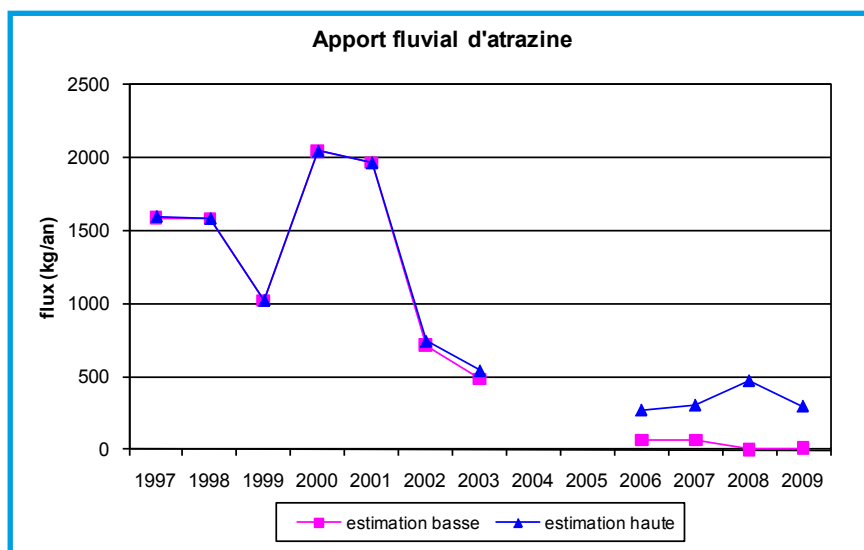


Figure 10 : Évolution des apports fluviaux d'atrazine par la Seine en Manche-mer du Nord (Sources : Banque Hydro, Agences de l'eau, SOeS, 2010).

Les limites de quantification associées au lindane sont trop élevées en 2008 et 2009 pour une exploitation pertinente des estimations hautes d'apports fluviaux ( $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  contre  $0,005 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  par le passé).

Les flux d'atrazine et de lindane ont chuté de plus de 80 % depuis 1997 (passant de 125 à 25  $\text{kg}\cdot\text{an}^{-1}$  pour le lindane et de 1700 à 200  $\text{kg}\cdot\text{an}^{-1}$  pour l'atrazine). Ces dernières années, ces composés sont d'ailleurs de moins en moins quantifiés. Les pics d'atrazine observés en 2000 et 2001 correspondent à une forte augmentation du débit de la Seine. Après une année sans quantification en 2008, le lindane présente une légère quantification durant l'été 2009, conduisant à une estimation basse du flux non nulle mais de moitié inférieure à 2007.

En résumé, l'étude des flux de métaux liés à la Seine met en évidence une augmentation des flux de cadmium et de mercure depuis 1995 et une relative stabilité des autres métaux étudiés (zinc, cuivre et plomb). Les flux d'atrazine et de lindane sont pour ce fleuve en diminution importante depuis 1997.

L'évolution des apports fluviaux à la sous-région marine Manche-mer du Nord est contrainte par les fortes pressions qui s'exercent sur cette façade. Le bassin versant de cette sous-région marine est en effet densément peuplé, tout particulièrement celui de la Seine. S'y ajoutent des activités industrielles et agricoles très développées, autant d'enjeux pour cette sous-région marine.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] CGDD/SOeS, 2011. Évolution des flux polluants à la mer. Études & Documents n°34. 37p.
- [2] Site de la commission OSPAR : <http://www.ospar.org>
- [3] Commission OSPAR, 1998. Principes de l'étude exhaustive des apports fluviaux et des rejets directs (RID).  
Numéro de référence 1998-05. 17p.
- [4] Quodata. RTrend, Program for the statistical analysis of riverine loads, Quicksteps and Manual. 84p.