

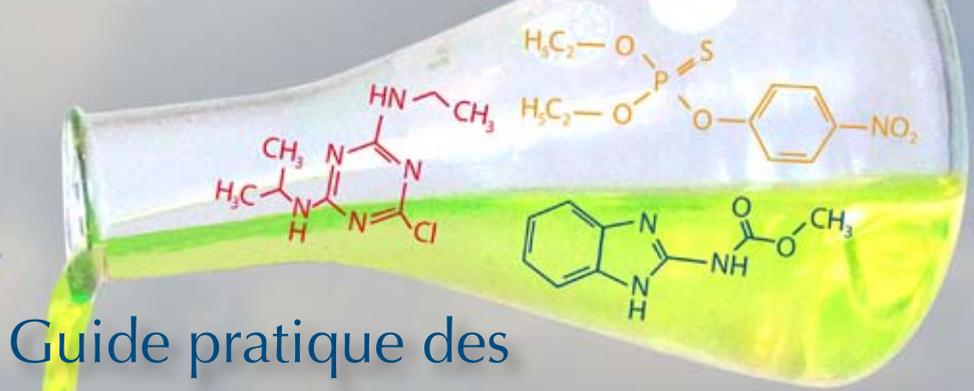


eau  
seine  
NORMANDIE



Guide pratique des  
**Substances Toxiques**  
dans les  
Eaux Douces et Littorales

du bassin  
**Seine-Normandie**



ENSEMBLE  
DONNONS  
VIE à L'eau

Agence de l'eau





**Guide pratique  
des  
Substances Toxiques  
dans les Eaux  
Douces et Littorales  
  
du Bassin  
Seine-Normandie**



Mise à jour février 2008



### **Auteurs AQUASCOP :**

Danielle LEVET

avec la collaboration de

Agnès LE HEN

Sandrine JACQUES

Jérôme MOUCHELIN

Alain BERLY

1, avenue de Bois l'Abbé - 49070 Angers-Beaucouzé

### **Comité de rédaction AESN :**

Jean DUCHEMIN

Mireille RAGUET

Baptiste CASTEROT

Anne-Sophie ALLONIER-FERNANDES

Claude MIGNARD

Arnaud MOKRANI

Manuel SARRAZA

### **Remerciements**

Nous remercions de leur collaboration à ce dossier :

Sarah Feuillette, AESN

Cédric Fisson, GIP Seine-aval - Rouen

Xavier Sarda et Anthony Fastier, DIVE - AFSSA - Maison Alfort

Maxime Pontié, Groupe Analyses et Procédés, Université d'Angers

Marine Liétout, Jonathan Pillier, AQUASCOP

### **Crédit photographique**

Agence de l'Eau Seine-Normandie

AQUASCOP

Photo de couverture : Emmanuelle Vastel

### **Coordination et diffusion :**

Jean Duchemin

DDD - Chargé de mission eau et santé

AESN - DLM

21 rue de l'Homme-de-Bois - 14600 Honfleur

02 31 81 90 00

duchemin.jean@aesn.fr

# SOMMAIRE

## UN GUIDE POUR LES ACTEURS DE L'EAU ..... 6

### QU'EST CE QUE LA POLLUTION PAR LES TOXIQUES ? .. 7

Qu'est-ce qu'un toxique ? .....	7
Toxicologie et écotoxicologie .....	7
Micropolluants .....	7
D'où vient la pollution toxique ? .....	7
Les principaux groupes de substances toxiques .....	8
Les métaux .....	8
Autres micropolluants minéraux .....	8
Les organométalliques .....	8
Les HAP .....	9
Les PCB .....	9
Les diphényles polybromés (PBDE, PBB) .....	10
Les solvants .....	10
Autres organochlorés .....	10
- Les chloroalcanes .....	10
- Les chlorophénols .....	10
- Les chloroanilines .....	11
Détergents et plastifiants .....	11
- Les alkylphénols .....	11
- Les phtalates .....	11
- Le bisphénol A .....	11
MTBE (méthyl-tert-butyl éther) .....	11
Les pesticides .....	11
Les biocides, dont désinfectants et conservateurs .....	12
Les produits pharmaceutiques .....	12
L'analyse des toxiques .....	12
Le prélèvement, une étape déterminante .....	13
Des méthodes normalisées, mais pas pour toutes les substances .....	13
Les difficultés de l'analyse des micropolluants .....	13
Des analyses dans l'eau, le sédiment et le biote ..	13

### COMPORTEMENT DES TOXIQUES DANS

### L'ENVIRONNEMENT ..... 14

Dispersion et circulation .....	14
Les polluants passent d'un compartiment environnemental à un autre .....	14
Dégradation, biodégradation et persistance .....	14
Les processus d'insertion des polluants dans les réseaux trophiques .....	15
La biodisponibilité .....	15
Bioaccumulation et bioconcentration .....	15

## ESTIMATION DE L'EFFET D'UN CONTAMINANT SUR LES POPULATIONS D'UN ECOSYSTEME (ECOTOXICITE) ... 16

MESURE de la toxicité INTRINSEQUE (ou danger) d'une substance vis-a-vis d'organismes aquatiques .....	16
Toxicités aiguë et chronique .....	16
Synergie, effets «cocktail» et antagonisme .....	16
PNEC .....	17
Evaluation du risque toxique en milieu aquatique au moyen du rapport PEC/PNEC .....	17
La prise en compte des risques sanitaires .....	17
Evaluation des risques sanitaires liés à l'eau .....	17
Méthodes alternatives en toxicologie .....	18

## LE DIAGNOSTIC ET LA SURVEILLANCE DE L'ÉTAT DES MILIEUX NATURELS AQUATIQUES ..... 18

Un ensemble de réseaux de mesure denses et pérennes .....	18
Des mesures sur les différents éléments constitutifs du milieu .....	19
Les biomarqueurs écotoxicologiques de terrain .....	19
Les indicateurs de fonctionnement de l'écosystème (ou bioindicateurs) .....	19
Des actions ciblées .....	19
Des organismes d'étude et de recherche .....	20
Des axes de recherche .....	20

## LA PRISE EN COMPTE DES TOXIQUES PAR LA RÉGLEMENTATION ..... 21

Certains toxiques donnent lieu à DES restrictions de mise sur le marché et/ou d'emploi .....	21
La nouvelle réglementation européenne REACH renforce le contrôle a priori des produits chimiques .....	21
Les substances dangereuses sont spécifiquement classées, emballées et étiquetées .....	21
Des normes règlementent les teneurs en toxiques de l'eau selon ses usages .....	22
Eau potable .....	32
Eaux conchylicoles (culture des huîtres, moules, coques, praires, ...) .....	33
Baignade .....	33
Des normes règlementent les teneurs en toxiques dans les produits de la pêche et de l'aquaculture .....	22
Des normes règlementent la qualité environnementale des milieux aquatiques .....	22

La Directive cadre sur l'eau (DCE).....	22
Les normes de qualité environnementales .....	23
Normes de qualité environnementales provisoires (NQE <sub>p</sub> ) (circulaire du 7 mai 2005) .....	23
La réglementation des rejets .....	23
Rejets de substances polluantes .....	23
Appréciation de l'effet d'une opération sur le milieu naturel .....	24
Suivi des toxiques rejetés .....	24
<b>DES PROGRAMMES ET PLANS D' ACTIONS PUBLIQUES POUR PREVENIR ET LIMITER LA DISPERSION DES TOXIQUES DANS LES MILIEUX AQUATIQUES PAR LES ACTIVITES HUMAINES .....</b>	<b>24</b>
Le programme «3RSDE».....	24
Le programme national d'actions contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses .....	24
Le plan national santé environnement .....	25
Le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides .....	25
<b>FICHES TECHNIQUES - PRINCIPALES FAMILLES DE MICROPOLLUANTS DANS LE BASSIN SEINE-NORMANDIE .....</b>	<b>26</b>
<b>Métaux .....</b>	<b>30</b>
<b>Cadmium .....</b>	<b>30</b>
<b>Mercure .....</b>	<b>36</b>
<b>Nickel .....</b>	<b>42</b>
<b>Plomb .....</b>	<b>48</b>
<b>Argent .....</b>	<b>54</b>
<b>Chrome.....</b>	<b>59</b>
<b>Cuivre .....</b>	<b>64</b>
<b>Zinc .....</b>	<b>70</b>
<b>Métalloïdes et Organométalliques .....</b>	<b>75</b>
<b>Arsenic .....</b>	<b>75</b>
<b>Sélénium .....</b>	<b>80</b>
<b>Antimoine.....</b>	<b>85</b>
<b>Organoétains.....</b>	<b>89</b>
<b>Organiques.....</b>	<b>96</b>
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)....</b>	<b>96</b>
<b>HAP Pyrolytiques.....</b>	<b>101</b>
<b>Fluoranthène, naphtalène, acénaphène, anthracène .....</b>	<b>109</b>

<b>Polychlorobiphényles (PCB, PCB-DL), dioxynes (PCDD) et furanes (PCDF).....</b>	<b>116</b>
<b>Polybromodiphényléthers (PBDE) et polybromobiphényles (PBB).....</b>	<b>128</b>
<b>Benzène et dérivés .....</b>	<b>133</b>
<b>Solvants chlorés aliphatiques .....</b>	<b>142</b>
<b>C10-13 Chloroalcanes.....</b>	<b>151</b>
<b>Chlorophénols .....</b>	<b>154</b>
<b>Alkylphénols.....</b>	<b>158</b>
<b>Phtalates .....</b>	<b>162</b>
<b>Bisphénol A .....</b>	<b>167</b>
<b>Chloroanilines .....</b>	<b>170</b>
<b>MTBE .....</b>	<b>174</b>
<b>Formaldéhyde (Formol).....</b>	<b>177</b>
<b>Parabènes .....</b>	<b>180</b>
<b>Pesticides.....</b>	<b>183</b>
<b>Triazines.....</b>	<b>188</b>
<b>Urées substituées.....</b>	<b>196</b>
<b>Organochlorés .....</b>	<b>206</b>
<b>Alachlore .....</b>	<b>216</b>
<b>Carbamates .....</b>	<b>220</b>
<b>Organophosphorés .....</b>	<b>227</b>
<b>Glyphosate (et AMPA) .....</b>	<b>234</b>
<b>Aminotriazole .....</b>	<b>241</b>
<b>Pyréthrinoïdes.....</b>	<b>244</b>
<b>Substances pharmaceutiques et hormones .....</b>	<b>251</b>

## **BILAN ET PERSPECTIVES DANS LE BASSIN SEINE-NORMANDIE .....**

Bibliographie.....	257
Glossaire .....	260
Sigles et abréviations.....	264
Récapitulatif des principaux textes règlementaires .....	266
Signification des cadres de «classification environnementale», risques et conseils de prudence .....	268
Quelques listes de substances toxiques .....	270
Adresses utiles.....	271

## UN GUIDE POUR LES ACTEURS DE L'EAU

**N**otre société utilise des dizaines de milliers de produits chimiques, d'origine naturelle (sels minéraux, hydrocarbures, métaux lourds) ou synthétique (solvants, plastifiants, cosmétiques, détergents, médicaments, phytosanitaires...). Ceux-ci, par leur écotoxicité, leur persistance, bioaccumulation, ou celles de leurs métabolites, dans les écosystèmes aquatiques et chez le consommateur en bout de chaîne trophique (homme, oiseau piscivore, mammifère marin), sont susceptibles d'entraîner des menaces pour la santé et la biodiversité.

Les conventions marines (OSPAR...), la Directive-cadre sur l'Eau (liste des substances prioritaires), le Plan National Santé Environnement (PNSE, action II sur les « substances émergentes ») se font l'écho de cette préoccupation.

La variété et la complexité des substances en cause, le vocabulaire spécifique qui les définit et les décrit laissent souvent perplexes usagers, industriels ou agriculteurs qui les manipulent, ou les services publics locaux chargés de ces polluants et de leurs impacts.

Le bassin Seine-Normandie regroupe 30% de la population française et 40% de l'industrie nationale.

Le présent guide pratique est à destination des acteurs de l'eau, des enseignants, du milieu médical et du monde associatif. Il présente :

- les principales familles de substances chimiques toxiques et écotoxiques, l'accent étant mis sur les plus persistantes et bioaccumulables, produites ou utilisées dans le bassin, susceptibles d'affecter le milieu aquatique, ses chaînes trophiques et ses usages (y compris la pêche ou l'aquaculture), et la santé du consommateur,
- leurs caractéristiques physicochimiques et biologiques, leur comportement dans le milieu aquatique,
- leur toxicité et leur écotoxicité sur l'homme et sur l'environnement,
- les principaux usages et émetteurs dans le bassin Seine-Normandie et l'exposition humaine à ces substances,
- les flux rejetés dans différents compartiments du milieu et leur évolution, et l'imprégnation de certains sites,
- le contexte technique et réglementaire.

Ce guide est le deuxième de la collection de guides pratiques « eau et santé » de l'AESN.

## QU'EST CE QUE LA POLLUTION PAR LES TOXIQUES ?

### Qu'est-ce qu'un toxique ?

Un toxique<sup>1</sup> est une substance susceptible de provoquer des perturbations, des altérations des fonctions d'un organisme vivant, entraînant des effets nocifs dont le plus grave est la mort.

### Toxicologie et écotoxicologie

La toxicologie s'appelait autrefois l'étude des poisons. Elle étudie les désordres induits dans la physiologie des êtres vivants par l'exposition à des concentrations excessives de composés minéraux ou organiques. On distingue classiquement la toxicologie de l'écotoxicologie. La première étudie les effets sur la santé de l'individu humain et animal ; la deuxième étudie les effets des agents polluants sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes.

### Micropolluants

Le terme de « micropolluant » désigne des substances inexistantes ou présentes en très faible quantité dans un milieu à l'état naturel, et susceptibles d'induire des effets négatifs dans ce milieu à faible ou très faible concentration. On distingue les micropolluants minéraux (métaux et métalloïdes) des micropolluants organiques (hydrocarbures, pesticides,...).

Les substances répertoriées dans ce guide sont celles listées par la directive-cadre sur l'eau comme « substances prioritaires » ainsi que d'autres substances toxiques, souvent persistantes dans les milieux aquatiques, voire bioaccumulables par certains organismes vivants de ces milieux.

Elles sont regroupées par « famille chimique », à l'exception des produits pharmaceutiques, différenciés uniquement selon leurs usages, étant donné leur grande diversité chimique.

<sup>1</sup> : Poison dont on enduisait la pointe des flèches dans l'antiquité hellénique.

### D'où vient la pollution toxique ?

La pollution toxique est due à l'introduction par l'homme dans l'environnement de substances nocives non naturelles ou originellement présentes en concentration moindre.



Pollution d'une petite rivière par des rejets contenant des toxiques



Par comparaison, un cours d'eau en bon état de fonctionnement écologique

La pollution toxique de l'eau a plusieurs origines : elle peut provenir des rejets industriels, domestiques et urbains, ou agricoles. Les rejets peuvent être ponctuels (établissement industriel, arrivée d'un égout) ou diffus (épandage de pesticides en agriculture, retombées atmosphériques, lessivage des routes ...).

## Les principaux groupes de substances toxiques

### Les métaux

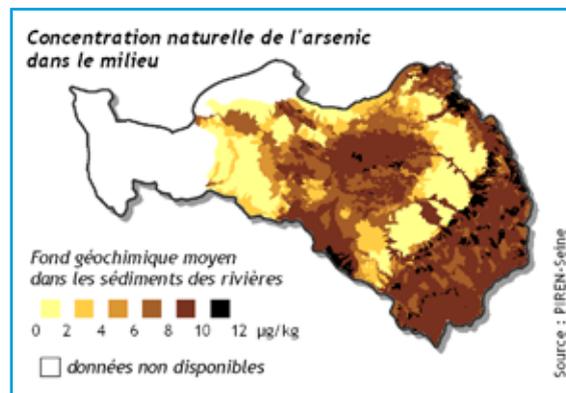
Les métaux sont des composants de l'écorce terrestre. Par mobilisation mécanique et chimique, ils sont présents de façon naturelle dans les eaux de surface et les nappes souterraines ainsi que dans les poussières atmosphériques. Les volcans et les incendies de forêts sont des sources naturelles très importantes de métaux pour l'hydrosphère.

C'est le fond « géochimique » (dû à la dissolution des éléments des roches-magasin dans l'eau des nappes souterraines, et à leur mobilisation dans les sols et sédiments pour les eaux de surface) qui explique les concentrations parfois observées en dehors de toute pollution anthropique, notamment dans les sédiments ou les eaux souterraines, pour des éléments minéraux comme le fer, le nickel, le sélénium et l'arsenic... Mais les activités anthropiques peuvent conduire à une augmentation de ces concentrations naturelles. C'est pourquoi les métaux sont considérés comme des « micropolluants minéraux ».

Certains minéraux sont, à petites doses, indispensables au métabolisme des êtres vivants (par exemple le zinc, le cuivre, le sélénium...) La carence, ainsi que l'excès de ces minéraux, provoquent des maladies. Ils sont appelés **oligo-éléments**.

Les métaux toxiques de forte masse atomique sont souvent appelés « métaux lourds ».

La biodisponibilité des métaux en milieu aquatique est limitée du fait de leur forte capacité d'adsorption (sédiments, matières organiques) et de complexation ; mais elle est très variable suivant les conditions physico-chimiques du milieu (par exemple, le cadmium passe de la phase particulaire à la phase dissoute lorsque la salinité augmente). L'accumulation de stocks considérables de métaux dans les sédiments pose par ailleurs le problème de leur remobilisation et de la persistance éventuelle de leurs nuisances bien au-delà d'un arrêt des rejets.



Carte du « bruit de fond » géochimique en arsenic.

La présence naturelle d'arsenic dans les sols peut conduire à un dépassement du seuil de potabilité (10 µg/L) dans l'eau souterraine sous-jacente.

### Autres micropolluants minéraux

Les métalloïdes sont également des constituants des roches. Comme leur nom l'indique, ils sont semblables aux métaux mais n'en possèdent ni la malléabilité, ni la ductilité, et sont sans l'éclat qui les caractérise.

Il y a au moins 7 éléments classés comme métalloïdes : le bore (B), le silicium (Si), le germanium (Ge), l'arsenic (As), l'antimoine (Sb), le tellure (Te), le polonium (Po). Le sélénium (Se) est parfois considéré comme un métal dans sa forme la plus stable parce qu'il devient conducteur lorsqu'il est soumis à la lumière.

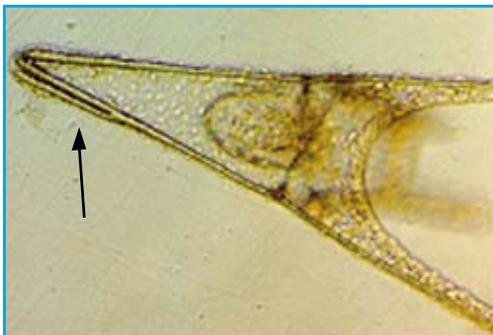
Certains de ces minéraux ont, comme les métaux, un rôle d'oligo-élément indispensable au fonctionnement des organismes. Dans l'environnement, au delà de certaines (faibles) concentrations, ils sont considérés comme des polluants.

### Les organométalliques

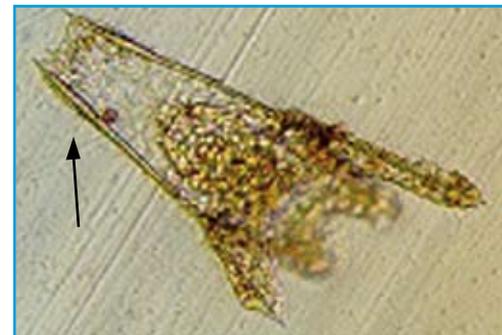
Un composé organométallique peut être défini comme un composé dans lequel il existe une liaison métal-carbone. Les grandes familles sont les organostanniques, les organomagnésiens, les organolithiens, les organocuivreux et cuprates, et les organozinciques. Il s'agit de composés utilisés en chimie organique, comme intermédiaires de synthèse organique, comme catalyseurs, ou comme biocides. Un des composés les plus connus est le tributylétain (TBT) qui, interdit depuis 2003, a notamment



Larves d'oursin :  
photo 1 : développement normal © A.-S. Allonier



Larves d'oursin présentant des anomalies de développement en présence de sédiments contaminés :  
photo 2 : spicules dédoublés - photo 3 : spicules écartés © A.-S. Allonier



été utilisé dans les peintures « anti-salissure » sur les coques de bateaux.

Si tous ces composés sont susceptibles de s'accumuler dans le foie des organismes, le TBT est connu pour ses effets perturbateurs sur la croissance et la reproduction des organismes marins (huître, oursin, bigorneau...)

## Les HAP

Les feux de forêt sont une source « naturelle » d'HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Ces composés sont également issus de la combustion incomplète des produits pétroliers (HAP « pyrolytiques » liés au transport, au chauffage, à l'industrie), ainsi que de la fabrication des bitumes, goudrons et enduits d'étanchéité ou de certains biocides). Ces composés généralement peu solubles dans l'eau s'adsorbent sur les matières en suspension dans l'eau, et dans les sédiments, où ils se concentrent. Ils s'accumulent aussi dans les graisses, notamment celles des poissons et des mollusques, mais sont mieux métabolisés et biodégradés que les substances chlorées<sup>2</sup>.

Quelques exemples de HAP : benzopyrène, naphthalène... Nombre d'entre eux (notamment le benzo(a)pyrène) sont reconnus cancérigènes. Des effets perturbateurs endocriniens sont également suspectés.

## Les PCB

Les polychlorobiphényles sont des substances chlorées de synthèse très stables, résistantes au feu et très lentement biodégradables (plusieurs dizaines d'années). On les trouve encore pour cette raison sous forme

<sup>2</sup> : cf. pyramide trophique page 272

confinée dans les transformateurs électriques, les condensateurs et les fluides hydrauliques de machines. Ils entraient autrefois dans la composition des vernis, encres, peintures, solvants... (usages « ouverts »). Au vingtième siècle, un million de tonnes a été produit à l'échelle mondiale.

En raison de leur très faible solubilité dans l'eau mais de leur forte affinité pour les matières en suspension, et les lipides, ils s'accumulent dans le milieu naturel et se bioaccumulent fortement dans la chaîne alimentaire, par exemple dans la graisse des poissons, des oiseaux marins, des phoques... et des populations humaines qui les consomment.<sup>2</sup>

Ils sont aujourd'hui interdits à la mise sur le marché et font l'objet de restrictions d'usage importantes du fait de leur grande persistance dans le milieu et de leur forte aptitude à la bioaccumulation.

On distingue les PCB coplanaires<sup>3</sup> à effets toxiques proches de ceux des dioxines (PCB-DL « dioxines like »), des PCB non coplanaires, majoritaires, aux effets toxiques certains (système nerveux, immunité), mais selon des mécanismes mal connus et différents.

Les dioxines et furanes sont des composés organochlorés formés par oxydation lors de combustions incomplètes de dérivés aromatiques chlorés.

Les dioxines ou furanes sont également des impuretés de fabrication de certains pesticides (ex. 2,4 D) et des PCB.

Ces substances sont toxiques, perturbateurs endocriniens et et cancérigènes à des concentrations extrêmement faibles (cf. SEVESO, « agent orange » au Vietnam, maladie de Yusho au Japon...).

<sup>3</sup> : La position des atomes de chlore fait que les deux cycles de la molécule se trouvent dans le même plan.

## Les diphényles polybromés (PBDE, PBB)

Les éthers diphényliques polybromés sont des substances utilisées comme ignifuges dans une vaste gamme de produits de consommation. Ajoutés par exemple à la mousse de polyuréthane, aux fibres textiles et à divers plastiques, ils sont utilisés pour rembourrer les sièges, les textiles non destinés aux vêtements (bâches, auvents, tapis), les isolants électriques et les boîtiers d'ordinateurs et de téléviseurs.

Ces composés, comme les PCB, persistent dans l'environnement, peuvent entrer dans la chaîne alimentaire et s'accumulent dans les tissus graisseux et les liquides corporels<sup>4</sup>, comme le lait, en raison de leurs propriétés physiques et chimiques. Des troubles du développement et des effets sur le foie et la thyroïde ont été observés dans des études expérimentales sur des animaux exposés. Cependant, aucune étude n'a établi de lien concluant chez l'humain entre les concentrations de PBDE et la santé.

Sont appelés PBDE, à la fois le pentabromodiphényléther (C<sub>12</sub>H<sub>5</sub>Br<sub>5</sub>O), substance prioritaire DCE, et les 209 isomères de la famille des poly-BDE. Sous leur forme commerciale, les PBDE sont en fait un mélange de différents isomères de pentabromodiphényléthers et d'autres polybromodiphényléthers (dont les tétra, octo et décaBDE).

Le groupe des phényles bivalents polybromés ou polybromobiphényles (PBB) est également utilisé comme retardateur de flamme (ignifuge). Ils ont un comportement et des effets similaires à ceux des PBDE.

## Les solvants

Un solvant est un liquide qui a la propriété de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres substances sans provoquer de modification chimique de ces substances et sans lui-même se modifier. Il existe environ un millier de solvants différents, dont une centaine d'usage courant, en particulier dans l'industrie et le bâtiment (peintures et revêtement).

Certains solvants peuvent également être utilisés en intermédiaire de synthèse organique (exemple : benzène, tétrachlorure de carbone).

Aucun solvant organique n'est inoffensif pour la santé.

● **Les solvants chlorés** servent au dégraissage des pièces en mécanique, au décapage de peintures, au nettoyage à sec (pressings). Certains dérivés servent à la synthèse organique (pesticides et produits pharmaceutiques...)

<sup>4</sup> : dans les tissus adipeux humains et le lait maternel, les taux sont 10 à 70 fois plus élevés en Amérique du Nord qu'en Europe (INÉRIS, 2005).

Les propriétés chimiques de ces composés très volatils (pollution de l'air), très fluides et très solubles dans l'eau font qu'ils migrent rapidement sans dégradation vers les nappes d'eau souterraines. En revanche, ils subsistent peu de temps dans les eaux superficielles.

Quelques exemples de molécules : perchloréthylène, chloroforme, chlorure de méthylène.

Leur biodégradabilité est généralement faible ; ils ont une forte persistance et se bioaccumulent. Même si la toxicité est très variable d'un solvant à un autre, tous peuvent être à l'origine d'intoxications. Les effets sont neurologiques et/ou cancérigènes sur le foie et le sang. Globalement, leur usage en tant que solvants est en diminution.

### ● Les solvants benzéniques

Le benzène, le toluène et le xylène (BTX) sont les plus connus. Le benzène est le plus toxique de tous. Il se distingue par sa grande toxicité pour les cellules sanguines et les organes qui les produisent (moelle osseuse) ; il est cancérigène.

## Autres organochlorés

### ● Les chloroalcanes

Autrefois appelés paraffines, les chloroalcanes sont un ensemble de composés de synthèse, dangereux pour l'environnement, nocifs et cancérigènes. Progressivement interdits depuis 1999 dans diverses applications, ils sont utilisés dans l'usinage du métal, les peintures, mastics et adhésifs et comme retardateurs de flamme dans les textiles et caoutchoucs.

### ● Les chlorophénols

Comme leur nom l'indique, il s'agit de phénols chlorés avec un nombre variable d'atomes de chlore. Ces substances ont été largement utilisées dans l'industrie du traitement du bois et du papier.

Ils servent à la fabrication de pesticides, détergents, colorants, et de médicaments.

Plusieurs chlorophénols sont des biocides relativement persistants. Quelques exemples de molécules : le PCP (pentachlorophénol), le 2,4-DCP (dichlorophénol), toxiques pour les organismes aquatiques.

De nombreux effets ont été constatés sur la santé en milieu professionnel lors d'intoxications accidentelles (irritations de la peau et des muqueuses, atteintes aux appareils digestif et respiratoire, au système nerveux, effets sur le cœur, le foie, le rein).

### ● Les chloroanilines

Ces composés aromatiques chlorés, dérivés de l'aniline, sont utilisés principalement dans la fabrication d'herbicides (diuron, linuron), de colorants, et du caoutchouc synthétique. Ils peuvent être présents dans l'eau en tant que produits de dégradation biologique d'autres molécules (exemple : chloronitrobenzène). Ils sont très toxiques pour les organismes aquatiques et toxiques pour l'homme (atteintes respiratoires, méthémoglobinémie).

## Détergents et plastifiants

### ● Les alkylphénols

Les alkylphénols sont des surfactants anioniques encore fréquemment utilisés comme détergents industriels et agents de mouillage. Parmi eux, les plus fréquents sont les octylphénols et les dérivés éthoxylés du nonylphénol, imparfaitement retenus par les systèmes de traitement des eaux usées. Certaines de ces molécules sont susceptibles de perturber le système endocrinien, en particulier en mimant l'action des oestrogènes.

### ● Les phtalates

Ce sont des substances entrant dans la composition des matières plastiques, des fluides diélectriques et des insecticides. Les phtalates sont très employés comme plastifiants dans la production d'objets en PVC souple. Le plus utilisé reste le DEHP (di(2-éthylhexyl)phtalate), en raison notamment de son très bon rapport qualité-prix, même si la place qu'il occupe sur le marché est en diminution.

Le risque de toxicité directe paraît faible pour l'écosystème aquatique du fait de sa faible solubilité dans l'eau. Des effets perturbateurs ont été observés sur des poissons et le DEHP est connu comme perturbateur endocrinien (effets œstrogènes) et suspecté de cancérogénicité.

Son usage est interdit dans les industries du jouet pour enfant et des cosmétiques ; il fait actuellement l'objet d'une évaluation dans les plastiques alimentaires.

### ● Le bisphénol A

C'est un composé chimique synthétique issu de la réaction entre le phénol et l'acétone. Il entre dans la composition des récipients en polycarbonates (ex. biberons, bonbonnes d'eau) et autres plastiques (plastifiant assurant leur souplesse). Migrant assez facilement dans l'eau, c'est une substance considérée comme préoccupante, car elle pourrait notamment avoir des effets de perturbation endocrinienne tant sur la faune aquatique que sur l'homme.



La concentration des boues de stations d'épuration en micropolluants persistants (métaux, PCB, HAP...) est normalisée et surveillée régulièrement, afin de garantir l'innocuité de leur valorisation agricole, que justifie par ailleurs leur richesse en carbone et éléments fertilisants (N, P, K).

## MTBE (méthyl-tert-butyl éther)

Ces composés ajoutés aux carburants visent à améliorer les performances des moteurs par une meilleure combustion.

Le **MTBE**, qui a remplacé le plomb tétraéthyle, améliore l'indice d'octane des supercarburants qui peuvent en contenir jusqu'à 13,6 % en masse. À cause de sa grande volatilité, le MTBE libéré dans l'environnement se retrouve sous forme de gaz dans l'atmosphère. Il est hautement soluble dans l'eau et pourrait conduire à une contamination des réserves souterraines d'eau potable.

Des effets ont été constatés sur l'animal (atteintes au systèmes nerveux, respiratoire et digestif de la souris) ; les effets sur l'homme sont mal connus.

## Les pesticides

Les pesticides sont des substances chimiques, minérales ou organiques de synthèse, également appelées « phytosanitaires », ou plus récemment « phytopharmaceutiques », par les fabricants et utilisateurs, destinées à lutter contre les parasites animaux et végétaux des cultures. La France

est un très gros consommateur de pesticides (le 3<sup>e</sup> dans le monde, le 1<sup>er</sup> en Europe en 2006).

Compte tenu de leur très grand nombre, seules quelques familles seront étudiées dans ce guide : celles reconnues comme étant à ce jour les plus toxiques ou persistantes dans l'environnement.

Ils peuvent être classés en grandes familles chimiques : organochlorés, -phosphorés, -azotés, substances minérales... ou par famille d'usages (herbicides, fongicides, insecticides, molluscicides, acaricides...).

La toxicité dépend du mode de pénétration dans l'organisme. Des études épidémiologiques ont mis en évidence des liens entre l'exposition à certains pesticides et des effets retardés tels que cancer (leucémie, gliome<sup>5</sup>), effets immunitaires, neurologiques ou troubles de la reproduction, ainsi que des réactions allergiques.

En 1993, la Commission européenne a lancé un important programme d'évaluation des substances actives dans les pesticides et de leur sécurité d'emploi au sein de l'U.E. Ces travaux devraient être publiés en 2008. Actuellement, plus d'une centaine de substances réévaluées ont été interdites.

### Les biocides, dont les désinfectants et conservateurs

Au-delà des pesticides, les biocides sont utilisés contre les vecteurs d'infections parasitaires (vers, protozoaires) ou microbiologiques (champignons, bactéries et virus).

Le formol, les parabènes, les produits bromés, la chlorhexidine, le glutaraldéhyde sont quelques exemples de produits utilisés pour la désinfection ou la conservation. Certains pesticides et solvants chlorés ont aussi des usages biocides.

A long terme, ils ne sont pas aussi inoffensifs que leur usage dans des produits de consommation courante (denrées alimentaires, cosmétiques...) peut le laisser penser. Il existe par exemple une forte suspicion de cancérogénicité pour le formol, d'allergies ou d'effets perturbateurs endocriniens pour de nombreux biocides... Un effort d'évaluation des effets sur la santé est en cours, en application de la directive « Biocides » (98/8/CE).

5 : Variété de tumeur du tissu nerveux, et en particulier de la substance servant de soutien aux neurones au niveau du système nerveux central (encéphale et moelle épinière).



Une prairie brûlée par un herbicide en bordure de ruisseau

### Les produits pharmaceutiques

Ces composés synthétiques d'usage très répandu ont été créés pour avoir un effet thérapeutique. 4 000 matières actives pharmaceutiques sont autorisées en Europe pour l'homme ou l'animal.

Les principales « familles » selon leur effet thérapeutique, sont les antalgiques, les anti-inflammatoires, les psychotropes, les bêtabloquants, les hypolipémiants, les antibiotiques, les diurétiques, les antiépileptiques, les antiparasitaires et les antifongiques (liste non exhaustive).

Ces produits ou leurs métabolites se retrouvent à l'état de traces (quelques nanogrammes (ng) ou dizaines de ng par litre) dans les cours d'eau car ils sont imparfaitement retenus par les systèmes d'assainissement. De telles concentrations ne sont pas à même de créer des effets de toxicité aiguë ; d'éventuels effets à long terme, en cas de synergie notamment, sur les écosystèmes et la santé restent encore à évaluer, mais paraissent peu probables aux très faibles concentrations retrouvées dans les eaux naturelles, sauf peut-être pour les hormones et certains anticancéreux très toxiques.

### L'analyse des toxiques

#### Le prélèvement, une étape déterminante

Les substances à analyser étant souvent présentes à de faibles, voire de très faibles concentrations dans l'eau ou dans le sédiment (de l'ordre

du microgramme( $\mu\text{g}$ ) par litre ou par kg), il est indispensable de prendre certaines précautions pour assurer la représentativité de l'échantillon, éviter sa contamination, garantir sa conservation et ainsi obtenir une analyse correcte.

## Des méthodes normalisées, mais pas pour toutes les substances

La majorité des substances étudiées fait l'objet de méthodes normalisées garantissant la reproductibilité, avec une bonne précision, des résultats obtenus. En revanche, la méthode d'analyse est laissée à l'appréciation et au savoir-faire du laboratoire dans un certain nombre de cas : bisphénol A, PBDE, parabènes...

Un certain nombre de substances ne disposent pas de méthodes d'analyse suffisamment fines. L'exemple des chloroalcanes est intéressant : aucune méthode d'analyse dans l'environnement n'est couramment acceptée par la communauté scientifique, les techniques étant en cours de développement ; de plus, le choix des composés (ou mélange de composés) à déterminer n'est pas encore arrêté.

Enfin, l'analyse n'est pas encore au point pour de nombreux métabolites qui ne peuvent donc être recherchés à l'état de traces dans l'environnement.

## Les difficultés de l'analyse des micropolluants

### ● Préparation de l'échantillon

Afin de pouvoir réaliser l'analyse, il est souvent nécessaire de conditionner l'échantillon : minéralisation pour les métaux, extraction et purifications en série pour certaines substances organiques. Cette étape permet d'éliminer les interférences dues à la présence d'autres substances que celle recherchée et de concentrer l'échantillon afin de permettre une meilleure quantification. Du rendement d'extraction (pourcentage de matière que l'on a réussi à concentrer dans un solvant en l'extrayant de l'échantillon) dépend notamment la précision de la quantification.

### ● Incertitude analytique

Le résultat de toute analyse chimique comporte une incertitude liée aux différentes manipulations réalisées, ainsi qu'à la sensibilité des techniques utilisées. Particulièrement dans le sédiment, support de nombreux micropolluants, la concentration exacte d'une substance n'est connue qu'avec une précision donnée, calculée à partir d'essais multiples intra- et inter-laboratoires.

### ● Limite de détection/limite de quantification

La limite de détection (LD) correspond à la plus petite concentration observable au dessus du bruit de fond, sans pouvoir être quantifiée.

La limite de quantification (LQ) est la plus petite concentration à partir de laquelle le résultat de la mesure est quantifiable. Elle est en général 2 à 3 fois supérieure à la limite de détection.

### ● Evolutions des LQ

Les limites de quantification diminuent progressivement au fil de l'avancement des techniques mais pas toujours aussi rapidement que le besoin de protection de l'environnement et/ou la réglementation le demandent<sup>6</sup>. Il existe ainsi pour une substance dangereuse un projet de NQE<sup>7</sup> 20 fois plus faible que sa limite actuelle de détection dans l'eau.

## Des analyses dans l'eau, le sédiment et le biote

Du fait de la grande diversité des familles chimiques auxquelles ils appartiennent, les micropolluants montrent des propriétés très variées, notamment en termes de volatilité, de solubilité dans l'eau et dans les graisses, d'adsorption et de bioaccumulation... De ce fait, la recherche est effectuée de manière complémentaire ou alternative dans l'eau ou dans le sédiment. La recherche de micropolluants dans les tissus des organismes (muscles, foie) répond à une exigence réglementaire (poissons, mollusques, crustacés consommés par l'homme), mais permet aussi de mettre en évidence l'importance de la contamination d'un milieu et du réseau trophique (poissons, oiseaux, mammifères marins notamment). Une substance présentant un coefficient de partage carbone organique-eau (Koc) supérieur à 500 sera ainsi recherchée de préférence dans le sédiment (cf. « TGD »-Technical Guidance Document- européen); un coefficient de partage n-octanol-eau (Kow) de  $\log > 5$  orientera vers une recherche dans le biote de préférence à l'eau (produit lipophile s'accumulant dans les graisses animales).

<sup>6</sup> : Notons que ce n'est pas parce qu'une substance n'est pas détectée qu'elle n'est pas présente à une concentration suffisante pour être toxique.

<sup>7</sup> : Norme de qualité environnementale, Koc, Kow, voir explication de ces termes dans le chapitre suivant et dans le glossaire.

## COMPORTEMENT DES TOXIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT

### Dispersion et circulation

#### Les polluants passent d'un compartiment environnemental à un autre

Tout composé, organique ou minéral, peut théoriquement passer dans l'atmosphère. C'est le cas des gaz, bien sûr. Pour les liquides, ce passage s'effectue sous forme d'aérosols ou par évaporation, pour les solides sous forme de poussières, éventuellement piégées dans les aérosols. Un certain nombre de polluants atmosphériques, après un temps de séjour plus ou moins long et une circulation plus ou moins lointaine, retombent à la surface du globe sous forme de dépôts secs (simple effet de la gravité) ou humides (dissolution ou entraînement par les précipitations).

Les dépôts sur le sol sont transportés à vitesse variable vers les eaux superficielles et les eaux souterraines (nappes phréatiques et profondes) par ruissellement, érosion ou infiltration.



Le sédiment peut accumuler, selon son épaisseur et les conditions chimiques de grandes quantités de polluants.

La « zone d'influence » d'un rejet ou d'un ensemble de rejets d'une substance correspondant au tronçon de rivière dans lequel la substance est présente, avec un effet possible sur la vie aquatique comme sur les usages de l'eau (notamment l'alimentation en eau potable). Dans le cas d'un estuaire, la zone d'influence est à la fois en aval et en amont des rejets (alternance du sens du courant).

Suivant leur nature et les conditions du milieu, les polluants se retrouvent dans l'eau à l'état dissous ou particulaire (précipités, adsorbés sur des matières en suspension,...) ou en partie dans l'un et l'autre état ; la fraction particulaire sédimente plus ou moins rapidement dans le lit des cours d'eau, au fond des lacs ou des mers, d'où elle peut être reprise et remobilisée par des processus physiques, chimiques ou biologiques (désorption, relargage, érosion, bioturbation).

Les effluents de toutes origines (domestique, industrielle, artisanale, agricole), transférés directement ou par l'intermédiaire de la pluie, sont susceptibles d'apporter des polluants toxiques aux cours d'eau. La distribution de ceux-ci entre les différents compartiments du milieu (colonne d'eau, sédiment, atmosphère), mais également leur persistance et leur biodisponibilité déterminent le niveau d'exposition aux toxiques que subiront les différentes populations qui y vivent.

### Dégradation, biodégradation et persistance

La plupart des polluants dispersés dans l'environnement sont instables.

- Divers processus abiotiques conduisent à la destruction des molécules et/ou à leur transformation en dérivés peu ou pas toxiques ou au contraire plus toxiques que la substance d'origine. La photodégradation, due à l'effet direct des rayons UV qui cassent les molécules, la photolyse (décomposition hydrolytique des molécules, catalysée par l'énergie lumineuse), l'hydrolyse ou l'oxydation, ainsi que les réactions acido-basiques pour les composés inorganiques, jouent un rôle prépondérant dans la dégradation.
- La « biodégradation » est la dégradation effectuée par les êtres vivants (bactéries, champignons, organes digestifs des animaux supérieurs...).

Dégradation abiotique et biodégradation tendent plus ou moins rapidement à la minéralisation des composés organiques (transformation en eau, CO<sub>2</sub> et sels minéraux).

- La **persistance** est la capacité d'une substance à rester dans un milieu sans être physiquement dégradée ni biodégradée ; elle est quantifiable par sa demi-vie (voir glossaire) ; notion à ne pas confondre avec la rémanence, temps pendant lequel elle garde un ou des effets visibles.

## Les processus d'insertion des polluants dans les réseaux trophiques

### La biodisponibilité

C'est la présence d'une substance dans l'environnement sous une forme susceptible d'interagir avec le vivant. Un polluant peut être peu biodisponible. C'est le cas par exemple des polluants stockés dans les sédiments : ils ne présentent alors un risque que pour les organismes fousisseurs (par exemple, les vers), les organismes vivant uniquement dans l'eau (par exemple les poissons) ayant peu de chance d'y être exposés directement. Cependant, même si la probabilité d'exposition ne concerne, dans un premier temps, que certains organismes de la chaîne trophique, les substances toxiques des sédiments sont à surveiller, d'une part en raison de leur risque de remise en solution suite à un changement d'équilibre entre leur forme libre dans l'eau et leur forme stockée dans les sédiments (par exemple lors des crues), d'autre part en raison du risque de transmission par la chaîne alimentaire (ex. : poissons ou oiseaux se nourrissant des vers fousisseurs).

### Bioaccumulation et bioconcentration

Les organismes sont susceptibles de concentrer les polluants dans leurs tissus

- La **bioaccumulation** désigne le stockage de longue durée de polluants persistants par un organisme vivant, contaminé par son milieu (biotope) ou par sa nourriture, et dont il n'est pas capable de se débarrasser par excrétion ou métabolisme. Chez les animaux et l'homme, les produits solubles (métaux par exemple) s'accumulent plutôt dans les muscles et les os, et les peu solubles (organochlorés par exemple) dans les graisses (produits lipophiles).

- La **bioconcentration** est le phénomène par lequel des êtres vivants absorbent des substances présentes dans leur milieu (biotope), et les accumulent dans leur organisme à des concentrations supérieures à celles auxquelles elles se rencontrent dans le milieu naturel.

- La **bioamplification** (ou bioampliation ou biomagnification) est le phénomène par lequel une substance présente dans un biotope voit sa concentration augmenter, au fur et à mesure qu'elle circule vers les maillons supérieurs d'une chaîne trophique. Des records de bioamplification ont été atteints dans des écosystèmes lacustres contaminés par les PCB et le DDT.

- La **biotransformation** est le phénomène inverse : la concentration décroît lorsqu'on s'élève dans la chaîne trophique. Observé en milieu aquatique, notamment pour les HAP, il est dû à une métabolisation et une excrétion des polluants par les organismes supérieurs.

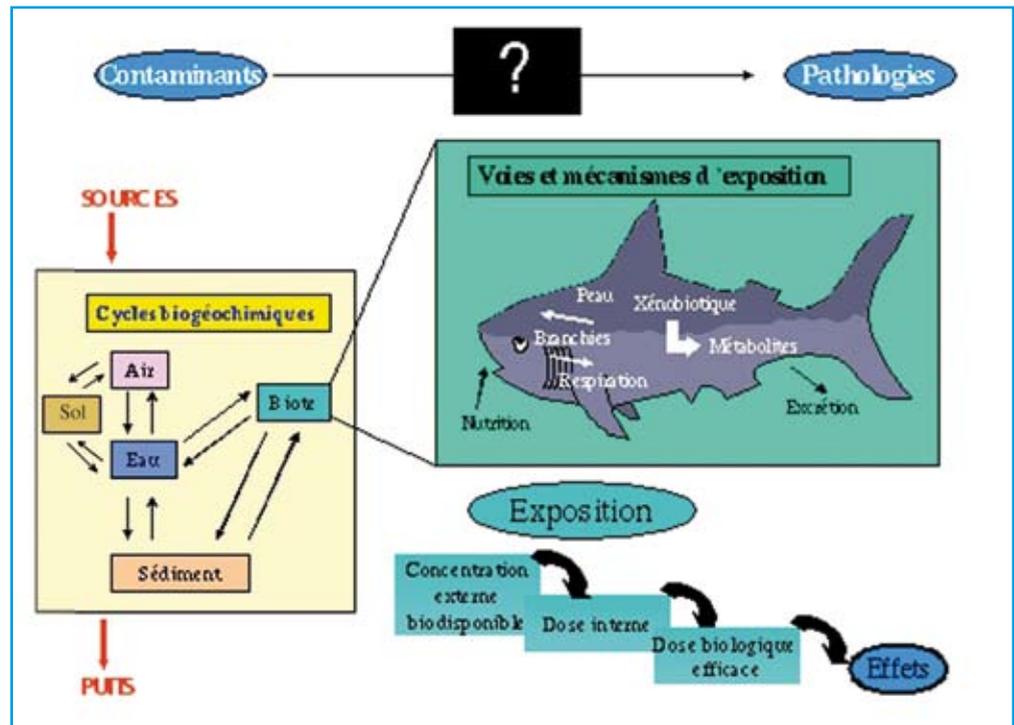


Illustration schématique du transfert des contaminants d'un compartiment à un autre (d'après F. Bruchon, AESN)

## ESTIMATION DE L'EFFET D'UN CONTAMINANT SUR LES POPULATIONS D'UN ÉCOSYSTÈME (TOXICITÉ ET ÉCOTOXICITÉ)

Un effet toxique est la conjonction de la toxicité intrinsèque d'une substance vis-à-vis d'une espèce vivante dans des conditions de milieu déterminées et d'une exposition de cette espèce à la substance, qu'il s'agisse de l'Homme, d'un animal ou d'un végétal.

### Mesure de la toxicité intrinsèque (ou danger) d'une substance vis-à-vis d'organismes aquatiques

Elle est évaluée en laboratoire à l'aide de tests (ou bio-essais) sur diverses espèces vivantes représentatives de différents maillons de la chaîne trophique (bactéries, algues, crustacés, poissons...).

Plusieurs individus d'une même espèce sont exposés pendant un temps donné à diverses concentrations de la substance dans l'eau. Les effets toxiques observés permettent de déterminer les concentrations caractéristiques : concentration produisant un effet sur 50% des individus (**CE50**) ou sur 10% (**CE10**), concentration en-dessous de laquelle aucun effet nocif n'est observé sur l'espèce testée (No Observed Effect Concentration ou **NOEC**, utilisée plus spécifiquement pour caractériser les effets chroniques).

Les effets observés sont par exemple la létalité (le « E » est alors remplacé par le « L » : CL50) ou l'inhibition de la mobilité (le « E » est alors remplacé par le « I » : CI 50).

Plus ces concentrations caractéristiques sont basses, plus la substance est toxique pour l'espèce considérée.

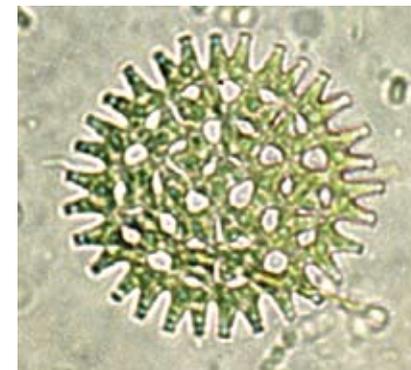
Quelques exemples : tests sur daphnies, test sur bactéries luminescentes.

**Méthodes alternatives** (cultures cellulaires, toxicogénomique, QSAR) : voir p. 18.

### • Toxicités aiguë et chronique

Deux types de toxicité sont évalués :

- **la toxicité aiguë**, dont les effets sont rapides (quelques heures à quelques jours, suivant la durée de vie normale de l'espèce) et généralement mortels ;



Une algue planctonique et une daphnie vues au microscope

- **la toxicité chronique**, dont les effets apparaissent après une exposition prolongée à la substance, mais sont imperceptibles sur une courte échelle de temps.

Le seuil de toxicité aiguë est toujours plus élevé que le seuil de toxicité chronique.

Pour la toxicité chronique, on distingue les essais à moyen et long terme, correspondant à des durées d'exposition supérieures respectivement à 10% et 80% de la durée de vie normale de l'espèce.

Ces tests peuvent permettre d'évaluer la latence d'apparition des effets et leur réversibilité.

### • Synergie, effets « cocktail » et antagonisme

De nombreux toxiques présentent des effets d'addition, voire plus rarement de multiplication des toxicités lors de leur application simultanée avec une autre substance. Ainsi dans l'effet « cocktail », la manifestation de la toxicité est amplifiée par l'exposition simultanée à plusieurs toxiques. Par exemple, la toxicité des pyréthrinoides à une dose donnée

est multipliée par 10 si elle est « dopée » par une dose équivalente de pipéronyl butoxide (Ramade, 2007). Le cuivre et les organophosphorés ont également des effets toxiques synergiques sur la faune aquatique. A l'inverse, l'antagonisme est une atténuation des effets, sur les organes-cibles, de toxiques appliqués simultanément, par rapport à leurs effets individuels.

## • PNEC

La PNEC (Predictive No Effect Concentration) est la concentration d'une substance dans un milieu qui est considérée comme sans effet sur les populations qui y vivent. Elle a été déterminée statistiquement à partir des résultats de CE50, CE10 et NOEC disponibles sur différentes espèces de ce milieu. C'est la concentration la plus faible ayant un effet sur une des espèces testées qui est retenue, qu'il s'agisse de la CE50 sur une espèce ou de la NOEC sur une autre. Celle-ci est alors divisée par un facteur d'incertitude (de 10 à 1000) évalué en fonction de l'information utilisée : il est plus élevé si l'information vient seulement de tests de toxicité aiguë et si la variété d'espèces testées est faible.

## EVALUATION DU RISQUE TOXIQUE EN MILIEU AQUATIQUE au moyen du rapport PEC/PNEC

La **PEC** (Predicted Environmental Concentration) est la concentration prévisible d'une substance dans une masse d'eau précise, résultant d'un flux de rejet donné. Elle représente donc un niveau global d'**exposition** des organismes aquatiques à la substance par leur milieu de vie. Pour un rejet dans un cours d'eau, la PEC peut être estimée par le rapport du flux du polluant rejeté sur le débit du cours d'eau. Pour une évaluation de risque dans les conditions les plus sévères, le débit est choisi en conditions d'étiage (généralement le QMNA5, débit d'étiage de retour 5 ans).

Pour évaluer l'effet d'un rejet d'une substance sur un milieu aquatique, le rapport PEC/PNEC est calculé.

Si il est supérieur à 1, le milieu est potentiellement menacé dans la zone d'influence du rejet considéré.

Si il est inférieur à 1, il peut être conclu que ce flux de rejet à lui tout seul ne menace pas le milieu.

L'évaluation du risque toxique le long d'un cours d'eau doit bien en-

tendu tenir compte des effets cumulés des rejets de la substance en plusieurs points du cours d'eau, tout comme des possibilités d'effets « cocktail ».

## La prise en compte des risques sanitaires

L'homme fait partie de l'écosystème global. Outre les possibilités d'atteintes toxiques directes par l'eau de boisson ou de baignade, il peut subir les effets indirects des atteintes aux écosystèmes aquatiques, dont la plus importante est la contamination des ressources alimentaires d'eaux douces et marines.

### • DL50

C'est la dose (généralement exprimée en mg/kg, sur le rat ou la souris) qui cause la mort de 50% des individus de l'espèce considérée (ici la voie retenue est l'ingestion).

### • DJA – DJT – DHTP

La **DJA** (**dose journalière acceptable**) d'une substance est la dose moyenne journalière qui pourra être ingérée toute la vie sans risque pour la santé de l'individu ni pour sa descendance. Elle est exprimée en fonction du poids corporel de l'organisme exposé (mg/kg) et calculée à partir de la dose sans effet ou de la DL50 sur l'animal (chez des mammifères comme le rat ou la souris) et d'un facteur d'incertitude tenant compte des variations de sensibilité inter- et intra-espèces ; elle est proposée par le JECFA<sup>8</sup>. La DJA est établie pour des substances dont la présence dans les aliments ou l'eau de boisson répond à des besoins techniques (**additifs** alimentaires, chlore, etc...).

La **DJT** (**dose journalière tolérable**) représente la même chose que la DJA mais dans le domaine des **polluants**. Elle est fixée, ainsi que la **DHT** (**dose hebdomadaire tolérable**) et éventuellement la **DHTP** (**DHT provisoire**), par l'OMS. Sont aussi parfois utilisées les **DMT** (**doses mensuelles tolérables**) et **LAI** (**limites annuelles d'ingestion**).

## Evaluation des risques sanitaires liés à l'eau

Les niveaux observés de contamination de l'eau de boisson (sur une base protectrice de 2 litres d'eau consommée par jour) et des den-

<sup>8</sup> : JECFA : Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives ; Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs et résidus dans l'alimentation.

rées alimentaires, par un toxique, sont traduits en données d'exposition (quantité ingérée par unité de temps et de poids corporel) et comparées aux DJT et DHT (ou DHTP).

La qualité des aliments est réglementée au regard de leur teneur en toxiques. (voir chapitre réglementation, ci-après). Le contrôle des denrées solides est assuré principalement par les DDCCRF, celui des eaux de consommation par les DDASS et celui des produits animaux (dont le lait) par les DSV (voir sigles et abréviations).

### Méthodes alternatives en toxicologie

Parce que l'extrapolation d'une espèce à l'autre des effets d'un toxique est toujours sujette à caution, vu les différences de sensibilité et métabolisme, et dans le but de limiter les tests sur animaux, comme souhaité par le règlement européen REACH, des méthodes alternatives sont développées dans 3 directions :

- essais in vitro directement sur **cultures cellulaires** de tissus/organes-cibles (ex. peau, yeux, foie...)
- **toxicogénomique** (repérage de signaux d'expression génétique sur des puces à ADN)
- méthodes **informatiques (tests « in silico »)** de prédiction d'activité probable d'une molécule à partir de sa structure, par analogie avec d'autres groupements chimiques dont la structure a un effet toxique connu : ce sont les « **QSAR** » (**relations quantitatives structure/activité**).

Au sein de l'Union Européenne, l'ECVAM a été créé pour harmoniser la validation de ces méthodes alternatives.

C'est donc à l'avenir une stratégie de **tests successifs, in silico, in vitro et in vivo**, qui devrait progressivement se substituer aux seuls essais sur animaux vivants majoritairement utilisés jusqu'ici.

## LE DIAGNOSTIC ET LA SURVEILLANCE DE L'ÉTAT DES MILIEUX NATURELS AQUATIQUES

La pollution toxique dans le milieu est suivie par des mesures de concentration de différentes substances dans des échantillons prélevés sur le terrain (eau, sédiments, biote) et analysés en laboratoire.

### Un ensemble de réseaux de mesure denses et pérennes

Le suivi régulier de pollutions toxiques dans les cours d'eau, parallèlement à celui des autres formes de pollutions, a été mis en œuvre dès 1971, par des mesures régulières des concentrations en métaux dans les sédiments, dans le cadre des Réseaux Nationaux de Bassin (RNB) gérés conjointement par l'Etat (au travers des DIREN) et les Agences de l'Eau. Les pesticides et d'autres micropolluants organiques ont été progressivement intégrés à ce suivi pérenne au cours des années 90.

Le Service de la Navigation de la Seine du département de Seine-Maritime (SNS 76) suit les métaux et les principaux toxiques organiques (PCB, HAP atrazine, urées substituées, pesticides organochlorés,) dans l'eau et les sédiments de l'estuaire (de Poses à Honfleur).

Les Réseau Eaux Souterraines (RES) gérés par les agences de l'eau suivent un grand nombre de micropolluants (dont 200 pesticides), compte tenu des enjeux (eau potable, et patrimoine—ressource pour les eaux de surface) qu'elles représentent.

Les DDASS suivent les ressources utilisées en eau potable en matière de micropolluants (métaux, pesticides, HAP, solvants chlorés, benzène...) en liaison avec les distributeurs d'eau.

Concernant le littoral, l'IFREMER assure des mesures régulières de micropolluants dans les coquillages (Réseau National d'Observation, RNO) et l'Agence de l'Eau dispose d'un réseau complémentaire sur les produits de la mer, propre au littoral normand.

Enfin le Réseau national de surveillance des ports maritimes (RÉPOM), créé il y a 10 ans par l'Etat avec la participation financière des ports, surveille la qualité des eaux de 191 ports dans 29 départements littoraux, notamment sur les principaux micropolluants.

Le RNB et le RES ont été récemment adaptés et renforcés (particulièrement sur le suivi des micropolluants) pour constituer le réseau de surveillance exigé par la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE).

### Des mesures sur les différents éléments constitutifs du milieu

Les micropolluants sont recherchés sur différents supports, pour obtenir des informations qui se complètent sur l'état de contamination du milieu naturel.

Les **sédiments**, qui stockent les micropolluants persistants peu solubles, donnent une indication sur la pollution plus ou moins récente du cours d'eau; les « carottes » en profondeur permettent d'étudier l'évolution historique de certains contaminants.

Les mesures dans l'eau et les **matières en suspension** donnent une indication de la pollution dissoute et particulaire au moment du prélèvement.

Les **bryophytes** (mousses aquatiques) bioaccumulent les métaux, dont les concentrations dans ces végétaux donnent une indication sur la pollution métallique chronique des trois derniers mois.

La contamination des **coquillages** (huître, moule, bulot, coquille Saint-Jacques) et de certains **crustacés** et **poissons**, est mesurée par l'analyse de leurs tissus. Ils indiquent la contamination moyenne des derniers mois et jouent le rôle d'enregistreurs-amplificateurs naturels de la contamination de l'eau ou des sédiments et algues.

### Les biomarqueurs écotoxicologiques de terrain

Les biomarqueurs écotoxicologiques sont des changements structuraux ou fonctionnels caractérisant la réaction d'un organisme exposé à un polluant. La recherche de certaines modifications comportementales, altérations physiologiques, processus biochimiques produits ou inhibés... permet de détecter la présence d'un toxique dans le milieu naturel avant que les effets toxiques ne soient létaux ou sub-létaux.

L'augmentation de l'activité d'enzymes hépatiques (test EROD) est par exemple utilisée pour mettre en évidence l'exposition de poissons ou mollusques aux HAP. Autre exemple : la vitellogénèse chez les poissons, signant une perturbation endocrinienne due à un micropolluant à effet œstrogène.

### Les indicateurs de fonctionnement de l'écosystème (ou bioindicateurs)

L'utilisation de ces bioindicateurs repose sur le principe de sélection, dans un milieu naturel pollué, des organismes aquatiques résistants aux pollutions, alors que les organismes sensibles ont disparu. La composition quantitative et qualitative des populations des écosystèmes peut aussi permettre de quantifier spécifiquement l'impact de certaines substances toxiques.

Les populations d'oligochètes, invertébrés benthiques des eaux douces, sont par exemple indicatrices de la pollution métallique des sédiments de cours d'eau ou plans d'eau. Elles font l'objet de l'indice biologique normalisé IOBS.

### Des actions ciblées

#### • Un inventaire exceptionnel

Réalisé en 2005 sur des masses d'eau représentatives de l'ensemble du territoire national, cet inventaire a porté sur 311 substances, notamment les substances prioritaires visées par la Directive cadre sur l'eau (DCE) et celles visées par la Directive de 1976 relative à certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique.

#### • Des réseaux locaux de suivi des pesticides

Ces réseaux, de densité et durée variable, créés grâce à la dynamique de « groupes phyto » régionaux interservices, mesurent, dans les eaux superficielles et souterraines, les molécules actives et produits de dégradation des pesticides utilisés sur des cultures spécifiques de certains bassins versants agricoles.

#### • Un réseau de suivi de la contamination des produits de la pêche et de l'aquaculture (littoral normand et haute mer : Baie de Seine et Cotentin)

Ce réseau a été mis en place depuis 2004 par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie en vue de suivre les conséquences des rejets de substances toxiques sur la contamination de la faune (coquillages, crustacés, poissons, et oiseaux marins piscivores) et les risques éventuels liés à sa consommation (action « eau et santé »).

## Des organismes d'étude et de recherche

- **Le PIREN-Seine** est un groupement de recherche scientifique qui étudie notamment les sources et transferts de micropolluants dans le Bassin de la Seine (hors estuaire). Son objectif est de développer, à partir des mesures sur le terrain et de modélisations, une vision d'ensemble du fonctionnement du système formé par le réseau hydrographique de la Seine, son bassin versant et la société humaine qui l'investit.

- **Le GIP Seine-Aval**

Créé pour mieux comprendre le fonctionnement de l'estuaire de la Seine et aider à sa gestion environnementale, le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval est né en 2003.

Cette structure joue le rôle d'interface entre la communauté scientifique (équipes universitaires et issues d'organismes de recherche) et les acteurs du territoire de l'estuaire de la Seine (collectivités locales, Etat, aménageurs et usagers). Réceptacle des savoirs et savoir-faire acquis et développés depuis 15 ans dans le cadre du Programme scientifique Seine-Aval, le GIP Seine-Aval a aussi pour mission le développement de systèmes d'information et d'outils opérationnels, le transfert et la valorisation des acquis scientifiques vers la « société civile », en particulier à travers la réalisation d'études répondant aux demandes de ses partenaires (industriels et collectivités).

- **La commission OSPAR** (« Oslo-Paris »), forum de coopération de la convention signée en 1992 par 15 pays européens pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, incluant la Mer du Nord, tient à jour des listes de substances « préoccupantes », et de produits chimiques, devant faire l'objet de mesures prioritaires pour lutter contre la pollution toxique, ou contre l'eutrophisation (azote et phosphore), et réalise diverses synthèses sur la qualité du milieu marin.

## Des axes de recherche

- **Les biocapteurs**

Au cours des dernières années, les efforts de recherche en biotechnologie se sont portés sur le développement de biocapteurs. Un biocapteur peut être défini comme un élément biologique (enzyme, anticorps, acide nucléique, cellule, tissu ou organisme vivant) produisant un signal mesurable en réponse à son exposition à un polluant toxique.

Les bactéries, notamment, sont fréquemment utilisées : tailles de populations importantes, taux de croissance élevé, faible coût de production et de maintenance, modifications génétiques possibles afin qu'elles émettent un signal facilement mesurable en réponse à une variation de leur environnement qui les agresse.

L'université de Metz a ainsi développé un biocapteur bactérien simple, rapide et peu coûteux, comparé à l'analyse chimique, de détection du plomb et de l'arsenic dans l'eau ; il peut être utilisé pour le « criblage » d'échantillons d'eau (DOLLARD et coll., 2003) avant analyse chimique fine des seuls échantillons positifs.

- **Des méthodes intégratrices** sont en cours de développement, notamment par le CEMAGREF et l'IFREMER, d'une part pour prendre en compte la variabilité temporelle importante de certaines substances, présentes en concentration inférieure au  $\mu\text{g/L}$ , d'autre part pour mieux évaluer les fractions biodisponibles des polluants.

Des « capteurs passifs », dispositifs filtrant sélectivement les formes biodisponibles des polluants et contenant une phase sorbante, en accumulent ainsi en continu pendant une phase d'exposition prolongée (1 à plusieurs mois).

Les SPMD (*semi permeable membrane device*) et les MESCO (*membrane enclosed sorptive coating*) captent ainsi les PCB et dioxines, HAP, et organochlorés ; les DGT (*diffusive gradient in thin film*) sont conçus pour les métaux, les POCIS (*polar organic chemical integrative sampler*) pour les pesticides et certains perturbateurs endocriniens.

## LA PRISE EN COMPTE DES TOXIQUES PAR LA RÉGLEMENTATION

De nombreux textes régissent la mise sur le marché, l'utilisation et le rejet des substances toxiques ; d'autres définissent les seuils de concentration, dans le milieu aquatique, permettant de préserver les écosystèmes (normes de qualité environnementales). Le paragraphe ci-dessous présente une synthèse des principaux textes selon leurs objectifs.

### *Certains toxiques donnent lieu à des restrictions de mise sur le marché et/ou d'emploi*

Les pesticides sont soumis à autorisation de mise sur le marché ; la directive 91/414/CEE exige dans cette procédure (dite d'homologation) une « évaluation de sécurité » des produits. Dans le cadre de la révision communautaire des substances actives entrant dans la composition des pesticides, suite à de nouvelles évaluations, les autorisations de plus d'une centaine de substances actives ont été retirées en 2002<sup>9</sup>.

De nombreux textes réglementaires, pris en application de la directive 76/769/CEE (abrogée et remplacée par le règlement REACH, voir ci-dessous), restreignent l'utilisation de substances toxiques à des secteurs d'activités, des produits particuliers, ou la soumettent à des conditions bien définies. La référence des principaux textes et leur objet sont indiqués pour chaque « famille » dans les fiches techniques.

### La nouvelle réglementation européenne REACH renforce le contrôle a priori des produits chimiques.

Le règlement (CE) 1907/2006 du 18 décembre 2006, dénommé REACH<sup>10</sup>, entré en vigueur le 1er juin 2007, concerne les 30 000 produits chimiques fabriqués ou importés dans l'U.E. à raison d'une tonne par an ou plus. Il soumet l'ensemble des produits à enregistrement, préalable à la mise sur le marché, et, pour certains d'entre eux, à autorisation. Ces deux procédures comprennent une évaluation, aux frais du demandeur, des risques pour l'environnement et la santé liés à l'utilisation, au rejet, et à l'élimination des produits. Les fabricants doivent présenter un

9 : avis aux fabricants et distributeurs de produits phytopharmaceutiques visés par le décret n°94-359 du 5 mai 1994 relatif au contrôle des produits phytopharmaceutiques publié dans le J.O. du 18 août 2002

10 : REACH : Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals.

« plan de produit » et ils sont tenus d'informer le public de la présence de substances dangereuses dans un bien de consommation.

Une Agence Européenne des Produits Chimiques a été créée afin de mettre en musique, en liaison avec les Agences des Etats-membres, l'application de REACH, avec notamment la remise d'un dossier complet par les fabricants, avant fin 2010, pour toutes les substances « CMR<sup>11</sup> » ou de production annuelle supérieure à 1 000 tonnes. REACH encourage de plus les échanges de données toxicologiques entre industriels, par la création de forums spécifiques, et le recours accru à des méthodes d'évaluation de toxicité alternatives aux essais animaux (cf p.18).

### *Les substances dangereuses sont spécifiquement classées, emballées et étiquetées*

- L'Union Européenne définit et classe les substances et les préparations dangereuses en fonction d'un certain nombre de dangers, dont leur toxicité et leur écotoxicité ou « danger pour l'environnement » (directive 67/548/CEE du 7 juin 1967 et ses nombreux textes de modification et d'application). Plusieurs classes de toxicité sont distinguées : nocif, toxique et très toxique, en fonction de critères comme les DL50 sur le rat ou, pour l'écotoxicité aquatique, les CL50 sur la daphnie.
- Cette réglementation a été complétée par des textes spécifiques aux **substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques** pour la **reproduction** (classification **CMR**).

Ces classements ont une incidence directe sur la réglementation applicable à la substance en matière de prévention du risque chimique, d'emballage, d'étiquetage et d'information des utilisateurs.

On peut citer parmi les textes d'application les plus importants :

- L'arrêté du 21 février 1990, modifié, qui fixe les limites de concentration des substances dangereuses dans les produits ou préparations au-delà desquelles ils doivent être étiquetés.

- L'arrêté du 20 avril 1994, dit « CMR », qui précise le mode d'étiquetage concernant les substances cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques. Doivent notamment figurer :

- . les « phrases de risque » (notation en R)
- . des conseils de prudence lors de l'utilisation (notation en S)
- . le pictogramme et le symbole des classements cancérigène, mutagène ou reprotoxique (en T ou Xn)<sup>12</sup>.

11 : CMR : cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques.

12 : Voir explications dans la grille de lecture des fiches techniques et détails en annexe

. la classification vis-à-vis de l'environnement (N = dangereux pour l'environnement).

- Le décret du 23 décembre 2003 donne de nouvelles règles générales de prévention des risques chimiques, modifie certaines dispositions relatives aux CMR, impose des dispositions particulières pour le benzène, le chlorure de vinyle monomère et le plomb.

Nota :

- Il existe une autre classification internationale de la cancérogénicité des substances : celle du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Elle n'a pas de valeur réglementaire, seulement celle de recommandation et référence sanitaire.
- Le caractère « perturbateur endocrinien » n'entre pas pour l'instant dans les critères de classement réglementaire des toxiques ; cependant, une classification à 4 niveaux a été proposée par une commission spécialisée de l'Union Européenne.

### *Des normes réglementent les teneurs en toxiques de l'eau selon ses usages*

#### **Eau potable**

Le décret n°2001-1220 du décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles indique notamment :

- les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine
- les références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (paramètres indicateurs de qualité témoins de fonctionnement des installations de production et de distribution d'eau)
- les limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées ou destinées à être utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.

Sont concernés les principaux métaux et métalloïdes et un certain nombre de micropolluants organiques, principalement HAP et pesticides.

#### **Eaux conchylicoles (culture des huîtres, moules, coques, praires, ...)**

La qualité requise (HAP, métaux) est précisée par la directive 2006/113/CE du 27.12.2006, ainsi que la fréquence de surveillance. Le classement des zones conchylicoles est précisé dans le règlement CE/854/2004 (cf « Paquet Hygiène »).

#### **Baignade**

Ce sont surtout des variables liées à la sécurité et à la pollution microbiologique qui sont concernées (transparence de l'eau, germes de contamination fécale). La nouvelle directive « baignades » (2006/7/CE) du 15 février 2006, qui remplace progressivement la directive 76/160/CEE, abandonne la quantification des paramètres chimiques, jamais observés (hors déversement d'hydrocarbures) à des niveaux préoccupants pour la baignade. Elle se contente de préconiser un examen olfactif et visuel in situ, hors microbiologie.

### *Des normes réglementent les teneurs en toxiques dans les produits de la pêche et de l'aquaculture*

Les teneurs maximales de polluants dans les produits de la pêche sont fixés par les directives 466/2001/CE, 2002/32/CE, 2002/221/CE.

Le règlement (CE) n°1881/2006 de la Commission fixe les teneurs maximales de certains contaminants dans les denrées alimentaires, notamment les poissons, les crustacés, les mollusques bivalves et les céphalopodes. Sont concernés, parmi les micropolluants, le mercure, le plomb, le cadmium, l'étain, les PCB et dioxines, les HAP.

### *Des normes réglementent la qualité environnementale des milieux aquatiques*

#### **La Directive Cadre sur l'Eau (DCE)**

La directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle prévoit notamment un diagnostic de l'état des eaux, et des programmes de surveillance et d'actions, à mettre en œuvre dans un objectif de « bon état » des masses d'eau souterraines et de surface (lacs, rivières, eaux de transition, eaux côtières), à l'échéance 2015. Elle impose de réduire les rejets des substances dites « prioritaires » et de supprimer les rejets des substances dites « prioritaires dangereuses ».

La notion de « bon état » d'un milieu aquatique

La circulaire 2005/12 du 28 juillet 2005 définit les critères du « bon état » des « masses d'eau » de surface.

Le bon état est atteint lorsque l'état écologique et l'état chimique sont bons.

L'état biologique est déterminé par un ensemble de variables biologiques (algues, macrophytes, invertébrés, poissons), par comparaison à des états de « référence », et de paramètres physico-chimiques (dont les substances dites « pertinentes »).

L'état chimique est établi sur la moyenne des concentrations des 41 substances (ou familles de substances) listées en annexe de la DCE. Il est bon si toutes substances sont en concentration inférieure à leur NQE<sup>13</sup>.

Dans le cas des canaux, barrages et autres « masses d'eau fortement modifiées », c'est un bon « potentiel écologique » qui doit être défini et atteint en 2015.

Il faut signaler que le Parlement Européen a proposé en 2007 de compléter la liste de substances considérées comme dangereuses prioritaires (bisphénol A et DBP, MTBE, perfluorates, glyphosate et AMPA, bentazone, tri et tétrachloroéthylène ...).

### Les normes de qualité environnementales

La Directive Européenne Cadre sur l'Eau (2000/60/CE dite « DCE ») introduit la notion de « norme de qualité environnementale », définit comme la « concentration qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement ». Un projet de directive<sup>14</sup> propose les NQE « (valeurs-seuils) pour l'eau des 33 substances prioritaires et prioritaires dangereuses de la DCE. Dans l'attente de la publication du texte correspondant, la circulaire du 7 mai 2007 du ministère de l'écologie et du développement durable définit les « normes de qualité environnementales provisoires » (NQEp) des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau, ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses.

Les concentrations obtenues dans les cours d'eau peuvent donc être comparées à ces valeurs pour apprécier leur niveau de pollution<sup>15</sup>.

13 : Voir paragraphe précédent et glossaire

14 : Par la commission européenne en juillet 2006

15 : Par défaut, il est considéré que la NQE est de 0 dans l'eau, et qu'elle correspond, pour les métaux et substances naturelles dans le sédiment, au bruit de fond géochimique.

### NQ / NQE / NQEp

Des normes de qualité (NQ) ont été fixées par l'arrêté du 20 avril 2005 pour 18 substances (ou familles de substances) de la liste I et pour 18 substances (ou familles) de la liste II de la directive 76/464/CE de 1976, ainsi que pour 8 nouvelles substances.

Un projet de directive (non publiée à ce jour) propose les normes de qualité environnementales (NQE) de 41 substances et familles impliquées dans l'état chimique des masses d'eau.

Dans l'attente, les NQEp (provisoires) concernent les 41 substances et familles du projet de directive, mais aussi 86 autres substances dites « pertinentes » au titre du programme national de réduction des substances dangereuses, dans les eaux de surface, y compris estuaires et eaux marines<sup>15</sup>.

### La réglementation des rejets

#### Rejets de substances polluantes

- Dès lors qu'ils sont « installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) » de par la nature et l'importance de leurs activités (selon le décret n°53/578 modifié relatif à la nomenclature), les établissements industriels et stations d'épuration urbaines de plus de 10 000 équivalent-habitants doivent satisfaire à différentes exigences en matière de rejets polluants.
- L'arrêté préfectoral d'autorisation de rejet au milieu naturel indique les concentrations maximales autorisées : en cas d'exutoire aquatique sensible, il peut être plus sévère que la réglementation nationale, établie par branches d'activités.
- L'arrêté du 2 février 1998 relatif au prélèvement et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées soumises à autorisation, fixe les prescriptions applicables aux rejets et donne des consignes pour limiter les risques de pollution des eaux.
- L'arrêté du 30 juin 2005 fixe les valeurs limites d'émission (VLE) d'une centaine de substances, isomères ou familles.
- L'arrêté du 3 juin 1998 modifie les prescriptions techniques applicables aux épandages des boues issues du traitement des eaux usées sur les sols agricoles. Il modifie l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les teneurs

16 : cf circulaire du 7 mai 2005

et valeurs limites en éléments – traces dans les boues et les sols (dites « normes boues » et « normes sols »)<sup>17</sup>.

### Appréciation de l'effet d'une opération sur le milieu naturel

- La loi sur l'eau et les milieux aquatiques n°92-3 du 3 janvier 1992, et ses décrets d'application n°93-742 et 93-743 relatifs à la procédure et la nomenclature, maintenant intégrés au code de l'environnement (articles L.214-1 à L.214-6), modifiés par décret n°2006-881, précisent les éléments du dossier à fournir pour déclarer et solliciter l'autorisation d'une opération (ouvrage, travaux, rejets...) touchant le milieu naturel.
- L'arrêté du 9 août 2006 indique les niveaux à prendre en compte pour apprécier les effets d'une opération sur les eaux de surface ou les sédiments marins ou estuariens. Sont concernés 8 métaux et métalloïdes, les PCB et congénères, les HAP totaux.

### Suivi des toxiques rejetés

On peut citer 3 textes. Le suivi de la pollution toxique dans le rejet est à effectuer si celui-ci comporte :

- une des 132 substances identifiées comme dangereuses par la directive 76/464/CEE ;
- une substance dont il convient de réduire les rejets dans le milieu selon l'annexe I de la circulaire n° 90-55 du 18 mai 1990 ;
- une substance assujettie au suivi renforcé défini par la circulaire du 4 février 2002, qui organise une action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées.

## DES PROGRAMMES ET PLANS D' ACTIONS PUBLIQUES POUR PRÉVENIR ET LIMITER LA DISPERSION DES TOXIQUES DANS LES MILIEUX AQUATIQUES PAR LES ACTIVITES HUMAINES

### *Le programme « 3RSDE »*

L'action nationale de recherche et de réduction des rejets des substances dangereuses dans l'eau par les installations classées a été mise en place par régions à la suite d'une circulaire du 4 février 2002. Elle est animée par les DRIRE.

Cette action prévoit notamment la recherche de 87 substances ou familles de substances dans les rejets de 3500 installations classées industrielles et une centaine de stations d'épuration urbaines, l'identification des rejets présentant un risque pour l'environnement, la proposition de mesures nécessaires pour réduire les rejets en question.

### *Le programme national d'actions contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses*

La pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté européenne avait été prise en compte par la directive 76/464/CEE du 4 mai 1976. Elle fournissait notamment une « liste I » et une « liste II » de 132 substances identifiées comme dangereuses.

Le décret n°2005-378 du 20 avril 2005 établit un programme national d'actions destiné à prévenir, réduire ou éliminer la pollution des eaux de surface, des eaux de transitions, et des eaux marines intérieures et territoriales par plus de 150 substances (ou familles de substances) dangereuses.

Les arrêtés du 20 avril 2005 et du 30 juin 2005 définissent respectivement l'objet (liste des substances exclues du programme, liste des substances et familles pertinentes, ainsi que des objectifs de réduction de 18 substances pertinentes et disposant de normes de qualité (NQ)), et le type de contenu du programme d'actions.

<sup>17</sup> : Les installations polluantes trop petites pour être classées sont soumises à la Loi sur l'Eau (autorisation de rejet), au Code de la Santé Publique et aux règlements sanitaires départementaux.

On notera que la DCE prévoit l'abrogation de la directive de 1976 ; l'arrêté du 21 mars 2007 modifiant l'arrêté du 30 juin 2005 ci-dessus, indique, qu'en plus du suivi des 41 substances et familles impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau dans le cadre du programme de surveillance établi par la DCE, sera également réalisé le suivi des 86 autres substances, dites « pertinentes » au titre du programme national de réduction des substances dangereuses.

### *Le Plan National Santé Environnement (PNSE)*

Ce plan mis en place par les ministères de la santé, de l'environnement, du travail et de la recherche, a pour objectif d'identifier et concevoir les actions à mettre en œuvre entre 2004 et 2008, afin d'améliorer la santé des Français en rapport avec la qualité de leur environnement.

Les principales mesures engagées liées à l'eau et aux micropolluants sont :

- Assurer la protection de la totalité des captages d'eau potable d'ici 2010 et généraliser la surveillance des eaux souterraines au droit des installations industrielles.
- Limiter la pollution des eaux et des sols due aux pesticides et à certaines substances potentiellement dangereuses.
- Organiser l'exploitation des données pour estimer l'exposition de la population aux pesticides.
- Engager une détection et une évaluation des risques liés aux substances « émergentes » (médicaments, perturbateurs endocriniens, toxines algales...).
- Réduire les risques « mercure » en Guyane et « pesticides » en Guadeloupe et Martinique.

Un « PNSE II » devrait être lancé pour la période 2009-2013.

### *Le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides*

Ce plan a été mis en place par les ministères chargés de la consommation, de la santé, de l'agriculture et de l'écologie pour la période 2006-2009. Il prévoit la réduction de 50 % des quantités vendues de substances actives les plus dangereuses. La vente de ces pesticides fera l'objet d'une traçabilité visant à améliorer la gestion des risques liés à leur distribution et leur utilisation. La diminution de leur usage sera

encouragée et l'information des utilisateurs renforcée. Enfin, l'Observatoire des résidus de pesticides (ORP) rassemblera les informations sur la présence de ces substances chimiques dans l'environnement dans le but d'évaluer l'exposition de la population et des écosystèmes.

### *Le Plan National de lutte contre les PCB*

Les polychlorobiphényles, très persistants dans les sédiments et le biote des rivières et marins, et qui ont vu leur toxicité chronique récemment réévalué, font l'objet d'un plan national d'action depuis février 2008. Celui-ci s'applique principalement à l'aval de grandes zones industrielles historiquement polluées par ces produits.

# FICHES TECHNIQUES

## PRINCIPALES FAMILLES DE MICROPOLLUANTS DANS LE BASSIN SEINE-NORMANDIE

### Explication de la fiche par famille

Type de substance ou famille	Origine de la substance (naturelle, produite par procédé industriel, rejets polluants ...) Types d'utilisation et origines de la pollution.
N° CAS : Code SANDRE :	Niveau général de bioaccumulation, biodégradabilité, toxicité pour l'environnement. Effets sur la santé (résumé succinct).
Symbole chimique ou Molécule	Le cas échéant, indication de classement de la substance comme dangereuse ou dangereuse prioritaire par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Selon les données disponibles.

### Comportement dans le milieu naturel

Le nombre indiqué à droite de chaque case constitue la limite supérieure de la classe.

Solubilité dans l'eau mg/L

10	100	1000	
●	●●	●●●	●●●●

Solubilité dans les graisses

log Kow*	1	3	8	
	●	●●	●●●	●●●●

Stockage dans le sédiment

Adsorption sur les m.e.s\*.

Koc*	10	100	500	
	●	●●	●●●	●●●●

Volatilité (à température ambiante)

Pression de vapeur	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>
	●	●●	●●●	●●●●

Persistence (demi-vie)

Selon études et observations			
non persistant	30 j	eau 60 j sédiment 90 j	
●	●●	●●●	●●●●

\*Voir glossaire

Biodégradabilité\* (substances organiques)

nulle ou négligeable	faible	moyenne	forte
●	●●	●●●	●●●●

Dégradation abiotique\*

Substance photodégradable	Substance non photo-dégradable
☀	

Bioconcentration\*, Bioaccumulation\*

BCF*	100	1000	5000	
	●	●●	●●●	●●●●

Biomagnification\*

Selon études et observations

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

Demi-vies dans l'environnement

(pour substances xxx)

1000 ans		Ordres de grandeur selon informations disponibles
100 ans		
10 ans		
1 an		
1 mois		
1 semaine		
1 jour	XXX	

XXX dans l'air XXX dans l'eau XXX dans le sol XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Lecture des classes de niveaux de risques.

Le nombre indiqué à droite de chaque case constitue la limite supérieure de la classe.

Toxicité	
	<i>Algue planctonique ou algue macroscopique ou macrophyte</i>
	<i>Micro crustacés (Daphnie le plus souvent), Invertébrés benthiques</i>
	<i>Coquillages : Moule, huître, bulot, coquille St Jacques...</i>
	<i>Poissons d'eau douce et marins</i>
	<i>Mammifères (modèles rat et souris le plus souvent)</i>
	<i>Pour les pesticides, effets sur les plantes terrestres</i>
	<i>Effets sur l'homme</i>

	1	10	100	µg/abeille
	●●●●●	●●●●	●●	●

Toxicité aiguë sur les mammifères (rat, souris, homme) évaluée en fonction de la DL 50 (en milligrammes par kg de poids corporel).

DL50 (mg/kg pc)	50	500	5000	>5000
	●●●●●	●●●●	●●	●

Toxicité aiguë sur la faune et la flore aquatiques évaluée en fonction de la CL 50 ou CE 50\*.

Toxicité chronique sur la faune et la flore aquatiques évaluée en fonction de la NOEC\* (ou des CL50, CE50 et CE10/facteur d'incertitude).

CL50 ou CE50 CE10 ou NOEC (mg/L)	0,1 0,01	1 0,1	10 1	>10 >1
	●●●●	●●●	●●	●

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition exprimé en importance relative		<i>Ingestion (aliments solides, eau et autres boissons)<sup>1</sup></i>
		<i>inhalation</i>
		<i>contact cutané</i>
Organes et/ou fonctions atteints		<i>Organes cibles</i>
	<b>C</b>	<i>Cancérogène</i>
	<b>PE</b>	<i>Perturbateur endocrinien (OE : effet oestrogénique) (T: effet thyroïdien)</i>
	<b>DI</b> <b>R</b>	<i>Déficit immunitaire Reprotoxique</i>

<sup>18</sup> : les données mentionnées dans les fiches correspondent à une alimentation normale.

\* : voir glossaire

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 ou CL 50	<i>Dose ingérée ou concentration dans l'eau (organismes aquatiques) létale pour 50% de la population</i>
Toxicité sublétales	
DJA (XXX)	<i>Dose journalière acceptable (organisme l'ayant proposée)</i>
DJT	<i>Dose journalière tolérable</i>
DHA	<i>Dose hebdomadaire acceptable</i>
DHTP	<i>Dose hebdomadaire tolérable provisoire</i>
<b>ECOTOXICITÉ</b>	
CE50, CE10	<i>Concentration efficace sur 50%, 10% de la population</i>
NOEC	<i>No observed effect concentration level : concentration sans effet observé</i>
PNEC eau douce	<i>Predicted no effect concentration : concentration considérée comme sans effet dans le milieu naturel</i>
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	
<b>NORMES ET SEUILS</b>	
Bruit de fond (géochimique)	<i>Concentration naturelle dans les sédiments, indépendante de l'activité humaine</i>
NQEp eau de surface intérieure	<i>Normes de qualité environnementale provisoires</i>
NQEp eau de transition	
NQEp eau marine	
Limite de qualité eau potable	<i>Concentration maximale admise dans l'eau de boisson</i>
Baignade et loisirs	<i>Concentration maximale admise dans l'eau de baignade</i>
Chair coquillages Chair poissons et crustacés	<i>Concentration maximale admise dans ces aliments</i>
Norme « sol »	<i>Valeurs limites de concentration dans les sols, pour usage agricole</i>

Norme « boues »	<i>Teneurs limites admises dans les boues issues du traitement des eaux usées pour un épandage sur les sols agricoles</i>
Qualité sédiments	<i>Valeurs limites recommandées pour un rejet de matériaux de dragage. Niveaux N1 et N2 : sédiments marins et estuariens S1 : cours d'eau ou canaux</i>
Rejets eau	<i>Concentration maximum admise dans un rejet industriel (installation classée).</i>
Autres pays	<i>Données concernant d'autres pays</i>

## Restrictions d'usages

Par un texte réglementaire.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Selon substance

## Classification environnementale

Substance DCE	<i>Indique si la substance est listée par la DCE comme (dangereuse) prioritaire</i>
Liste OSPAR	<i>Indique si la substance est inscrite sur la liste des mesures prioritaires ou celle des substances préoccupantes</i>
Catégorie	<i>classification de l'UE pour le caractère C cancérigène M mutagène (génotoxicité) R reprotoxique (toxique pour la reproduction et le développement) 1 = substance que l'on sait être cancérigène, mutagène, reprotoxique 2 = substance devant être assimilée à des substances cancérigènes ...) 3 = substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets possibles ... non déterminé = non classé, non examiné, non étudié, absence de donnée</i>

Indication du danger (les préparations contenant les substances affectées de ces indicateurs doivent être étiquetées si la teneur est supérieure au seuil fixé)	<i>T = toxique (catégories 1 et 2 en CMR) Xn = nocif (catégorie 3 en CMR) N = dangereux pour l'environnement, quand la substance est classée R50/53, R50, R51/53, R54, R55, R56, R57, R58, R59</i>
Phrases de risque Indication des dangers liés à la substance	<i>voir liste des codes en annexe du guide par exemple R50 = très toxique pour les organismes aquatiques</i>
Conseils de prudence	<i>S ... voir liste des codes en annexe du guide Par exemple S61 = ne pas rejeter dans l'environnement</i>

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour la substance considérée, quelques textes spécifiques et particulièrement importants sont cités (sans exhaustivité).

### Norme(s) analytique(s), limite(s) de quantification couramment rencontrée(s), et coût des analyses

	Norme ou méthode par défaut	LQ Limite de quantification	Coût
eau	NF EN ISO	en µg/L ou mg/L	€ HT
sédiment		en µg/kg ps* ou mg/kg ps	

\* ps = poids sec

Méthode(s) généralement utilisée(s) dans les laboratoires européens, avec le(s) seuil(s) proposé(s) en routine par les laboratoires d'analyses.

Un ordre de grandeur des coûts d'analyse en € H.T. est donné, selon le barème suivant :

<50	200	800	> 800
			

### Niveaux d'imprégnation

Il s'agit d'ordres de grandeur, exprimés en minimum et maximum des concentrations trouvées dans le milieu aquatique.

Les données internationales citées sont issues de la bibliographie citée en fin de fiche. Les données concernant la France proviennent le plus souvent de :

- Agence de l'Eau Seine-Normandie : Réseau National de Bassin, inventaire exceptionnel, campagnes spécifiques, contamination dans le biote sur le littoral ;
- DIREN Ile de France : réseaux départementaux et campagnes spécifiques ;
- Service de la Navigation de la Seine : Seine aval et estuaire ;
- Ifremer : Réseau National d'Observation du milieu marin (RNO).
- DDASS - DRASS (eaux souterraines), IFEN.

**NB** : Il s'agit dans la majorité des cas de fourchettes visant à situer le niveau de contamination par compartiment physique ou biologique ; si un seul chiffre est fourni, c'est que l'amplitude de variation est négligeable à l'échelle de l'information fournie ici.

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

*Selon information disponible.*

### Bibliographie spécifique

*Principales publications utilisées pour l'élaboration de la fiche.*

### Cartes

**NB** : Les cartes illustrant chaque fiche représentent des niveaux de contamination mesurés, et non des classes de qualité réglementaires ou niveaux de risque.

# CADMIUM

<b>Cd</b> Métal de forte masse atomique (dit « lourd »)	Peu répandu dans la croûte terrestre, présent dans les minerais de zinc, plomb, phosphates ; principalement sous forme d'oxyde, de chlorure, de sulfure. Utilisation en très forte baisse.
N° CAS : 7440-43-9 Code SANDRE : 1388	Bioaccumulable ; dénué d'utilité biologique. Forte toxicité sous ses formes sulfure et oxyde de cadmium. Substance génotoxique à effets cancérogènes. Substance dangereuse prioritaire (DCE).

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Industrie chimique et électrique
- Raffinage des métaux non ferreux
- Accumulateurs nickel-cadmium
- Traitement des surfaces métalliques (revêtement anti-corrosion), métallurgie de l'acier
- Engrais phosphatés (impureté)
- Combustion du charbon et des produits pétroliers
- Incinération des ordures

Production de 5800T dans l'U.E. en 2003, consommation française 1800T.

Les apports aux eaux transitent en majorité par le ruissellement en zone urbaine.

## Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	variable avec la salinité chlorure de Cd : ●●●●● autres : ●● à ●●●
Solubilité dans les graisses	●
Stockage dans les sédiments	capacité de stockage élevée
Adsorption sur m.e.s.	●●●●● eau douce ●● eau de mer
Volatilité	●
Persistance	infinie

Biodégradabilité Dégradation abiotique	sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	algues ●●●●● 1000-300000 moule ●●●●● 1000 invertébrés ●●●●● 400-30000 crustacés ●● 5-25 poissons ●● 10 à ●●●●● 1000
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité	aiguë	chronique
	●●●●●	●●●●●
	●●●●●	●●●●●
	●●●●●	●●●●●

	● ● ● ●	● ● ● ●
	● ● ● ●	● ● ● ●

- peu toxique, ● ● modérément toxique  
● ● ● ● toxique, ● ● ● ● très toxique

### Exposition humaine et risque pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		Apports 2 µg/j +++
		+ citadin adulte non fumeur (x 2 chez les fumeurs)
		
Organes et/ou fonctions atteints	 C PE ?	Rein (Itai-itai) Appareil respiratoire Dégénérescence des tissus et os Poumon, prostate

### Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 orale métal	rat 2,3 g/kg pc souris 890 mg/kg pc
sel solubles sulfure Cd	30 mg/kg pc 5000 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	
DHA (JEFCA)	7 µg/kg pc / sem.
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 poissons	0,9 µg/L
NOEC Truite 50-60 j	3,8 µg/L
PNEC eau douce	0,05 à 2 µg/L selon dureté
PNEC eau marine	0,2 µg/L
PNEC sédiment	2300 µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond (BF sédiments)	200-350 µg/kg ps
NQEp (eaux surface)	BF eau +0,08 à 0,25 µg/L suivant dureté (*)
NQEp eaux de transition	BF eau +0,2 µg/L (#)
NQEp eaux côtières	BF eau +0,2 µg/L (#)
Limite qualité eau potable	5 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages filtreurs	1 mg Cd/kg p.f.
Chair poissons et crustacés	0,5 mg Cd/kg p.f.
Norme sols	2 mg/kg ps
Norme boues	10 mg/kg ps
Qualité sédiments	N1 1,2 mg/kg ps
	N2 2,4 mg/kg ps
	S1 2 mg/kg ps
Rejets industriels	0,2 mg/L

\* : Concentration dissoute après filtration à 0,45 µm.

## Restrictions d'usage

Usage du cadmium prohibé dans les équipements électriques et électroniques, coloration et stabilisation de certains produits finis (dont le PVC), traitement de surface de produits métalliques.

Obligation de collecte des piles et accumulateurs contenant plus de 250 mg/kg de cadmium.

Obligation de suppression et/ou substitution du cadmium, (ainsi que mercure, plomb et chrome hexavalent) dans les matériaux et équipements de fabrication des véhicules.

Projet de la Commission européenne de teneurs maximales en cadmium dans les engrais.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Recyclage des matériaux contenant du cadmium.

## Classification environnementale

Substance DCE	Dangereuse prioritaire
Liste OSPAR	Liste des mesures prioritaires
Catégorie :	C 2 M 3 R 3 Les composés du cadmium (chlorure, oxyde, sulfates, sulfure de cadmium) ont des catégories parfois différentes, mais jamais inférieures à 2
Indication du danger	T+, N
Phrases de risque	R 45 - 17 - 26 - 48/23/25 - 62 - 63 - 68 - 50/53
Conseils de prudence	S 53 - 45 - 7/8 - 43 - 60 - 61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le cadmium, s'appliquent de plus :

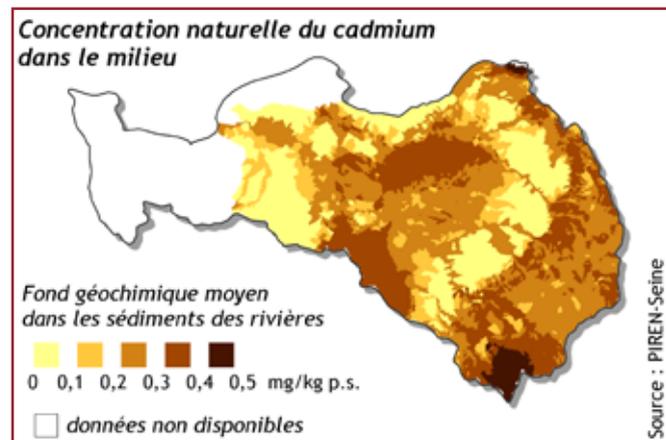
Texte	Objet
Directive 83/513/CEE Arrêté 10 juillet 1990 Arrêté 2 février 1998 Arrêté 12 mars 2003	Limites et objectifs de qualité des rejets
Directives 91/157/CEE et 2006/66/CE Décret n° 94-647 Directive 2000/53/CE Directive 2002/95/CE	Conditions d'emploi

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Cadmium	Normes	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 5961 NF EN ISO 11885 FD T 90-119	1 µg/L	€
sédiment et biote	NF EN ISO 5961	0,1 mg/kg ps	€

## Niveaux d'imprégnation

Il existe un « bruit de fond » naturel de cadmium dans le bassin Seine-Normandie (fond géochimique).

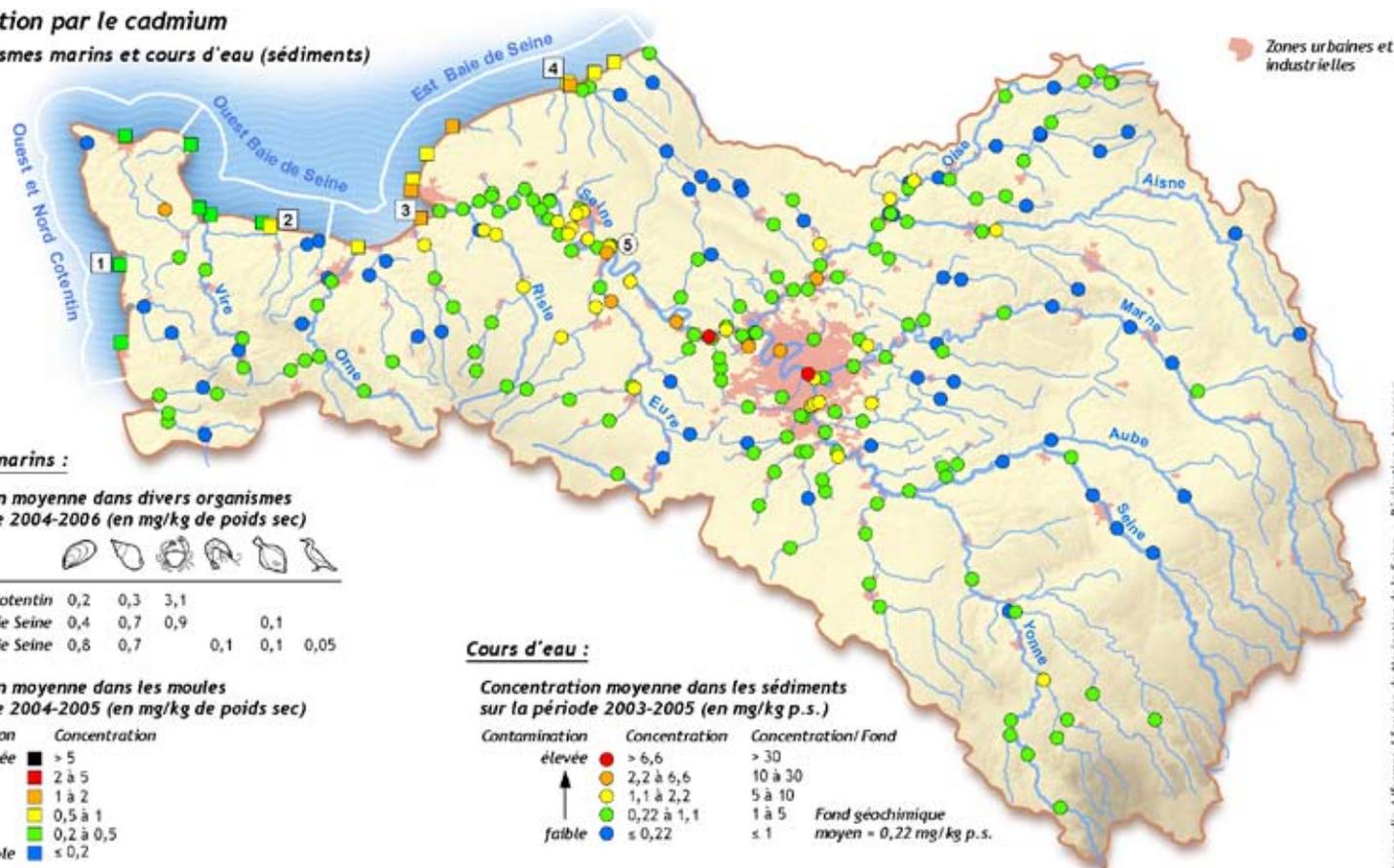


Sont présentés ci-contre des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation	Niveau relatif du bassin Seine-Normandie	
Eau douce	Bassin Seine 0 à 7 µg/L eau 0,1-5 mg/kg MES	1	<p><b>Dans l'eau en µg/L</b></p> <p>Bassin Seine (zones urbaines)</p>
Sédiment cours d'eau	Ile de France 0,4 à 1 mg/kg ps		
Eau marine	Estuaire Seine 0,005-0,2 µg/L Estuaire Loire 0,01-0,06 µg/L Atlantique 0,0002-0,02µg/L Pacifique 0,003-0,07µg/L Arctique 0,0007-0,03µg/L		
Sédiment marin	Débouché estuaire Seine 0,1-10 mg/kg		
Coquillages et crustacés	Moules - Manche et Baie de Seine 1-8mg/kg ps - Atlantique 0,1-1 mg/kg ps - Gironde 10-26 mg/kf ps St Jacques 1,1-7,8 mg/kg ps Bigorneau 0,1-0,6 mg/kg ps Bulot 1,7-8,9 mg/kg ps Crabe 0,4-6 mg/kg ps Huître 1,1-1,4 mg/kg ps	0,1	Seine Poses
		0,01	Estuaire Loire
Poissons marins	Bar 0,1 mg/kg ps Saumonette 1,2 mg/kg ps Plie, carrelet baie de Seine (AESN) 0,05-0,2 mg/kg ps Maquereau 0,05 mg/kg ps		
Oiseau marin (Guillemot)	côte belge 2-5 mg/kg ps baie de Seine (AESN) 0,05-0,2 mg/kg ps		
Mammifère marin	Phoque Baltique 5-50 mg/kg ps	0,001	Pacifique Atlantique Arctique

## Contamination par le cadmium

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



### Organismes marins :

Concentration moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en mg/kg de poids sec)



Ouest et Nord Cotentin	0,2	0,3	3,1		
Ouest Baie de Seine	0,4	0,7	0,9	0,1	
Est Baie de Seine	0,8	0,7	0,1	0,1	0,05

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en mg/kg de poids sec)

Contamination	Concentration
élevée	> 5
	2 à 5
	1 à 2
	0,5 à 1
	0,2 à 0,5
faible	≤ 0,2

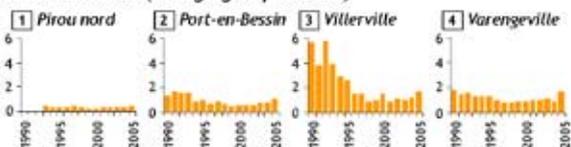
### Cours d'eau :

Concentration moyenne dans les sédiments sur la période 2003-2005 (en mg/kg p.s.)

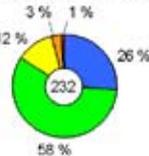
Contamination	Concentration	Concentration/Fond
élevée	> 6,6	> 30
	2,2 à 6,6	10 à 30
	1,1 à 2,2	5 à 10
	0,22 à 1,1	1 à 5
faible	≤ 0,22	≤ 1

Fond géochimique moyen = 0,22 mg/kg p.s.

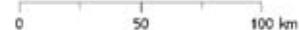
Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les moules (en mg/kg de poids sec)



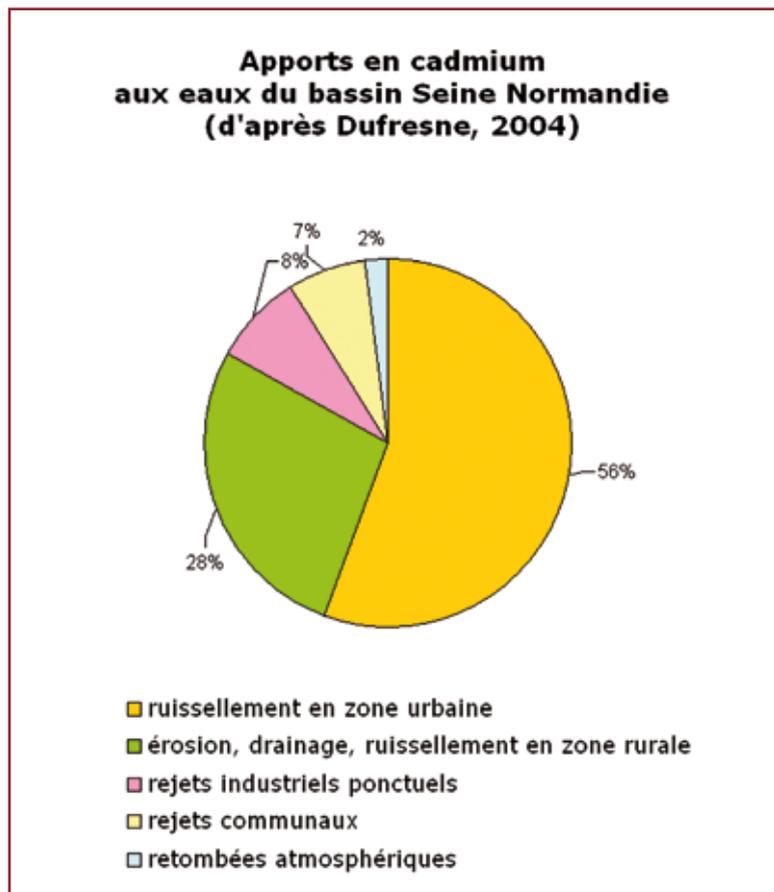
Répartition des stations par classe de contamination



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans l'eau (en µg/l)



## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie



Flux de cadmium total entrant dans l'estuaire de la Seine : 3 à 5 tonnes par an, dont 90 % sous forme particulaire et 10 % sous forme dissoute (d'après Dufresne, 2004). Il y a inversion de ces proportions dans l'estuaire (suivant le gradient de salinité).

Mesuré en particulier à Poses et à Honfleur, il montre de 1976 à 2004, une diminution exponentielle dans les eaux (de 2 à moins de 0,1 µg/L et de 60 à moins de 5 mg/kg de MES).

Sources diffuses toujours actives : les engrais phosphatés dans les sols agricoles (impuretés), les anciennes toitures et gouttières en zinc (riche en cd).

## Bibliographie spécifique

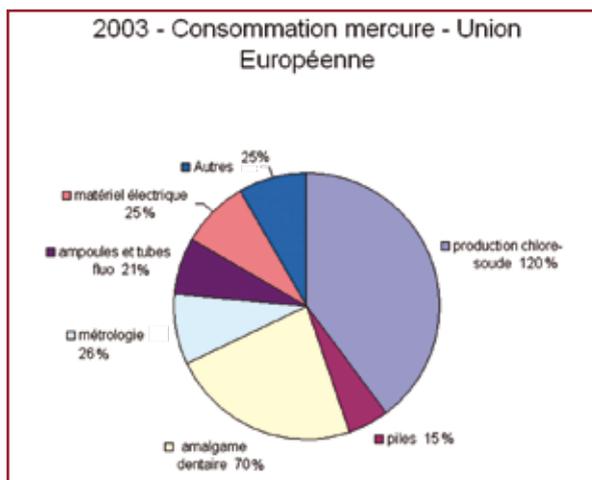
- AESN DAI, 2004, *Bilan des flux, sources et voies de transfert aux eaux de surface du bassin Seine-Normandie des 4 métaux prioritaires (Cd, Hg, Pb, Ni)*.
- AFSSA, 2006, *Etude Calipso (Consommation Alimentaires de produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces, Polluants et Oméga)*, 160 p.
- DUCHEMIN J., MIGNARD C., 2005, *Cadmium, phtalates, alkylphénols, présentation AESN*.
- DUFRESNE L., 2004, *Evaluation du flux de métaux lourds vers les eaux superficielles du bassin Seine-Normandie, rapport à l'AESN*.
- GIP Seine aval, 2006, *Cadmium et ses dérivés, fiche Cadmium, version 1*, 8 p.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- RICOUX C., GASZTOWTT B., 2005, *Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de forts consommateurs de produits de la pêche de rivière contaminée par des toxiques de l'environnement*, Rapport IVS, CSP, AEAG.

# MERCURE

<p><b>Hg</b> Métal de forte masse atomique (dit « lourd »)</p>	<p>Élément rare de la croûte terrestre, présent surtout sous forme de sulfure (cinabre), chlorure et à l'état natif (élémentaire). Distribution universelle dans la biosphère, d'origine naturelle (volcans, érosion, dégazage océanique) mais surtout du fait des activités humaines historiques. Circulation atmosphérique planétaire, due à la forte volatilité du mercure.</p>
<p>N° CAS : 7439-97-6 Code SANDRE : 1387 (N° et code du mercure élémentaire)</p>	<p>Usages et émissions en très forte régression depuis 30 ans en Europe. Aucune propriété biogène ; toxicité élevée pour l'homme et l'environnement (longtemps utilisé pour ses propriétés biocides). Dans l'eau et les sédiments, forte aptitude à la transformation en « mercure organique » par méthylation bactérienne, favorisée par la faible oxygénation et la forte teneur en matières organiques. Les dérivés méthylés (méthyl- et diméthyl-mercure principalement) représentent la forme la plus toxique et la plus écotoxique du mercure, notamment du fait de sa bioaccumulation par tous les organismes et de sa remarquable bioamplification. Substance dangereuse prioritaire (DCE).</p>

## Utilisations et sources d'émission dans l'environnement

Forte régression de son utilisation depuis les années 60 ; principaux usages actuels (hors orpaillage en Guyanne française) :



Utilisé essentiellement sous forme élémentaire ou de sel, mais certains usages spécifiques en industrie chimique se font sous forme organique (pharmacie, cosmétiques, explosifs,...)

Principales sources anthropiques de contamination de l'environnement au niveau mondial (par ordre décroissant) :

- combustion du charbon et du fuel (plus de 50% du total des émissions) dont émission des centrales thermiques au charbon.
- mines et métallurgie (Hg, Pb et Zn)

- fabrication du chlore et de la soude (mercure métal catalyseur)
- orpaillage (ex. : Guyanne)
- incinération des déchets domestiques et crémation
- rejets aux eaux usées (amalgames dentaires, bris de thermomètres, ...) et épandage de boues de stations d'épuration.

Les émissions atmosphériques globales naturelles sont évaluées à 3000 t/an, les émissions anthropiques à 2200 t/an (an 2000), en hausse de 20% de 1990 à 2000 mais en baisse de 60% sur la même période pour l'UE (240 t/an en 2000).

En France métropolitaine, les rejets à l'atmosphère mesurés étaient de 6,8 t en 2005 (IFEN), les rejets dans l'eau de quelques tonnes. Sur le bassin Seine-Normandie, ceux-ci ont pour principale origine les amalgames dentaires (absence de fabrication de chlore).

## Comportement dans le milieu aquatique

Présent sous forme de sels inorganiques (mercure élémentaire rapidement ionisé) et composés organiques (chlorure de méthyl-mercure, complexes chlorés de diméthyl-mercure,...)

<p>Solubilité dans l'eau</p>	<p>●●● à ●●●●● (en général) mais forte variabilité : ● mercure élémentaire et sulfure mercurique ●●●●● chlorure mercurique ●●●●● Me-Hg (6000mg/L à 25°C)</p>
<p>Solubilité dans les graisses</p>	<p>●●●●● à ●●●●● (en général) ●●●●● Me-Hg</p>

Stockage dans le sédiment	●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●
Volatilité	formes élémentaire et organiques ●●●● composés inorganiques ●●●●
Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	Sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	<i>Inorganique</i> : ●●●● - invertébrés 140-12 600 - moule 2540 - poissons 1 800 à 5 700 <i>Organique</i> : ●●●● - invertébrés 110 à 70700 - moule 14 000 - poisson 4 300 à 85 700
Biomagnification	●●●●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Effets sur l'environnement et sur l'homme

La plus forte toxicité est présentée par la forme méthylée.

Toxicité	aiguë	chronique
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●

	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

Le mercure élémentaire est absorbé par inhalation, les voies digestive et cutanée sont négligeables. C'est le contraire pour les sels de mercure. Le méthyl-mercure est absorbé par les 3 voies, de plus il traverse facilement les barrières cérébrale et hémato-placentaire.

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++ aliments (poissons et crustacés, méthyl-mercure notamment)
		++ amalgames dentaires et bris de thermomètre (vapeur de mercure métal)
		sels (chlorure mercurique)
Organes et/ou fonctions atteints :		Système nerveux central ●●● (méthyl-Hg) (maladie de Minamata) Rein ●●● (Hg inorganique) foetus, intestin, cœur, système immunitaire, bouche, système respiratoire
	<b>C</b>	possible : cerveau, rein, foie, poumon, œsophage, peau
	<b>T et R</b>	développement du système nerveux

Effet : ● faible, ●● moyen, ●●● fort

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 Chlorure mercurique - homme - lapin	10-42 mg/kg pc* 26-77 mg/kg pc*
Toxicité sublétales	
DJT (OMS) Hg Méthyl-Hg	0,71 µg/kg pc/l 0,23 µg/kg pc/l
DHTP (OMS) Hg Méthyl-Hg	5 µg/kg pc/sem. 1,6 µg/kg pc/sem.
DJT Canada MeHg	0,48 µg/kg pc femmes enceintes et allaitantes 0,2 µg/kg pc/sem.
<b>ECOTOXICITÉ</b>	
CE50 algue eau douce daphnie poisson eau douce	9 µg/L 6 µg/L 0,7 µg/L chlorure mercurique
NOEC poissons 14-60 j	0,3-1 µg/L inorganique 0,08-0,3 µg/L chlorure mercurique
PNEC eau douce	0,036 µg/L inorganique et organique
PNEC eau marine	0,036 µg/L inorganique et organique
PNEC sédiment	9,3 mg/kg ps inorganique et organique
<b>NORMES ET SEUILS</b>	
Bruit de fond sédiment	10 µg/kg ps
NQEp eaux de surface	Bruit de fond eau + 0,05 µg/L
Limite qualité eau potable	1 µg/L
Baignade et loisirs	Néant
Chair coquillages Chair poissons (selon espèce)	0,5 mg/kg pf 0,5 à 1 mg/kg pf
Norme sol	1 mg/kg ps
Norme boues	10 mg/kg ps
Qualité sédiments	N1 400 µg/kg ps N2 800 µg/kg ps S1 100 µg/kg ps
Rejets eau (VL émission/j)	0,05 mg/L (valeur limite maximale pour les principales IC émettrices, valeur de référence pour les autres IC).

\* kg pc = kilogramme de poids corporel

## Restrictions d'usages

Restriction de la teneur en mercure des piles et accumulateurs (moins de 0,0005 % en poids). Interdiction de mise sur le marché de thermomètre à mercure depuis 1998 (remplacement effectif depuis 2000 dans les établissements de soins ; renouvellement du parc chez les particuliers à raison de 10 % par an). Usage du mercure interdit dans l'industrie automobile depuis 2003.

Obligation de séparateur d'amalgames sur les eaux usées des dentistes (1998 et 2001), interdiction de mise sur le marché des baromètres et thermomètres d'appartement (sept 2007, applicable 2009), projet UE interdiction exportations de mercure métal à l'horizon 2011.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

En cas de bris de thermomètre à mercure, ventiler les locaux et éviter de respirer à proximité.

Récupération des amalgames chez les dentistes.

Eviter pose et dépose d'amalgames dentaires pendant grossesse et allaitement.

## Classification

Substance DCE	Dangereuse Prioritaire
Liste OSPAR	Mercure et composés organiques : produits chimiques devant faire l'objet de mesures prioritaires
Catégorie	C M R
Classement CIRC en 2B (méthyl-mercure) et 3 (Hg inorganique) ; projet classement UE	
Indication du danger	Mercure élémentaire : T+ (inhalation), N Chlorure mercurique : T+ (ingestion), N Méthyl-Hg (et Hg organique) : T+ (ingestion), T chronique (ingestion), N
Phrases de risque	Mercure élémentaire : R26 - R48/23- R50/53 Chlorure mercurique : R 28-34-48/24/25-50/53 Me-Hg : R28 - R48/25
Conseils de prudence	Mercure élémentaire : S1/2-7-45-60-61 Chlorure mercurique : S1/2-36/37/38-45-60-61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le mercure, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Directives 91/157/CEE 98/101/CE 2006/66/CE	Limitation et/ou recyclage des piles et accumulateurs contenant des substances dangereuses dont le mercure (valorisation et élimination)
Arrêté 24 décembre 1998  Circulaire ministérielle	Interdiction de la mise sur le marché de tout nouveau thermomètre à mercure – Circulaire prescrivant l'abandon de ce matériel dans les établissements de soins.
Dir. 2000/53/CE	Interdiction du plomb, mercure, cadmium, chrome hexavalent dans l'automobile (en vigueur depuis 2003).

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Mercure	Normes	LQ	Coût HT
eau	NF EN 1483	0,1 µg/L	
sédiment et biote	NF EN 13506	0,02 mg/kg pos.	

## Niveaux d'imprégnation

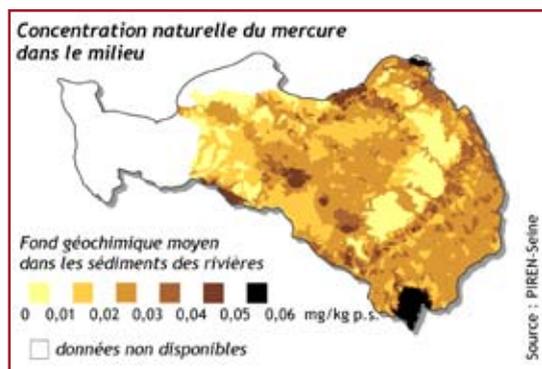
Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de concentration en Hg total sauf indication contraire
Pluie, neige	0,05 à 0,5 ng/L
Eau douce	Lac, rivière 1 à 20 ng/L

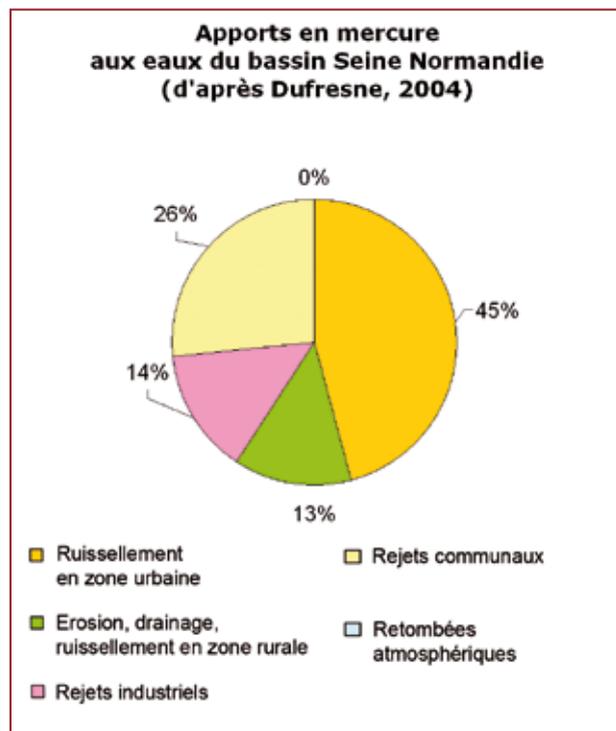
Sédiment cours d'eau	Non pollué : 10 à 60 µg/kg ps* Moyenne Europe : 40 µg/kg ps Seine Aval Paris : 0,5 à 2 mg/kg ps
Poissons eau douce	Anguille Seine : 0,5 mg/kg ps
Eau marine	Non polluée : 0,01 à 0,2 ng/L Littoral normand 1985-2005 : 5-25 ng/L Méditerranée : 0,1 ng/L Golfe de Fos : 5,5 ng/L
Sédiment marin	Estuaire Seine : 0,3-1 mg/kg ps Baie St Brieuc : 0,04 mg/kg ps Golfe de Fos : 1,2 mg/kg ps Sédiments des ports français - moyenne période 1986-1988 : 0,2 mg/kg ps Minamata (Japon) : 800 mg/kg ps
Coquillages, crustacés	0,01 - 1 mg/kg pf (Inéris) 0,032 mg/kg pf (moyenne ; Afssa) Moules- huîtres : 8 à 238 µg/kg ps - tissu mou ; méthylmercure manche AESN 2004-2006 Ifremer Moule 0,04-0,25 mg/kg ps St Jacques 0,02-0,06 mg/kg ps Bigorneau 0,04-0,1 mg/kg ps Bulot 0,08-0,21 mg/kg ps Crabe 0,12-0,33 mg/kg ps Huître 0,07-0,18 mg/kg ps
Poissons marins	France, toutes régions de pêche Sardine 0,32 mg/kg ps Roussette 9 mg/kg ps Bar 0,7 mg/kg ps Manche (AESN) Plie Carrelet 0,06-1,5 mg/kg ps Maquereau 0,3 mg/kg ps
Oiseaux marins	Baie de Seine 2004-06, Ifremer : 0,1 mg/kg ps Manche AESN 2004-2006 guillemot, plongeon 2-33mg/kg ps
Homme	en France, moyenne régionale : 1,75 µg/L de sang (Poitou Charentes) à 4,7 µg/L de sang région PACA (imprégnation plus forte dans les régions côtières ; en nette augmentation depuis 25 ans)

\* Seine Normandie

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie



Contamination mercurielle ayant culminé en 1960 ; en décroissance relativement faible depuis, malgré un usage fortement réduit. Flux de mercure total estimé actuellement entre 400 et 1500 kg/an (735 kg/an en hypothèse moyenne) dont 45 % issus du ruissellement urbain.



Les stations d'épuration reçoivent du mercure par le biais des eaux usées. On en retrouve donc, majoritairement absorbé, dans les boues.

Boues station d'épuration	France : 2,3 mg/kg ps 1974-2002 PIREN : décroissance de plus de 10 à 5 mg/kg ps Royaume Uni (maxi européen) : 32 mg/kg ps Etats-Unis : 3,3 mg/kg ps
---------------------------	---

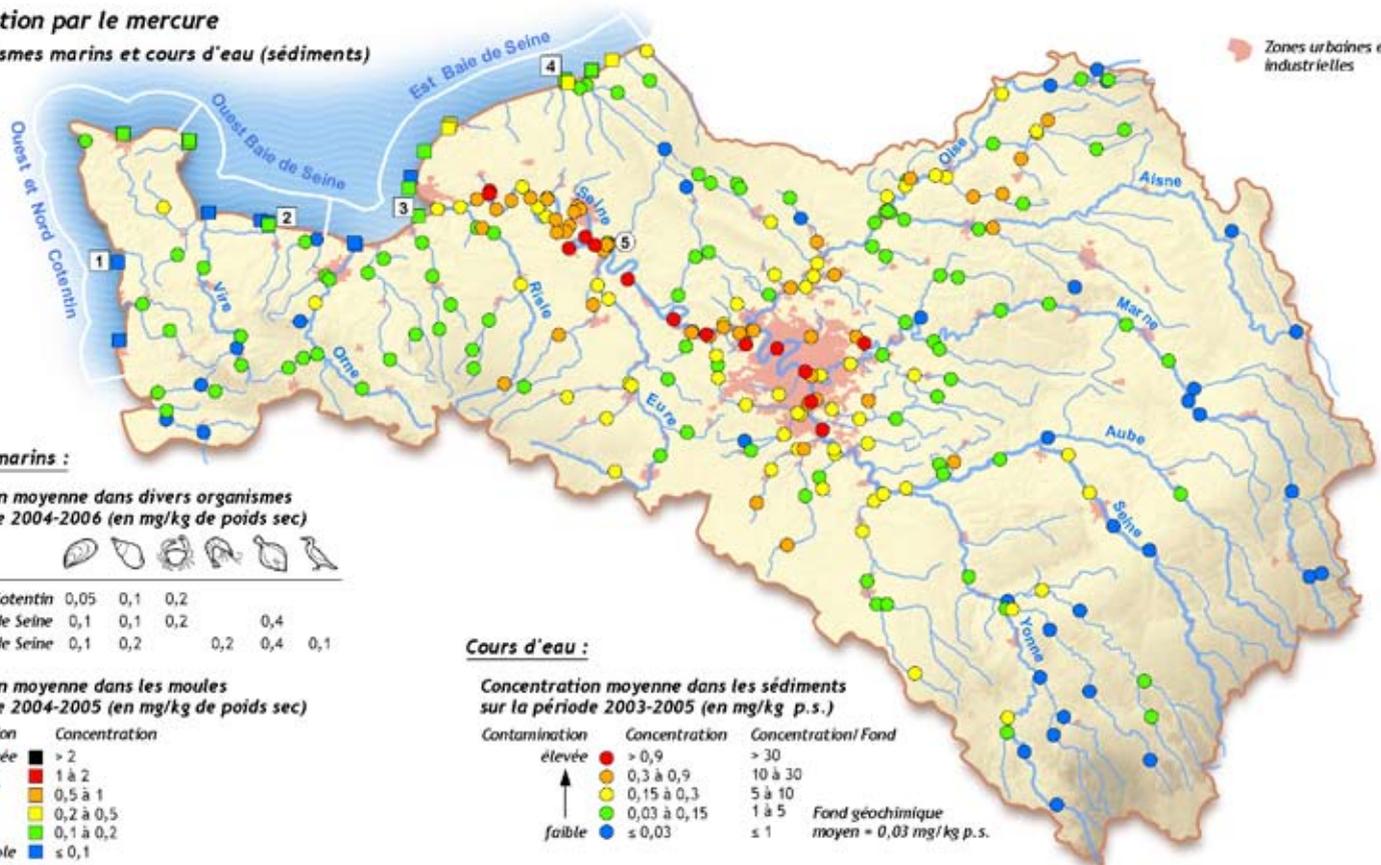
## Bibliographie spécifique

- AESN DAI, 2004, *Bilan des flux, sources et voies de transfert aux eaux de surface du bassin Seine-Normandie des 4 métaux prioritaires (Cd, Hg, Pb, Ni)*.
- AFSSA, 2006, *Etude Calipso (Consommation Alimentaires de produits de la mer et imprégnation aux éléments traces, polluants et oméga)*, 160 p.
- DUFRESNE L., 2004, *Évaluation du flux de métaux lourds vers les eaux superficielles du bassin Seine-Normandie*, rapport à l'AESN.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique : quel risque en estuaire de la Seine ?*
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- RICOUX C., GASZTOWTT B., 2005, *Évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de forts consommateurs de produits de la pêche de rivière contaminée par des toxiques de l'environnement*, Rapport IVS, CSP, AEAG.
- SNS, Cellule Antipollution de la Seine, 2005, *Bilan et évolution des micropolluants*.
- Stratégie communautaire sur le mercure – communication de la Commission européenne COM[2005]-20 du 28/01/2005 (JOCE du 2/03/05)
- Global mercury assessment report – PNUE, 2002
- Émissions nationales de métaux lourds dans l'air : cadmium, mercure, plomb – fiche IFEN - mise à jour juillet

Dans cette fiche et les suivantes, et sauf mention détaillée, eaux = eaux de surface intérieures, eaux de transition, eaux côtières.

### Contamination par le mercure

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



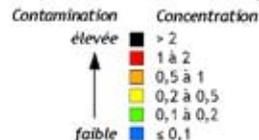
#### Organismes marins :

Concentration moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en mg/kg de poids sec)



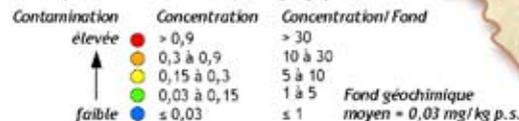
Ouest et Nord Cotentin	0,05	0,1	0,2		
Ouest Baie de Seine	0,1	0,1	0,2	0,4	
Est Baie de Seine	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en mg/kg de poids sec)

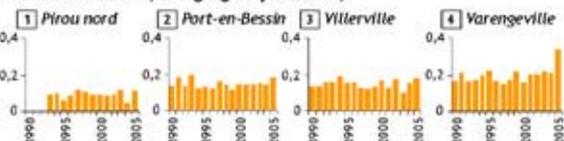


#### Cours d'eau :

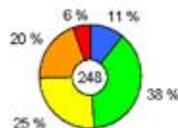
Concentration moyenne dans les sédiments sur la période 2003-2005 (en mg/kg p.s.)



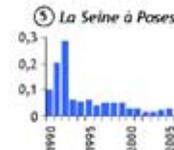
Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les moules (en mg/kg de poids sec)



Répartition des stations par classe de contamination



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans l'eau (en µg/l)



Sources : Agence de l'Eau Seine-Normandie / Ifremer / Service de Navigation de la Seine - Réalisation : Aquacoop

## NICKEL

<p><b>Ni</b></p> <p>Métal de forte masse atomique (dit « lourd »)</p>	<p>Peu répandu dans la croûte terrestre (0,8 à 0,9 %) ; présent principalement sous forme de minerais sulfurés, associés au fer et au cuivre ; utilisé dans l'industrie sous de nombreuses formes (carbonyle, acétate, chlorure, nitrate, oxyde, sulfate ou sulfure).</p>
<p>N° CAS : 7440-02-0</p> <p>Code SANDRE : 1386 (N° et code du Nickel élémentaire)</p>	<p>Usage encore en croissance, une grande partie étant recyclée.</p> <p>Assez peu bioaccumulable. Élément nécessaire à faible concentration aux fonctions physiologiques de certains organismes.</p> <p>Substance toxique, cancérigène ; cause très fréquente d'allergie de contact (bijoux, pièces de monnaie)</p> <p>Substance prioritaire DCE.</p>

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Production mondiale de l'ordre de 1 000 kT/an (2002) pour principalement :

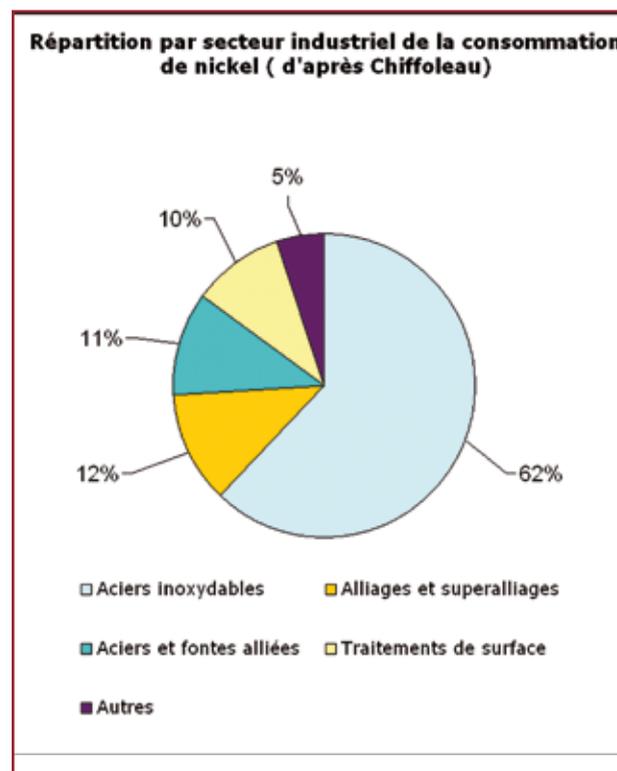
- Aciers inoxydables et alliages dont certains très utilisés dans la vie courante (pièces de monnaie, outils, ustensiles de cuisine ...)
- Catalyseur chimique, fabrication de pigments pour métaux et céramiques
- Batteries, circuits électriques
- Fonderie de plomb
- Nickelage électrolytique

Usage en croissance dans les aciers et les alliages.

Autres sources potentielles d'émission dans l'environnement :

- Poussières naturelles et volcanisme
- Combustion de pétrole (dont fuel), charbon et bois
- Incinération des déchets et épandage des boues d'épuration
- Extraction et production de nickel
- Eaux usées domestiques et boues de stations d'épuration

En 2002, en France, émission totale vers l'atmosphère évaluée à 218 tonnes (combustion pétrole et charbon, industrie des métaux non ferreux). Dans le bassin Seine-Normandie, flux total vers l'eau de l'ordre d'une centaine de tonnes provenant majoritairement du ruissellement sur sols agricoles.



### Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	●● oxyde ●●● disulfure, ou acétate de nickel, tétracarbonyle ●●●● autres sels de nickel
Solubilité dans les graisses	●
Stockage dans le sédiment	●●●● variable selon pH et teneurs en cations tels Ca et Mg
Adsorption sur les m.e.s.	●●●● eau douce adsorption sur oxydes de fer, d'aluminium, de manganèse ou sur minéraux argileux
Volatilité	●, sauf : Tétracarbonylnickel ●●●●
Persistence	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	Sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	algues eau douce ●●●● 30-2000 plantes eau douce ●●● 40-200 daphnie ●●●● 2-4000 moule, huître ●● 300 poissons ● < 100
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Effets sur l'environnement et l'homme

Très variable selon le composé.

Toxicité	aiguë	chronique
	●●●●	●●●●
	●●	●●

	●●	●●
	●●●● rat, souris	●●●● rat, souris, chien
	orale ●●●● inhalation ?	contact ●●●● allergène, cancérogène

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative + à +++)		+ accidental
		++ risque professionnel
		+++
Organes et/ou fonctions atteints		Poumon, thyroïde, surrénales Cœur, rein, foie Appareil gastro-intestinal Dermatite (allergie de contact)
	<b>C</b>	poumon, nez (mono, di- et trioxyde de Ni)

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50	rat
Sulfate de nickel	300 mg/kg pc
Chlorure de nickel	105 – 285 mg/kg pc
<b>Toxicité sublétales</b>	
DJA (OMS)	5 µg/kg pc/j voie orale
Sels solubles de Ni	
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 huître sulfate Ni	349 µg/L
NOEC	
nématode marin 96h	4000 µg Ni/L
NOEC daphnie 21 j	15 µg/L
PNEC eau douce	Inéris 0,5 µg/L lfremer 1,7 µg/L
PNEC eau marine	Inéris 0,5 µg/L lfremer 1,7 µg/L
PNEC sédiment	Inéris 4000 µg/kg ps lfremer 3200µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond sédiment	Bassin Seine 9 à 37 mg/kg ps
NQEp eaux	Bruit de fond + 2,1 µg/L
Limite qualité eau potable	20 µg/L
Baignade et loisirs	Néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	Néant
Norme sol	50 mg/kg ps
Norme boues	200 mg/kg ps
Qualité sédiments	N1 37 mg/kg ps N2 74 mg/kg ps S1 50 mg/kg ps

## Restrictions d'usages

Réglementation de la mise sur le marché, des modalités de marquage, de la collecte et du recyclage des piles et accumulateurs.

Interdiction de la mise sur le marché de certains produits contenant du nickel et destinés à un contact direct et prolongé avec la peau (bijoux, boutons à rivets, fermetures à glissière ...)

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

En cas de projection cutanée ou oculaire, laver immédiatement à grande eau.

En cas de sensibilisation au nickel, éviter le contact avec bijoux, boutons métalliques, pièces de monnaie ...

## Classification environnementale

Substance DCE		Prioritaire
Liste OSPAR		Non cité
Catégorie	C M R	1 ou 3 (selon la molécule) non classé 2 Tétracarbonylnickel ; autres composés non classés
Indication du danger		Tétracarbonylnickel : T+, F, N Sulfure de nickel : T, N Oxyde de nickel : T Nickel, sulfate de nickel : Xn
Phrases de risque		Nickel : R40 – 43 Tétracarbonylnickel : R 61-11-26-40-50/53 Oxyde de nickel : R 49-43-53 Sulfate de nickel : R 22-40-42/43-50/53 Sulfure de nickel : R 49-43-51/53
Conseils de prudence		Nickel : S 2-22-36 Tétracarbonylnickel : S 53-45-60-61 Oxyde de nickel : S 53-45-61 Sulfate de nickel : S 2-22-36/37-60-61 Sulfure de nickel : S 53-45-61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le nickel, s'appliquent de plus :

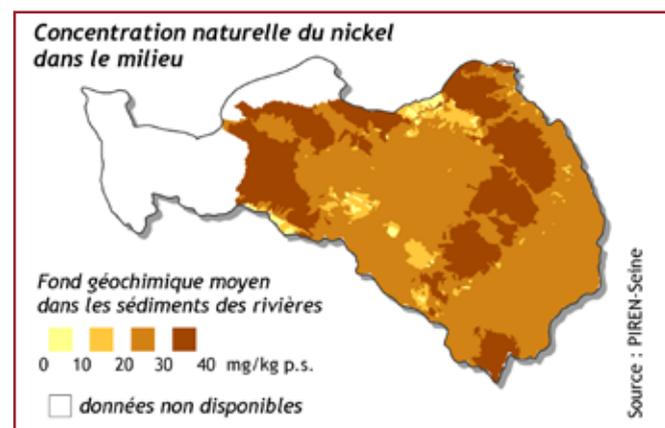
Texte	Objet
Directive 2006/66/CE	Mise sur le marché, collecte et recyclage des piles et accumulateurs
Décret n° 99-374	
Arrêté 18 juillet 2000	Interdiction du nickel dans les objets en contact direct et durable avec la peau

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Nickel	Norme	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 11885 NF EN ISO 15586 FDT 90-112	0,1 µg/L	€
sédiment et biote	NF EN ISO 11885 FDT 90-119	0,1 mg/kg ps	€

## Niveaux d'imprégnation

Nickel présent naturellement dans le bassin Seine-Normandie



Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique.

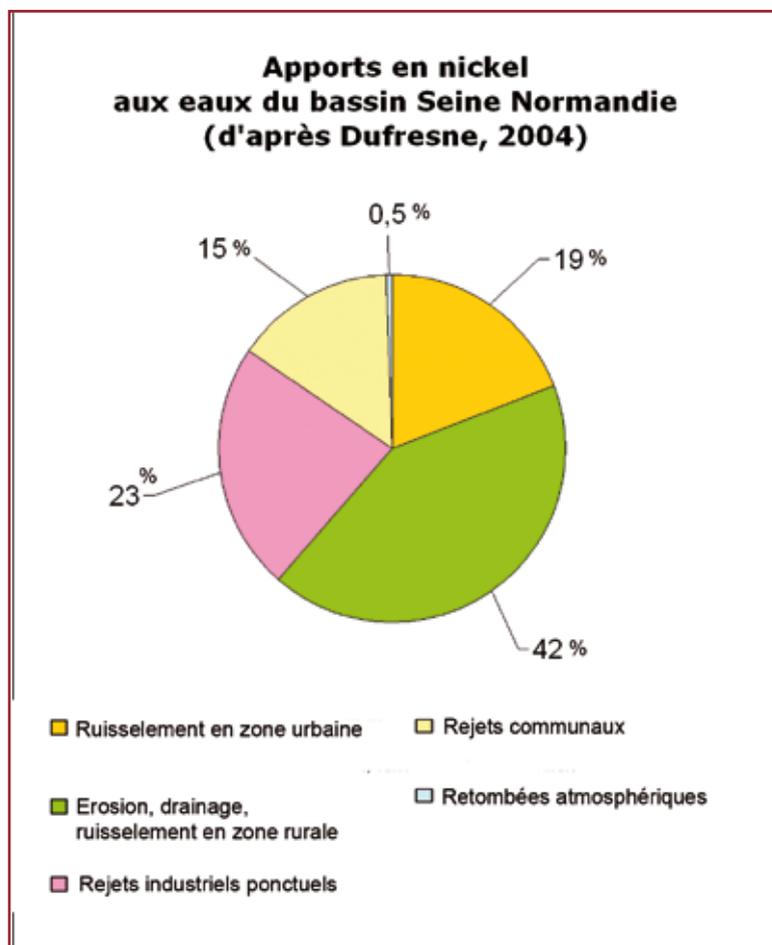
Compartiment considéré	Amplitude de variation
Cours d'eau	Eau brute 2000-2005 SNS Seine à Poses 2 à 2,7 µg/L
Sédiment cours d'eau	Deûle (62) 500 mg/kg ps
Eau marine	Baie de Seine 1995-2005 SNS 1-2 µg/L Manche Ifremer 0,1-0,5 µg/L
Sédiment marin	55 mg/kg en moyenne Ifremer Sédiments ports français 20 à 25 mg/kg en moyenne Seuil 1 de non-contamination 37 mg/kg ps
Mollusques marins	Baie de Seine AESN 2004-2006 Moule 1-2,7 mg/kg ps St Jacques 0,2-1,1 mg/kg ps Bigorneau 10-61 mg/kg ps Bulot 0,2-0,8 mg/kg ps Crabe 0,1-0,9 mg/kg ps Huitre 0,4-6 mg/kg ps RNO Huitre, Manche-Atlantique : 0,34 à 4,83 mg/kg ps Moule, Manche-Atlantique : 0,45 à 6 mg/kg ps Moule, Méditerranée : 0,47 à 8,41 mg/kg ps
Crustacés marins	Cotentin et baie de Seine 2004-2006, Ifremer 0,3 à 0,5 mg/kg ps
Poissons marins	Baie de Seine AESN 2004-2006 Plie, carrelet 0,1 - 0,2 mg/kg ps Rouget 0,6 mg/kg ps
Oiseaux marins guillemot, plongeon	Baie de Seine 2004-2006 AESN 0,1 mg/kg ps

En Ile-de-France (2001-2004), 17 % des stations du réseau de suivi de qualité présentent des teneurs sédimentaires supérieures à la valeur de référence (jusqu'à 144 mg/kg dans la Bièvre, 120 mg/kg dans la Thérouranne, 54 à 63 mg/kg dans la Seine).

Très nette régression durant la dernière décennie de la contamination métallique caractérisant jusqu'alors les sédiments du cours aval de la Seine (secteur Oissel-La Bouille), et concentration moyenne dans l'eau divisée par 2 en 15 ans à Poses.

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Actuellement, flux total estimé à 75 T/an (hypothèse maximum : 141 T/an). L'érosion et le drainage des terres agricoles est la principale source d'apports aux eaux (42 %), une grande partie de ce nickel résultant de l'épandage d'effluents d'élevage.



Les stations d'épuration collectent des eaux usées contenant du nickel. Il en est donc retrouvé dans les boues.

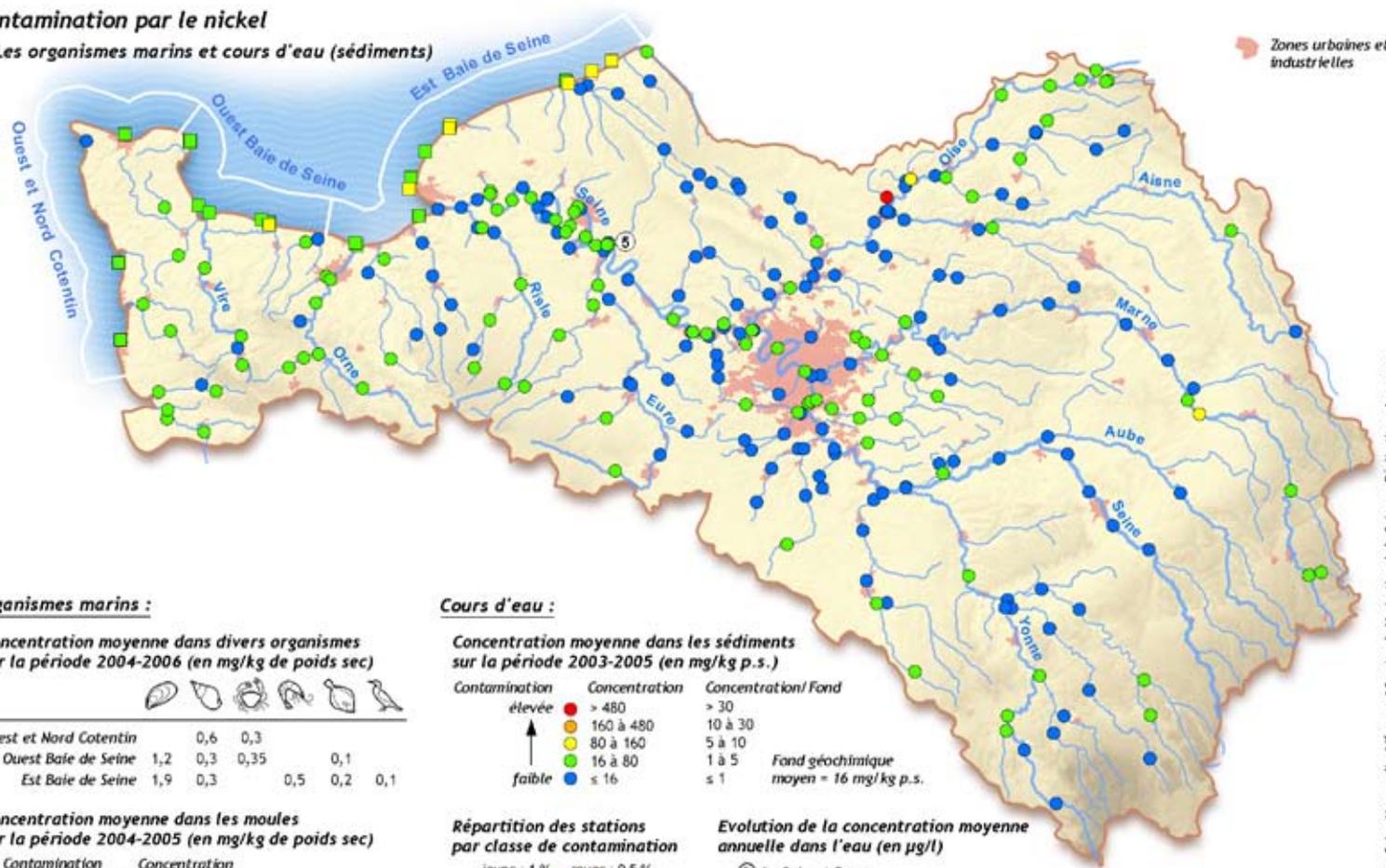
Boues station d'épuration	France : 45 mg/kg ps
	Portugal (maximum européen) : 66 mg/kg ps
	Etats-Unis : 167 mg/kg ps

### Bibliographie spécifique

- AESN DAI, 2004, Bilan des flux, sources et voies de transfert aux eaux de surface du bassin Seine-Normandie des 4 métaux prioritaires (Cd, Hg, Pb, Ni).
- DIREN Ile de France, 2005, Info toxiques n° 1, 36 p.
- DUFRESNE L., 2004, Evaluation du flux de métaux lourds vers les eaux superficielles du bassin Seine-Normandie, rapport à l'AESN.
- IFREMER, 2006, Surveillance du milieu marin RNO, 54 p.
- INERIS, fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques.
- GIP Seine aval, 2006, La contamination chimique : quel risque en estuaire de la Seine ?
- MIQUEL Gérard, 2001, Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, 346 p.
- SNS, Cellule Antipollution de la Seine, 2005, Bilan et évolution des micropolluants.

### Contamination par le nickel

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



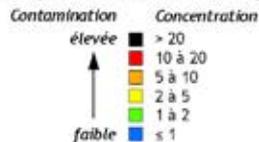
#### Organismes marins :

Concentration moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en mg/kg de poids sec)



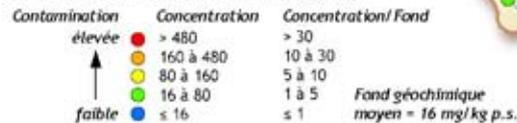
	Moules	Coquilles	Coquilles St-Jacques	Crustacés	Poissons	Oiseaux
Ouest et Nord Cotentin	0,6	0,3				
Ouest Baie de Seine	1,2	0,3	0,35		0,1	
Est Baie de Seine	1,9	0,3		0,5	0,2	0,1

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en mg/kg de poids sec)

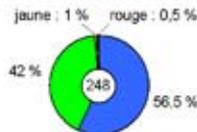


#### Cours d'eau :

Concentration moyenne dans les sédiments sur la période 2003-2005 (en mg/kg p.s.)



Répartition des stations par classe de contamination



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans l'eau (en µg/l)



Sources : Agence de l'Eau Seine-Normandie / Ifremer / Service de Navigation de la Seine - Réalisation : Aquascope

# PLOMB

<p><b>Pb</b></p> <p>Métal de forte masse atomique (dit « lourd »)</p>	<p>Minerais principaux : galène, cérusite et anglésite ; en association fréquente avec d'autres métaux (zinc et cadmium). Usages multiples et variés dont un prépondérant, les batteries automobiles. Utilisation industrielle toujours en forte croissance, mais 67% de la production annuelle issus du recyclage.</p> <p>Forte diminution de la pollution atmosphérique (-95% en France depuis janvier 2000) résultant de la suppression de l'essence plombée.</p> <p>Métal dénué d'utilité biologique ; bioaccumulation variable.</p> <p>Très toxique pour l'homme et l'environnement</p> <p>Substance prioritaire (DCE).</p>
<p>N° CAS : 7439-92-1 Code SANDRE : I382 (N° et code du Plomb élémentaire)</p>	

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Emissions naturelles très minoritaires (érosion des sols, volcanisme), les sources anthropiques étant 10 fois supérieures (de l'ordre de 250 000 t an) :

- Extraction-traitement minerais
- Métallurgie, sidérurgie et autres filières industrielles
- Combustion de charbon, de carburants, d'huiles usagées et érosion des peintures anciennes à base de plomb
- Ruissellement sur les toitures (corrosion), chaussées (revêtement et résidus de la circulation automobile).

En France, en 1998, émission totale vers l'atmosphère évaluée à 1 190t réduite à présent à <300t avec l'essence sans plomb.

Utilisation industrielle toujours en croissance (production mondiale de plomb raffiné évaluée à 6,57 millions de tonnes en 2000, dont 67% obtenus par recyclage):

- Batteries électriques (dont pour l'automobile : 65 à 70% du plomb consommé)
- Munitions, explosifs
- Radiateurs, réservoirs, tuyaux
- Soudure, supraconducteurs et alliages, traitements de surface
- Céramique, cristallerie, verrerie technique (tubes cathodiques)
- Masses de lestage, blindages, protection anti-rayonnements
- Peintures anticorrosion et vernis, catalyseurs, encres, lubrifiants ...

Dans le bassin Seine-Normandie, présence d'unités de 2<sup>e</sup> fusion et de fabrication de batteries.

## Comportement dans le milieu aquatique

Principale forme d'origine naturelle présente dans l'environnement : sulfure de plomb

Solubilité dans l'eau	Sulfure : ● La plupart des sels : ●● Acétate de plomb : ●●●●
Solubilité dans les graisses	En général : ●● à ●●● sauf plomb organique (tétraalkyl) : ●●●●
Stockage dans le sédiment	●●●● Stockage sous forme insoluble (carbonate, sulfate ou sulfure) ; favorisé par pH élevé, présence argile ou matière organique
Adsorption sur les m.e.s.	●●●● eau douce Décroit avec la salinité
Volatilité	●
Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	Sans objet

Bioconcentration Bioaccumulation	Phytoplancton marin ●●●
	plantes aquatiques ●●
Biomagnification	Invertébrés ●●●● à ●●●●●●
	moule marine ●●
	Perna 460 à 800
	Poissons ●● à ●●●●
	Perche soleil : 5 en général (IAEA) : 300

● nul, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

	●●●	●●●
	●●●●	●●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

### Effets sur l'environnement et sur l'homme

Effet très variable (facteur de 1 à 100, selon forme chimique ou spéciation); forme alkylée beaucoup plus dangereuse que forme inorganique. Toxicité sur la flore et la faune aquatiques plus forte en eau peu calcaire. Impact important de la grenaille de plomb (chasse) sur les oiseaux d'eau (canards notamment) : saturnisme par ingestion.

Toxicité	aiguë	chronique
	●●●	●●●
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●

### Exposition humaine et risques pour la santé

Ensemble des affections par le plomb : saturnisme

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++ aliments, eau de boisson, lait 24 µg/kg/repas
		++ milieu professionnel
		+ plomb organique
Organes et/ou fonctions atteints		Système nerveux Rein Fœtus Appareil digestif Os (chez l'enfant) hypofertilité anémie
	PE	?
	C	reins, vésicule, estomac
	DI	?

## Données toxicologiques et normes

Sauf indication contraire, exprimé en masse de Pb.

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
	plombémie <sup>1</sup>
Intoxication homme	400 µg/L
Intoxication enfant	100 µg/L
Intoxication orale (eau)	rat 146 mg/kg pc
<b>Toxicité sublétales</b>	
DJA (CSHPF)	3,5 µg/kg pc /j
DJT plomb inorganique (OMS, JECFA, 1993)	3,5 µg/kg pc /j
DHT plomb inorganique (OMS)	25 µg/kg pc /sem
<b>Ecotoxicité</b>	
NOEC 13j Algue <i>selenastrum capricornutum</i>	100 µg/L
Mollusque Limnée	
NOEC survie 120j Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12 µg Pb/L
Poisson - Brochet	
NOEC survie 60j Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	250 µg Pb/L
PNEC eau douce	5 µg/L
PNEC eau marine	5,4 µg/L
PNEC sédiment	6,8 mg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond sédiment	Bassin Seine 13 à 50 mg/kg
NQEp eaux	Bruit de fond eau + 0,4 µg/L
Limite qualité eau potable	10 µg/L
Baignade et loisirs	Néant
Chair coquillages	1,5 mg/kg pf
Chair poissons	0,1 à 0,3 mg/kg pf
Recommandation CSHPF poissons	<0,5 mg/kg pf
Norme sol	0,1 g/kg ps
Norme boues	0,8 g/kg ps
Qualité sédiments	NI 100 mg/kg ps N2 200 mg/kg ps S1 100 mg/kg ps

## Restrictions d'usages

Essence sans plomb obligatoire dans les États membres. Usage interdit dans l'industrie automobile depuis 2003, hors batteries.

Interdiction en France de l'emploi, pour la chasse aux oiseaux d'eau, de la grenaille de plomb.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Ne pas rejeter le plomb ou ses composés à l'égout ou dans le milieu naturel ; conserver les déchets dans des récipients fermés, convenablement étiquetés et les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation.

Neutralisation des eaux potables agressives, et remplacement des anciennes canalisations en plomb ; sinon réalisation de contrôles réguliers (notamment en domaine granitique ou contextes aux eaux légèrement acides).

## Classification environnementale

Substance DCE	Prioritaire
Liste OSPAR	Plomb et composés inscrits sur la liste des produits chimiques devant faire l'objet de mesures prioritaires
Catégorie C	1 arséniate de plomb seul 3 notamment sulfochromates, sulfochromates-molybdates et chromates de plomb
M	non classé
R	non déterminé
Indication du danger	T
Phrases de risque	R 61 - 20/22 - 33 - 50/53 - 62
Conseils de prudence	S 53 - 45 - 60 - 61

<sup>1</sup>: Dose interne de plomb mesurée dans le sang

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le plomb, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Décret 88/120	Relatif à la protection des travailleurs exposés au plomb métallique et à ses composés
Directive 91/157/CEE	Recyclage des batteries (valorisation/élimination)
Directive 98/70/CE	Essence sans plomb obligatoire dans les états membres (applicable au 1er janvier 2000)
Loi n°98-657	Lutte contre les exclusions
Directive 2002/95/CE	Réglementation usage du plomb dans les équipements électriques et électroniques
Directive 2000/53/CE	Interdiction du plomb, mercure, cadmium, chrome hexavalent dans l'automobile à l'horizon 2003
Arrêté 9 mai 2005	Interdiction de l'emploi de la grenaille de plomb dans les zones humides (chasse aux oiseaux d'eau)

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées, et coût d'une analyse

Plomb	Norme	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 11885 NF EN ISO 15586 FDT 90-112 FDT 90-119	0,1 µg/L	
sédiment et biote	FDT 90-112 FDT 90-119	0,1 mg/kg ps	

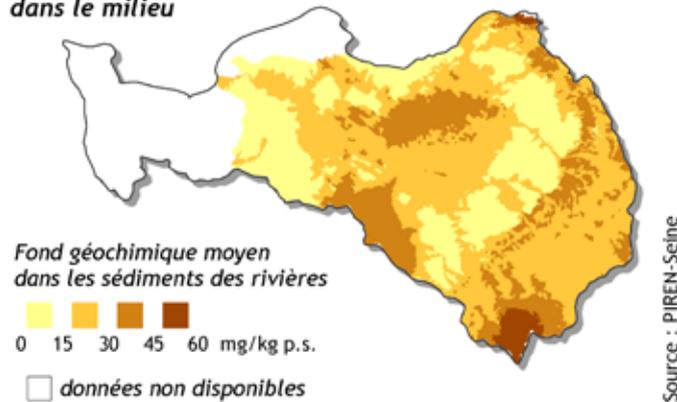
## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées chez l'homme et dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de concentration
Pluie	Etats-Unis < 3 µg/L
Eau douce	Etats-Unis – Europe : 1 à 10 µg/L Seine à Poses (1976 à 2005) : 0,55 µg/L - 69 µg/L
Matières en suspension Cours d'eau	Seine : 147 mg/kg - Rhône : 19,5 mg/kg Rhin : 123 mg/kg - Meuse : 762 mg/kg
Sédiment cours d'eau	Bassin Seine : 13 à 50 mg/kg ps Deûle (62) : 10 g/kg ps
Nappe	Exception hors pollution Monceaux moyenne 26 µg/L
Eau marine	4 ng/L (Mer du Nord) à 190 ng/L (Pacifique) Etats-Unis - Europe < 50 ng/L
Sédiment marin	Plateau continental : 50-100 mg/kg ps Côtes françaises : jusqu'à 150 mg/kg ps Zones portuaires : Manche Mer du Nord 60 mg/kg ps Atlantique 55 mg/kg ps Méditerranée 287 mg/kg ps Seuil de non-contamination 100 mg/kg ps
Mollusques, crustacés marins	France – toutes régions de pêche 4 µg/kg pf (homard) à 149 µg/kg pf (oursin) Moule - Côte normande (2004-05) : 0,5 mg/kg ps (Baie des Veys) à + de 3 mg/kg ps (Villerville) Baie de Seine AESN 2004-2006 Moule 1-3 mg/kg ps St Jacques 0,4-2 mg/kg ps Bigorneau 0,8-3 mg/kg ps Bulot 0,1-0,4 mg/kg ps Crabe 0,1-0,4 mg/kg ps Huître 0,7-1,2 mg/kg ps
Poisson marin	France – toutes régions de pêche 0,1 à 1 mg/kg pf Baie de Seine AESN 2004-2006 Plie, carrelet 0,1-0,4 mg/kg ps Maquereau 0,2-0,4 mg/kg ps Bar 0,6 mg/kg ps

Oiseau marin (guillemot, plongeon)	Manche 2004-2006 Ifremer 0,15 mg/kg ps Baie de Seine AESN 2004-2005 0,1-0,15 mg/kg ps
Homme (sang)	La plombémie croît au cours de la vie de 10 µg/L en 10 ans plombémie moyenne : 40 µg/L chez 5 % des adultes : > 100 µg/L (France, 1997)

**Concentration naturelle du plomb dans le milieu**



**Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie**

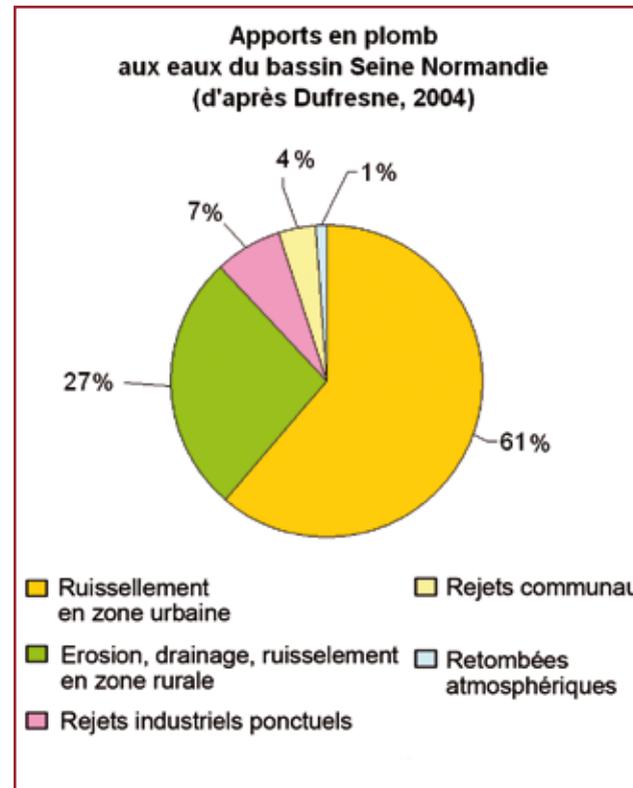
Contamination ayant culminé vers 1960 ; recul depuis, malgré un usage encore en forte croissance, grâce à l'abandon de l'essence plombée (retombées atmosphériques). Contamination des sédiments du cours aval de la Seine (section Poses-Honfleur) : encore 2 à 8 fois la teneur naturelle (2000-2005).

En Ile-de-France (2001-04), 83 % des stations du réseau de suivi de qualité présentent des teneurs supérieures à la valeur de référence (entre 130 à 570 mg Pb/kg ps dans la Seine).

Flux total sur le bassin estimé entre 25 et 399 tonnes par an (en moyenne 130 T/an).

Les stations d'épuration, qui reçoivent des eaux de ruissellement, rejettent du plomb dans leurs boues :

Plomb dans boues station d'épuration (maxi retrouvés)	France : 95 mg/kg ps Royaume Uni (maxi européen) : 217 mg/kg ps Etats-Unis : 303 mg/kg ps
---	---

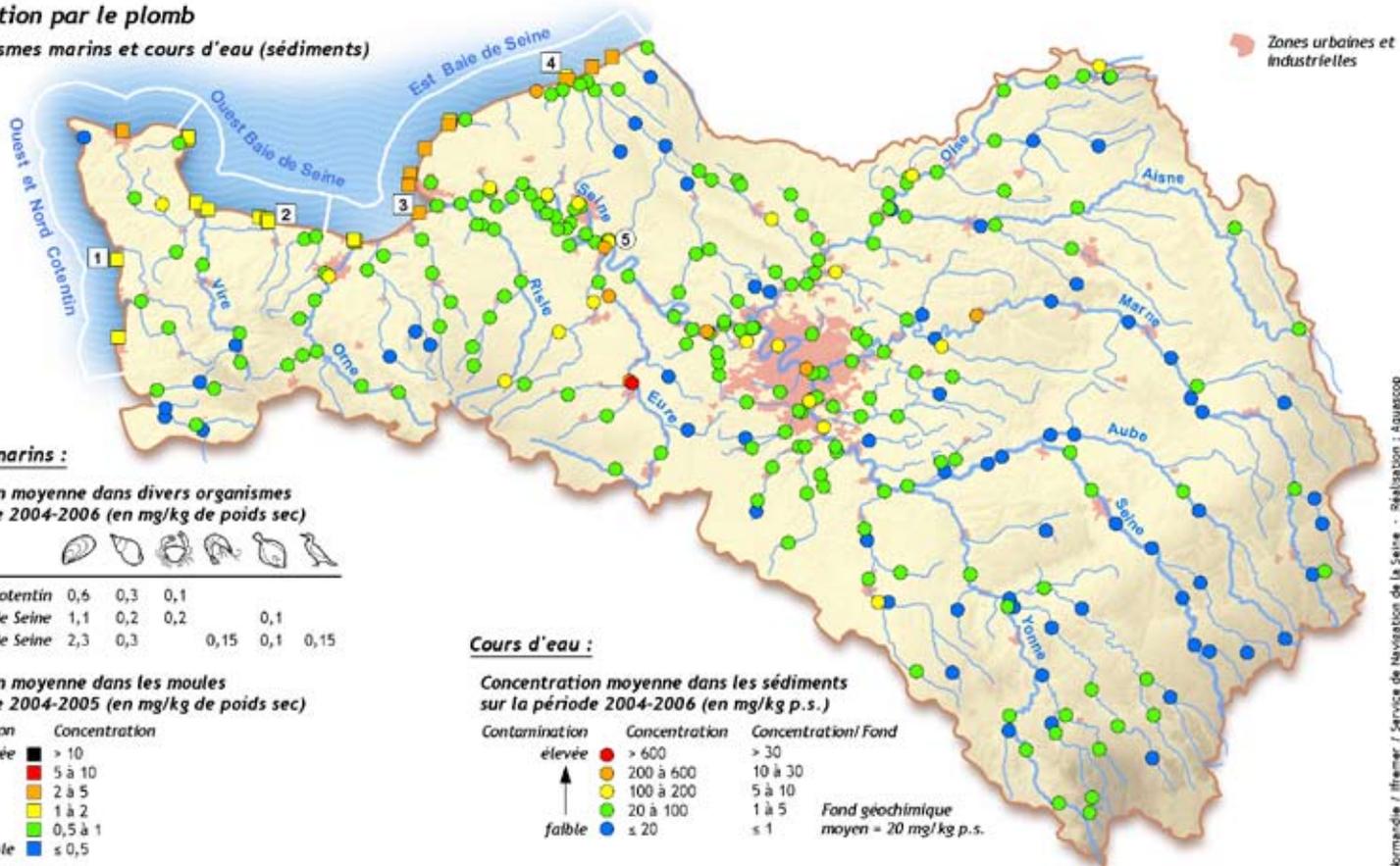


**Bibliographie spécifique**

- AESN, 2004, *Bilan des flux, sources et voies de transfert aux eaux de surface du bassin Seine-Normandie des 4 métaux prioritaires-Synthèse*, 13 p.
- AFSSA, 2006, *Etude Calipso (Consommation Alimentaires de produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces, Polluants et Oméga)*, 160 p.
- DIREN Ile de France, 2005, *Info toxiques n°1*, 36 p.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- MIQUEL Gérard, 2001, *Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé*, 346 p.
- RICOUX C., GASZTOWTT B., 2005, *Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de forts consommateurs de produits de la pêche de rivière contaminée par des toxiques de l'environnement*, Rapport IVS, CSP, AEAG.

### Contamination par le plomb

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



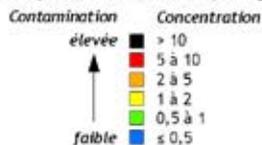
#### Organismes marins :

Concentration moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en mg/kg de poids sec)



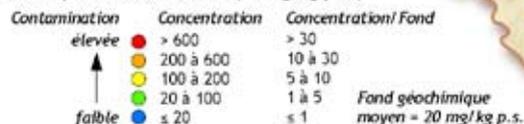
Ouest et Nord Cotentin	0,5	0,3	0,1		
Ouest Baie de Seine	1,1	0,2	0,2	0,1	
Est Baie de Seine	2,3	0,3	0,15	0,1	0,15

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en mg/kg de poids sec)



#### Cours d'eau :

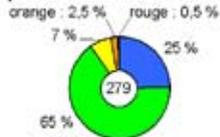
Concentration moyenne dans les sédiments sur la période 2004-2006 (en mg/kg p.s.)



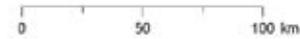
Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les moules (en mg/kg de poids sec)



Répartition des stations par classe de contamination



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans l'eau (en µg/l)



Sources : Agence de l'Estuaire-Normandie / Ifremer / Service de Navigation de la Seine - Réalisation : Aquascop

# ARGENT

<p><b>Ag</b> Métal (dit « lourd »)</p> <p>N° CAS : 7440-22-4</p> <p>Code SANDRE : 1368</p> <p>(N° et code de l'argent élémentaire)</p>	<p>Élément rare dans la croûte terrestre, sous forme de sulfures. Emissions naturelles essentiellement dues à l'érosion des sols. Avec la production minière, la photographie est la source majeure d'argent retrouvé dans l'environnement.</p> <p>Existe naturellement sous plusieurs degrés d'oxydation, les plus courants étant le degré 0 (Ag métal) et +I (sels <math>\text{AgCl}</math>, <math>\text{Ag}_2\text{S}</math>, <math>\text{AgNO}_3</math>,...). Bioaccumulation faible en général (forte dans les huîtres).</p> <p>Très toxique pour les organismes aquatiques (phyto et zooplancton, invertébrés, poissons), peu toxique pour les mammifères et l'homme mais les effets chroniques sur la santé sont mal cernés.</p>
--	---

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Volume produit (Europe) : 2 300 T/an en 2002.

Utilisations :

- photographie (en chute rapide avec le développement de la photo numérique) et imprimerie,
- argenterie et bijouterie,
- électronique et électricité,
- peintures.

Principalement émis dans les rejets urbains et industriels, sous forme de thiosulfates, sulfures et chlorures.

## Comportement dans le milieu aquatique

Dans les eaux douces, formation d'ions complexes avec les chlorures, l'ammonium, les sulfates, ainsi que de composés organiques solubles (acétate). Phénomènes influencés par le pH, les conditions rédox et la teneur en matière organique.

Solubilité dans l'eau	Ag métal et $\text{Ag}_2\text{S}$ ● $\text{AgCl}$ et $\text{Ag}_2\text{O}$ ●● $\text{AgNO}_3$ ●●●●
Solubilité dans les graisses	
Stockage dans le sédiment	●●●● précipite fortement en sulfures ou se combine avec les substances humiques
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●
Volatilité	●

Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	algues : 96 – 250 ●● daphnies : 10 – 30 ● moules : 1 – 10 ● larves : 1000 ●●●● huîtres : 18 000 ●●●●● poissons : 2 – 30 ●
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen  
●●●● fort

## Effets sur l'environnement et l'homme

Les données concernent la forme la plus toxique : l'ion  $\text{Ag}^+$ , mais sa complexation en général rapide et durable contribue à diminuer sa toxicité. En particulier, son affinité pour le chlore rend les eaux marines protectrices. La dureté de l'eau, les pH basiques et les fortes teneurs en matière organique dissoute ont le même effet.

Toxicité	aiguë	chronique
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●

	● ● ● ●	● ● ● ●
	● ● ●	● ● ● ●
	●	● ?

● peu toxique, ● ● modérément toxique,  
● ● ● toxique, ● ● ● ● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition		+++
(importance relative, + à +++)		+++ exposition professionnelle
		+
Organes et/ou fonctions atteints		Orale : peau Coloration bleu-grise de la peau (argyrie) sensibilisation allergique. Sur l'animal : perte de poids, diminution de l'activité du système nerveux central.

### Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 rat	> 2000 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	0,1 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	-
<b>Ecotoxicité</b>	
CL50 crustacé 96h	1,9 µg/L
CL50 daphnie 48h	<1 µg/L
NOEC crustacé 21 j	0,95 µg/L
CL50 truite 96h	10 µg/L
CL50 truite 28 j	10 µg/L
LOEC truite 18 mois	0,17 µg/L
CE50 grenouille	10 µg/L
PNEC eau douce	non disponible
PNEC eau marine	non disponible
PNEC sédiment	non disponible
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond (sédiment)	0,3 mg/kg
NQEp eau	Bruit de fond eau + 0,05 µg/L
Limite qualité eau potable U.E.	néant
Eau potable autres pays USA (EPA)	0,10 mg/L
Baignade et loisirs	néant

Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	néant

### Restrictions d'usages / Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Récupération des sels d'argent (laboratoires photo, traitements de surface) et déchets électroniques de l'industrie ; réduction des rejets atmosphériques.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non citée	
Liste OSPAR		
Catégorie	C M R	non classable (USEPA) non déterminé non déterminé
Indication du danger		
Phrases de risque		
Conseils de prudence		

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Argent	Norme	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 15586 NF EN ISO 11885 FDT 90-112 FDT 90-119	1 µg/L	

sédiment et biote	NF EN ISO 11885	0,1 à 0,2 mg/kg ps	
-------------------	-----------------	--------------------	---

### Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique.

Analyses réalisées dans le sédiment et le biote, du fait de la très faible concentration d'argent dans l'eau.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau douce	Seine à Poses 2005 : 2-3 mg/kg MES
Sédiment cours d'eau	Seine 1980-2005 SNS 1-9 µg/kg
Eau marine	au large hors pollution 0,0002 µg/L Etude SNS 2003 0,004-0,008 µg/L Etretat 0,003-0,004 µg/L Omaha Beach 0,002 µg/L
Moule	Manche AESN 2004-2006 0,2-2 mg/kg ps Moyenne nationale 0,6 mg/kg ps Côte normande SNS 1995-2005 2-8 mg/kg ps Baie de Seine RNO 2001-2004 2-3,3 mg/kg ps Atlantique et Manche RNO 2001-2004 médiane 0,1-0,3 mg/kg ps

Huître	Manche AESN 2004-2006 1,6-3,8 mg/kg ps moyenne nationale 4 mg/kg ps Gironde Charente Mme RNO 2001-2004 médiane 25 mg/kg ps Manche-Atlantique RNO 2001-2004 1 à 100 mg/kg ps Antilles RNO 2001-2004 0,2-1 mg/kg ps
Saint Jacques Bigorneau Bulot Crabe	Manche AESN 2004-2006 0,2-1,8 mg/kg ps 0,1-2,5 mg/kg ps 1,4-6,4 mg/kg ps 1,6-2,7 mg/kg ps
Poisson marin	Baie de Seine AESN Rouget grondin 0,7 mg/kg ps Carrelet 0,1-0,2 mg/kg ps moyenne nationale 0,1 mg/kg ps
Oiseau marin	Manche AESN 2004-2006 0,1 mg/kg ps

### Bibliographie spécifique

- ATSDR, 1999, *Toxicological Profile*, ToxFAQs for Silver.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique ; quel risque en estuaire de la Seine ?*
- Ifremer, 2006, *Surveillance du milieu marin*, RNO.

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

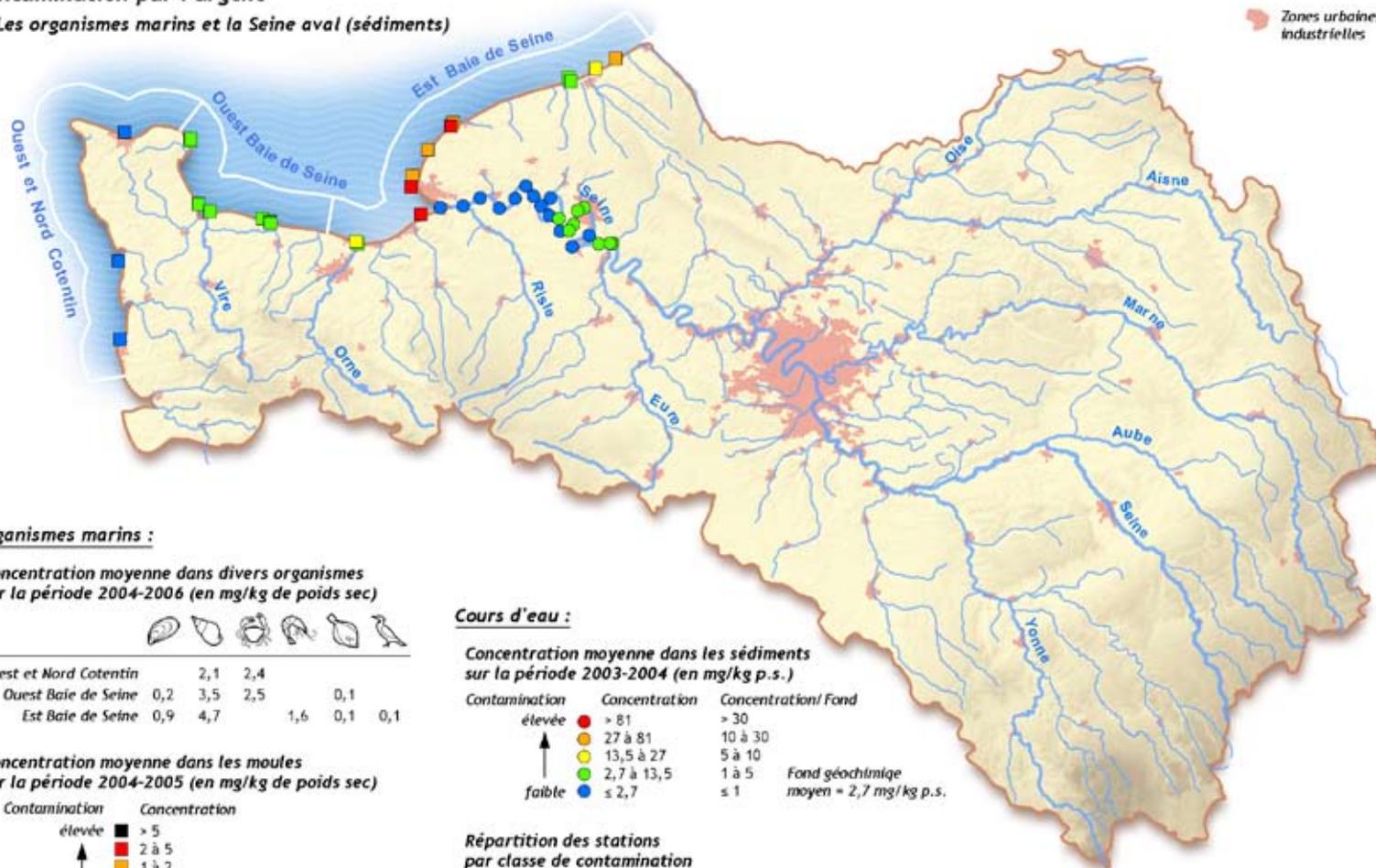
L'argent d'origine humaine en milieu aquatique provient du lessivage des sols, de la corrosion des équipements industriels et des rejets atmosphériques issus de la combustion des déchets urbains. La contamination par les rejets de l'industrie photographique tend à devenir minoritaire, du fait de la diminution considérable de l'activité argentique et de la généralisation du traitement des effluents (thiosulfate d'argent) avant rejet.

Dans la Seine, décroissance dans les sédiments de Paris à l'estuaire. Flux annuel de 1,3 T d'argent particulaire et 0,2 T d'argent dissous, soit 1,5 T d'argent total dans la Seine à Poses en 2003 (Thévenin et coll. In GIP Seine aval, 2006).

### Contamination par l'argent

→ Les organismes marins et la Seine aval (sédiments)

Zones urbaines et industrielles



#### Organismes marins :

Concentration moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en mg/kg de poids sec)



Zone	Organisme 1	Organisme 2	Organisme 3	Organisme 4	Organisme 5	Organisme 6
Ouest et Nord Cotentin		2,1	2,4			
Ouest Baie de Seine	0,2	3,5	2,5		0,1	
Est Baie de Seine	0,9	4,7		1,6	0,1	0,1

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en mg/kg de poids sec)

Contamination	Concentration
élevée	> 5
↑	2 à 5
↑	1 à 2
↑	0,5 à 1
↑	0,2 à 0,5
faible	≤ 0,2

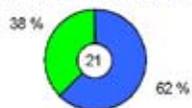
#### Cours d'eau :

Concentration moyenne dans les sédiments sur la période 2003-2004 (en mg/kg p.s.)

Contamination	Concentration	Concentration/ Fond
élevée	> 81	> 30
↑	27 à 81	10 à 30
↑	13,5 à 27	5 à 10
↑	2,7 à 13,5	1 à 5
faible	≤ 2,7	≤ 1

Fond géochimique moyen = 2,7 mg/kg p.s.

Répartition des stations par classe de contamination



# CHROME

<b>Cr</b> Métal de forte masse atomique (dit « lourd »)	Élément largement distribué dans la croûte terrestre, le principal minéral étant la chromite.
N° CAS : 7440-47-3  Code SANDRE : 1389 (N° et code du Chrome élémentaire)	Existe sous les formes réduite trivalente (III) pour le chrome issu de la roche-mère, et oxydée hexavalente (VI), dans certains effluents industriels bruts (avant traitement). Sels du chrome VI très toxiques (assez rapidement réduit en chrome III dans l'environnement).  Bioaccumulation moyenne.  Oligo-élément intervenant dans le métabolisme des glucides et des lipides. Cr VI cancérigène par inhalation principalement.

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Volume produit (Europe) : 1140 kT/an en 2001. En 1998, en France, émission totale vers l'atmosphère (poussières) évaluée à 240 tonnes (industrie chimique, combustion des gaz naturels, huiles et charbons). Apports aux eaux par les précipitations et les rejets industriels :

- Acier et alliages,
- Catalyseurs
- Tannage du cuir
- Industrie textile
- Fabrication des teintures et pigments
- Traitement de surface

## Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	sels de Cr III ● sels de Cr VI ●●●●
Solubilité dans les graisses	●
Stockage dans le sédiment	Cr III ●●●●● Cr VI ●●●
Adsorption sur les m.e.s.	Cr III ●●●●● Cr VI ●●●

Volatilité	●
Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	Sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	algues planctoniques CrIII CrVI >10000 ●●●●● huître CrIII ● huître CrVI 125-200 ●● moule Cr III 2800 ●●● moule Cr VI : 100-9000 ●●●●● poissons CrIII 300-800 ●● poissons CrVI ●
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Effets sur l'environnement et l'homme

Toxicité	aiguë	chronique
	Cr VI ●●●	Cr VI ●●●
	Cr VI Eau douce ●●●●● Eau salée ●●●	Cr VI ●●●
	Cr III ● Cr VI ●	Cr VI ●●●●
	Rat et souris tous composés toutes voies ●●●●●	Souris Cr III ●●●●● Rat et souris Cr VI inhalation - ingestion ●●●●●
	Cr III ● Cr VI ●● dont chromates ●●●	Cr VI seulement : inhalation ●●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

Le Cr III est encore moins toxique en eau dure ou salée.

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)	 30-50 µg/j	+
		+++

		+
Organes et/ou fonctions atteints		Système digestif Foie Collapsus Circulatoire Rein Appareil respiratoire Asthme
	<b>C</b>	Système respiratoire

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 rat mâle Cr VI homme (chromates)	26 mg/kg pc 50-70 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	
L.S. (U.E.) <sup>1</sup>	<b>CR 3 I MG/J</b>
<b>ECOTOXICITÉ</b>	
CE50 Chlorelle 72 h	0,47 mg/L Cr VI
autres algues eau douce	Cr VI 0,1 mg/L
algues eau salée	0,34 mg/L
invertébrés eau douce	0,03 mg/L
invertébrés eau salée	1,6 mg/L
poissons	17-21 mg/L

1: L.S. = limite de sécurité proposée par le CSAH (comité scientifique de la communauté Européenne en 2003 - Apport journalier maximal)

NOEC Cr III daphnie 21j	3400 µg/L
NOEC Cr VI	
algues eau douce 3-18 j	10-300 µg/L
daphnie 21j	60 µg/L
brochet 20 j	54 µg/L
saumon fontaine 250 j	10 µg/L
PNEC eau douce Cr VI	4 µg/L
Cr III	4,7 µg/L
PNEC eau marine Cr VI	3 µg/L
PNEC sédiment	néant
<b>NORMES ET SEUILS</b>	
Bruit de fond sédiment	14-74 mg/kg ps moyenne Europe 62 mg/kg ps
NQEp eaux Cr total	Bruit de fond eau + 3,4 µg/L
Limite qualité eau potable	50 µg/L
Recommandation OMS	50 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant
Norme sol Cr total	0,15 g/kg ps
Norme boues Cr total	1 g/kg ps
Qualité des sédiments Cr total sur ps	N1 90 mg/kg N2 180 mg/kg S1 150 mg/kg
Rejets industriels	CrIII <1,5 mg/L et CrIII <0,5 mg/L si rejet > 5 g/j, CrVI <0,1 mg/L si rejet > 1g/j

### Restrictions d'usages / Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Eviter de consommer les coquillages ramassés dans les estuaires contaminés.

### Classification environnementale

Concerne les composés du Cr VI :

$\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{NaCrO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Substance DCE	Cr non cité
Liste OSPAR	Non cité
Catégorie C	1 ( $\text{CrO}_3$ ), 2 (autres)
M	2
R	3 ( $\text{CrO}_3$ ), 2 (autres)
Indication du danger	Selon composé O, T+, N, E
Phrases de risque	Selon composé R45-46-9-24/25-26—34-35-42/43-48/23-62-50/53-60-61-8-21-2-
Conseils de prudence	S 53 – 45 – 60 - 61

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe. Pour le chrome s'applique de plus :

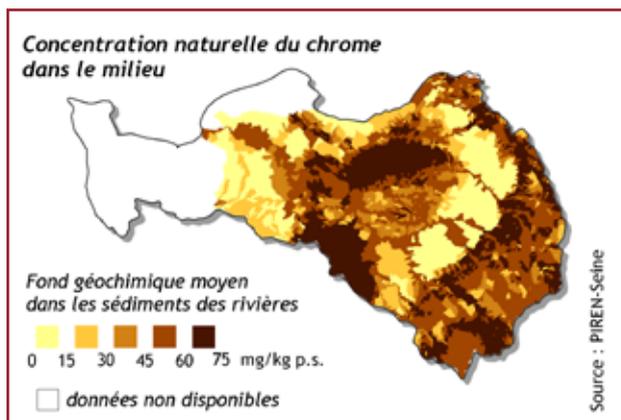
Texte	Objet
Arrêté du 2 février 1998	Limitation du chrome III et du chrome VI dans les rejets aqueux

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

	Norme	LQ	Coût HT
eau	Cr NF EN 1233 NF EN ISO 11885	1 µg/L	€
	Cr VI NFT 90-043	1 µg/L	€
sédiment et biote	Cr total NF EN ISO 11885 NF EN 1233	0,1 mg/kg ps	€
	Cr VI Extraction + NF T90-043	0,1 mg/kg ps	€

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique (en chrome total, sauf indication particulière).



Compartment considéré	Amplitude de variation
Eau douce	Seine Poses La Bouille SNS 1995-2005 <0,5 µg/L MES bassin Seine 29-47 mg/kg ps MES à Poses 40 ± 5 mg/kg ps
Sédiment cours d'eau	Seine à Oissel 1980-1991 SNS jusqu'à 2000 mg/kg ps Seine 1992-2005 SNS à Oissel <100 mg/kg ps Seine Ile-de-France 2001-2004 200-250 mg/kg ps
Estuaire eau	Seine SNS 1995-2005 1-5 µg/L
Eau marine	Atlantique OSPAR 1997 : 0,090 -0,12 µg/L CrVI
Sédiment marin	Sédiments des ports français moyenne 1986-1988 : 49 mg/kg ps
Moule	Côte normande RNO 1995-2005 1-5 mg/kg ps Manche-Atlantique RNO 2001-2004 0,3-9 mg/kg ps Méditerranée RNO 2001-2004 0,1-4 mg/kg ps
Huître	Manche-Atlantique RNO 2001-2004 0,15-14 mg/kg ps Antilles RNO 2001-2004 0,4-7mg/kg ps
Bulot	Baie de Seine 2000-2001 SNS 0,6 ± 0,3 mg/kg ps
Poissons marins	espèces marines zones industrialisées ≈ 3 mg/kg ps plie et hareng mer d'Irlande 4 - 6 mg/kg pf poisson lézard Méditerranée 6 mg/kg ps

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

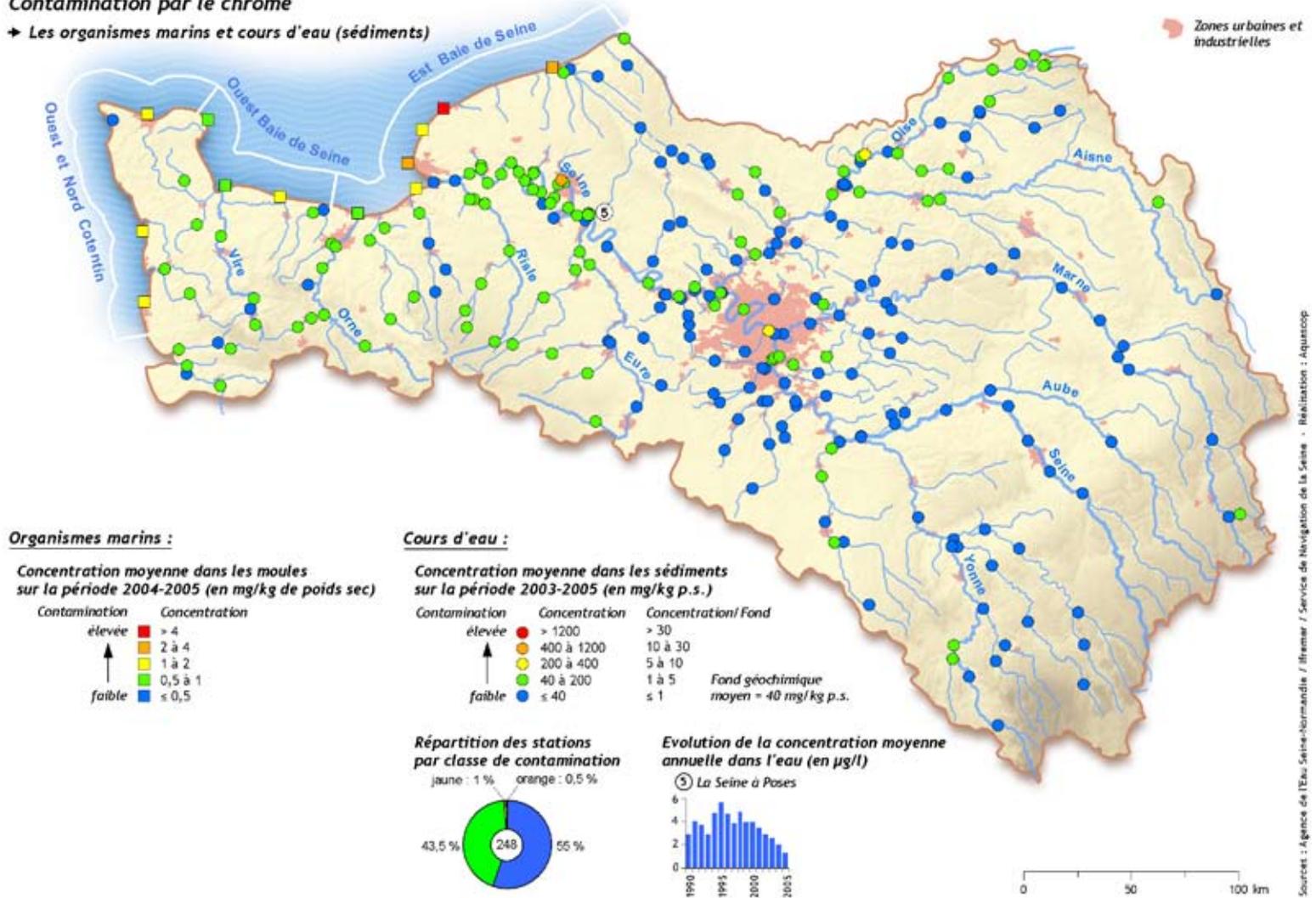
Flux à Poses 100 T/an de Cr particulaire, soit environ 103 t/an de Cr total (année hydrologique 1998-1999, Thévenot et coll., in GIP Seine aval, 2006).

On note la présence de chrome, apporté par les effluents urbains, dans les boues de stations d'épuration :

Boues station d'épuration	France : 134 mg/kg ps Espagne (maximum européen) : 208 mg/kg ps Etats-Unis : 432 mg/kg ps
---------------------------	--

## Contamination par le chrome

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



## Bibliographie spécifique

- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique : quel risque en estuaire de la Seine ?*
- IFREMER, 2006, *surveillance du milieu marin*, RNO.
- IFREMER, 1994, *Le chrome en milieu marin*, Repères Océan n°8, 43p.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.

## CUIVRE

<p><b>Cu</b></p> <p>Métal de forte masse atomique (dit « lourd »)</p>	<p>Présent dans la nature sous forme de minerais de cuivre natif, de minerais oxydés ou sulfurés.</p> <p>Nombreux composés : acétate, hydroxyde, sulfate, chlorure, oxyde ... De degrés d'oxydation : +1 (cuivreux) et +2 (cuivrique).</p> <p>Multiplés usages en raison de ses propriétés de bon conducteur (chaleur et électricité) et biocides.</p> <p>Bioaccumulation variable selon le type d'organisme diminue le long de la chaîne alimentaire.</p> <p>Toxicité variable selon la forme chimique diminue le long de la chaîne alimentaire.</p> <p>Oligo-élément nécessaire à la vie (synthèse de l'hémoglobine ; défense cellulaire et fonctionnement du cerveau) ; effets toxiques au-delà de certaines concentrations.</p>
<p>N° CAS : 7440-50-8</p> <p>Code SANDRE : 1392 (N° et code du Cuivre élémentaire)</p>	

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Volume produit (Europe) : 1460 kT/an en 2002. Utilisation encore en croissance.

- Industrie électrique, appareils de chauffage, céramique, Plomberie, Industrie textile, tanneries,
- Agriculture : insecticides et fongicides (vignes, vergers, maraîchage) ; épandage de lisiers de porcs (complément d'alimentation),
- Métallurgie, traitements de surface, alliages (mailechort, bronze, laiton ...), anti-corrosion dans les systèmes de refroidissement, Peintures anti-salissures des bateaux en remplacement du TBT.

Principales sources d'émission : industries du cuivre et des métaux, du bois, incinération des ordures ménagères, combustion du charbon, fertilisants (phosphates), fongicides, épandage lisier.

En 1998, en France, émission totale vers l'atmosphère évaluée à 91 tonnes avec pour sources essentielles l'activité de transport (60%) et l'industrie (35%).

### Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	carbonates, hydroxydes ●● chlorures, nitrates et sulfates : ●●●● oxydes ●
-----------------------	---

Stockage dans le sédiment	●●●●● grande affinité pour les oxydes de fer et de manganèse
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●● eau douce à ● eau marine : désorption des formes particulaires en estuaire
Volatilité	●
Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	plancton ●●●● carpe 13 ● poissons 20-1000 ●●
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen,  
●●●● fort

### Effets sur l'environnement et sur l'homme

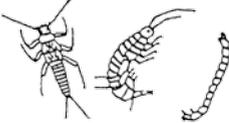
Toxicité maximale du cuivre à l'état d'oxydation +1

Cu +1 >> Cu +2 >> Cu élémentaire

Cu<sup>+</sup> instable. Cu<sup>++</sup> forme des complexes stables avec ligands minéraux (Cl, NH<sub>4</sub>) ou organiques.

Sur la faune et la flore aquatiques, effets variables selon la température, l'oxygénation ou la dureté de l'eau.

Impact important sur la capacité épuratrice du milieu aquatique ou des stations d'épuration en raison de la toxicité vis à vis des micro-organismes.

Toxicité	aiguë	chronique
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●
	●● à ●●●● selon espèces	Lapin ●●
	●●	●●●
	●	●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Le cuivre est un oligo-élément.

Principales formes toxiques chez l'homme : sels de cuivre II solubles.

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++
		+ ?
		+++
Organes et/ou fonctions atteints en cas d'excès de cuivre		foie, cœur, os, rein, peau « fièvre des fumées de métaux » : maladie des plombiers

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 selon espèce et sel de cuivre	15-857 mg Cu/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (RIVM)	140 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>ECOTOXICITÉ</b>	
CL50 48 h larve d'huître	1-3 µg/L
CE50 48 h <i>Tetrahymena pyriformis</i>	8 mg Cu/L

NOEC	
Algues périphytiques 28 j	9,5 µgCu/L
Algues planctoniques 10j	10 µgCuSO4/L
Daphnie 14-42 j	5-35 µg/L selon forme chimique
Mollusques 40-80j	8-17 µgCuSO4/L
Moule 30 j	1 µgCuSO4/L
Moule 15 j	10 µgCuCl2/L
Carpe 100 j	50 µgCuSO4/L
Brochet 40 j	50 µgCuSO4/L
Saumon fontaine	10 µgCuSO4/L
PNEC eau douce	1,6 µg/L
PNEC eau marine	0,8 µg/L
PNEC sédiment	0,8 mg/kg ps
<b>NORMES ET SEUILS</b>	
Bruit de fond sédiment moyenne Europe	5-26 mg/kg ps 16 mg/kg ps
bassin Seine	5 mg/kg ps
NQE <sub>p</sub> eaux	Bruit de fond eau + 1,4 µg/L
Limite qualité eau potable	2 mg/L
Autres pays / OMS	2 mg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	0,1 g/kg ps
Norme boues	1 g/kg ps
Qualité sédiments	N1 45 mg/kg ps
	N2 90 mg/kg ps
	SI 100 mg/kg ps
Rejets industriels	0,5 mg/L si le rejet dépasse 5 g/j 1 mg/L pour les industries fabriquant ou transformant le cuivre

### Restrictions d'usages / Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Agriculture : limitation des traitements préventifs. Industrie : recyclage des effluents.

### Classification environnementale

Concerne chlorure cuivreux, oxyde cuivreux, sulfate de cuivre.

Substance DCE	non cité
Liste OSPAR	non cité
Catégorie C	non classés
M	non classés
R	non classés
Indication du danger	Xn, N
Phrases de risque	R 22 -50/53 (+ 36/38 pour sulfate de cuivre)
Conseils de prudence	Chlorure cuivreux, oxyde cuivreux, sulfate de cuivre S 2 – 22 - 60 - 61

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le cuivre, s'applique de plus :

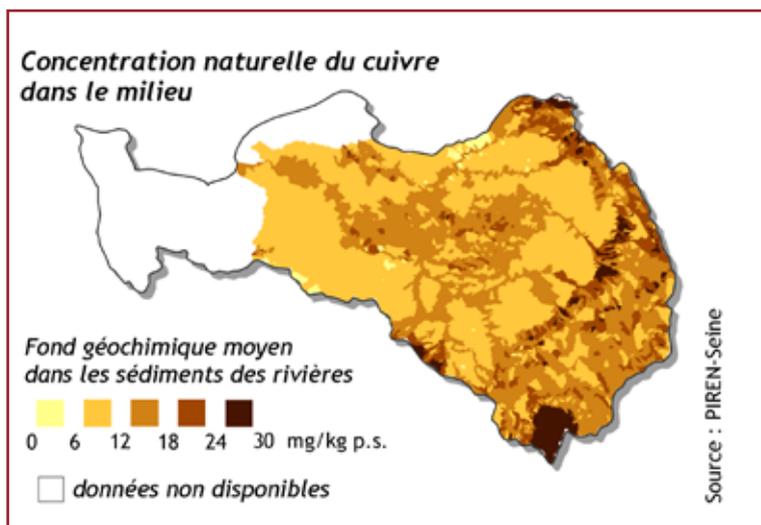
Texte	Objet
Arrêté 2 février 1998	Concentration limite de cuivre dans les rejets aqueux des industries

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Cuivre	Norme	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 11885 NF EN ISO 15586 FD T 90-112	1 µg/L	
sédiment et biote	NF EN ISO 11885 FDT 90-119	0,1 mg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Cuivre naturellement présent dans le bassin Seine-Normandie



Cuivre présent dans le milieu aquatique sous formes dissoute, colloïdale et particulaire.

Sont présentés ci-contre des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu naturel.

Compartment considéré	Amplitude de Variation
Eau douce	Seine Poses La Bouille SNS 1995-2005 : 3-4 µg/L
Matières en suspension cours d'eau	bassin Seine : 7-17 mg/kg Seine : 130 mg/kg Rhône : 320 mg/kg Pô : 75 mg/kg
Sédiment cours d'eau	Seine teneur naturelle : 5 mg/kg ps Bassin Seine : < 50 mg/kg ps Canal de la Deûle (France, 62) : 380 mg/kg ps Seine Ile-de-France 2001-2003 150-350 mg/kg ps
Eau marine	Manche OSPAR : 0,1-0,4 µg/L Honfleur SNS 1995-2005 : 2-4 µg/L
Sédiment des ports français	Manche-Mer du Nord : 18-35 mg/kg ps Atlantique : 10-53 mg/kg ps Méditerranée : 107-745 mg/kg ps Moyenne ports français : 24 mg/kg ps
Moule	Manche (AESN) : 4-8 mg/kg ps Manche-Atlantique RNO : 4-20 mg/kg ps Méditerranée RNO : 4-70 mg/kg ps
Huître	Manche (AESN) : 50-100 mg/kg ps Manche-Atlantique RNO : 7-2200 mg/kg ps Antilles RNO : 9-250 mg/kg ps
Coquille Saint Jacques Bigorneau	Manche (AESN) : 3-5 mg/kg ps 3-5 mg/kg ps
Crabe	Manche (AESN) : 28-37 mg/kg ps
Poisson marin	Manche (AESN) : 2 mg/kg ps Estuaire Seine : bar 70-80 mg/kg ps (muscle) Flet : 300 mg/kg ps (rein)
Oiseau marin	Manche (AESN) : 10-36 mg/kg ps

**Remarque :** à la différence de l'huître, la moule n'est pas un bon marqueur de biocontamination par le cuivre. Elle peut le réguler, car elle l'utilise pour son métabolisme. Cela explique les différences de concentration observées entre ces deux espèces sur les mêmes sites.

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

La contamination des eaux par le cuivre a culminé vers 1960 ; en recul depuis, malgré un usage de ce métal encore en croissance. En Ile-de-France (2001-2004), 99 % des stations du réseau de suivi de qualité ont montré au moins une fois des sédiments avec des teneurs supérieures à la valeur de référence (jusqu'à 200 mg/kg dans l'Oeuf, 150 à 350 mg/kg dans plusieurs stations de la Seine).

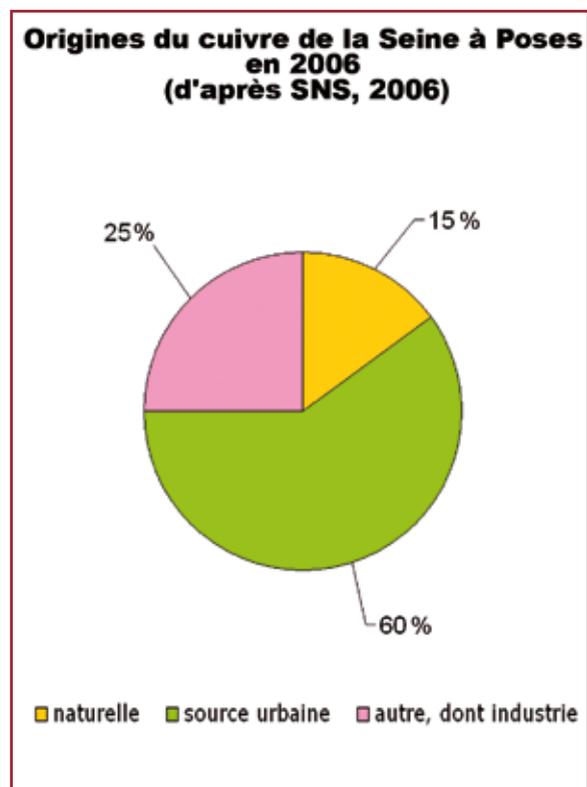
Les très fortes concentrations observées dans les années 80-90 dans le cours aval de la Seine entre Poses et Oissel n'ont pas été retrouvées depuis (d'après SNS, 2005).

Le cuivre apporté par les eaux usées est retrouvé dans les boues de stations d'épuration :

Cuivre dans boues de station d'épuration (maxi trouvées)	France : 371 mg/kg ps Royaume Uni (maxi européen) : 473 mg/kg ps Etats-Unis : 712 mg/kg ps
--	--

## Bibliographie spécifique

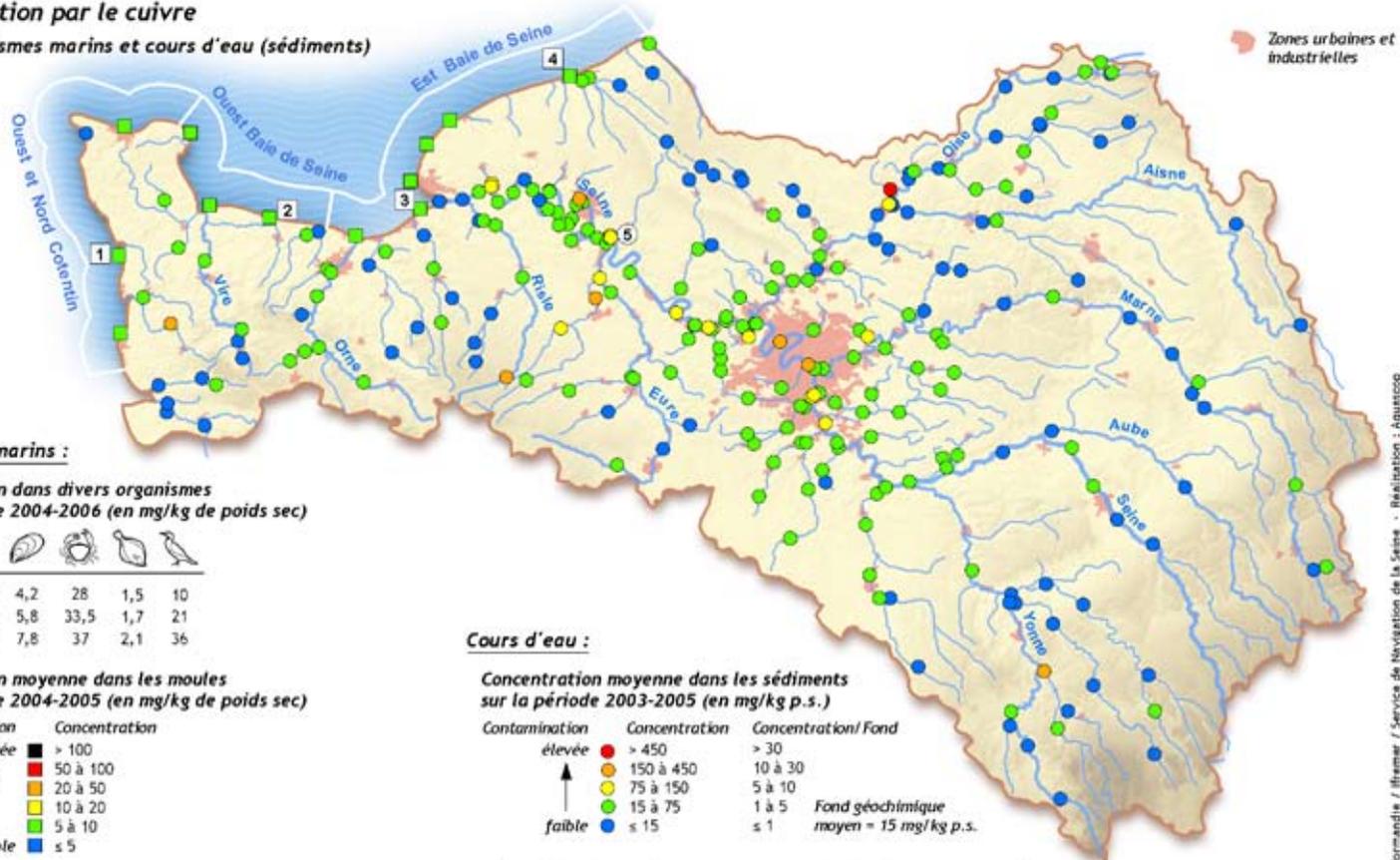
- DIREN Ile-de-France, 2005, *Etat de la contamination des eaux superficielles par les toxiques en région Ile-de-France*, Info toxique n°1.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique : quel risque en estuaire de la Seine ?*
- Ifremer, 2006, *surveillance du milieu marin*, RNO.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- SNS, Cellule Antipollution de la Seine, 2005, *Bilan et évolution des micropolluants*.



Dans la Seine à Poses, apport de 89 T/an de Cu particulaire et 35 T/an de Cu dissous, soit environ 124 T/an de Cu total lors de l'année hydrologique 1998-1999 (Thévenot et coll., in GIP Seine aval 2006).

### Contamination par le cuivre

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



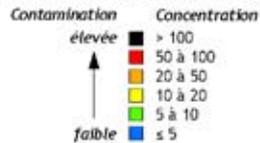
#### Organismes marins :

Concentration dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en mg/kg de poids sec)



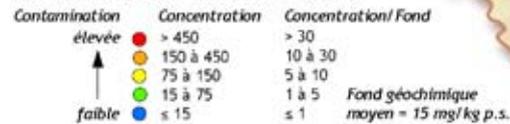
Minimum	4,2	28	1,5	10
Moyenne	5,8	33,5	1,7	21
Maximum	7,8	37	2,1	36

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en mg/kg de poids sec)



#### Cours d'eau :

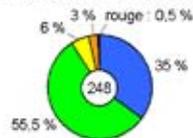
Concentration moyenne dans les sédiments sur la période 2003-2005 (en mg/kg p.s.)



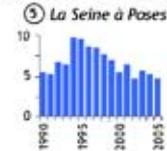
Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les moules (en mg/kg de poids sec)



Répartition des stations par classe de contamination



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans l'eau (en µg/l)



Sources : Agence de l'Eau Seine-Normandie / Ifremer / Service de Navigation de la Seine - Réalisation : Aquascop

# ZINC

<p><b>Zn</b></p> <p>Métal de forte masse atomique (dit « lourd »)</p>	<p>Naturellement présent dans les roches magmatiques, sédiments argileux et schistes de la croûte terrestre à des concentrations de 40 à 120 mg/kg, principalement sous forme de blende (sulfure de zinc). Apports naturels par érosion, volcanisme, feux de forêts, aérosols marins.</p>
<p>N° CAS : 7440-66-6</p> <p>Code SANDRE : 1383</p> <p>N° et code du Zinc élémentaire</p>	<p>Dans l'eau, sous diverses formes : ion hydraté, zinc complexé par les ligands organiques, adsorbé sur la matière solide, oxydes de zinc. Spéciation très complexe dépendant de nombreux facteurs (pH, matière organique dissoute, potentiel d'oxydo-réduction).</p> <p>Bioaccumulation modérée.</p> <p>Oligo-élément nécessaire au métabolisme des êtres vivants (intervient dans plus de 200 enzymes, synthèse des acides nucléiques et protection immunitaire).</p> <p>Toxicité variable selon la forme chimique.</p>

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Production européenne 950 kT/an en 2002 ; utilisation en croissance.

- Galvanisation
- Piles électriques,
- Pigments, industrie pharmaceutique
- Protection anti-corrosion, peinture anti-rouille

Autres sources :

- Traitement du minerai, raffinage
- Origine agricole : présent en quantité significative comme impureté dans les engrais phosphatés, et dans le lisier de porc du fait de l'apport dans l'alimentation
- Usure des pneus, corrosion des toitures et gouttières, incinération des ordures ménagères

## Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	pH faible nécessaire à la dissolution ● Zn, Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , ZnO ●●● ZnSO <sub>4</sub> ●●●● ZnCl <sub>2</sub>
Stockage dans le sédiment	●●●● eau douce ● mer
Adsorption sur les m.e.s.	●●●● eau douce ● eau de mer : désorption en estuaire (formation de ZnCl <sub>2</sub> dissous)
Volatilité	●
Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	Sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	poisson 1200 ●●●● ormeau 300 ●●
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen  
●●●● fort

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

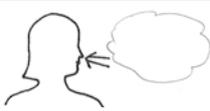
Toxicité sur la flore et la faune aquatiques plus forte dans les eaux peu calcaires (action protectrice des ions calcium, d'où la moindre toxicité du zinc pour les organismes marins).

Toxicité	aiguë	chronique
	● à ●●●	●●●
	● à ●●●●	●●●●
	● à ●●●●	●●●●
	rat ● à ●● selon composé et voie d'exposition souris plus sensible	● à ●● selon composé et voie d'exposition
	●●●● détérioration appareil chlorophyllien	●●
	Zn minéral ●●	Zn minéral ●

● peu toxique, ●● modérément toxique,

●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)	 7 à 15 mg/j	+++
		+?
		+
Organes et/ou fonctions atteints		Appareil respiratoire Anémie, Système sanguin Système immunitaire
	DI	si fort excès

## Données toxicologiques et normes

La toxicité des composés du zinc varie selon leur forme chimique.

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 rat inhalation zinc poudre	2 g Zn/kg pc 2,28 g sulfate Zn/kg pc (0,52g Zn/ kg pc)
Toxicité sublétales	
DJA recommandation CCE	environ 10 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 daphnie 48 h Sulfate de zinc	0,24 mg/L
CL50 ormeau	1 mg/L
NOEC Daphnie 50 j Sulfate de zinc	25-150 µg/L

PNEC eau douce	Ineris : 8,6 µg/L
PNEC eau marine	néant
PNEC sédiment	néant
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond sédiment	28 à 100 mg/kg ps moyenne Europe 71 µg/kg ps
NQEp eaux avec dureté < 24 mg CaCO3/L	Bruit de fond + 3,1 µg/L
NQEp eaux avec dureté > 24 mg CaCO3/L	Bruit de fond + 7,8 µg/L
Limite qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant
Norme sol	0,3 g/kg ps
Norme boues	3 g/kg ps
Qualité sédiments	N1 276 mg/kg ps N2 552 mg/kg ps S1 300 mg/kg ps
Rejets industriels	2 mg/L si le rejet dépasse 20 g/j

### Restrictions d'usages / Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Recyclage des matériaux contenant du zinc.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non cité
Liste OSPAR	Non cité
Catégorie CMR	non classé (chromate de zinc classé C du fait du chrome) non classé non classé
Indication du danger	Zinc poudre : F, N Sulfate de zinc : Xn, N
Phrases de risque	Zinc poudre : R 15 - 17 - 50/53 Sulfate de zinc : R 22 - 41 - 50/53

Conseils de prudence	Zinc poudre : S 2 - 43 - 46 - 60 - 61
	Sulfate de zinc : S 2 - 22 - 26 - 39 - 46 - 60 - 61

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le zinc, s'applique de plus :

Texte	Objet
Arrêté 2 février 1998	Rejets aqueux des industries

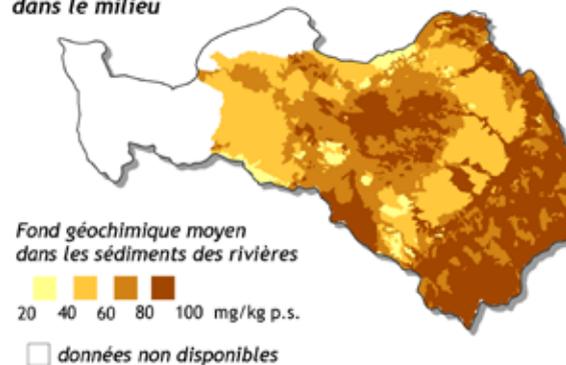
### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Zinc	Norme	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 11885 FDT 90-112	1 µg/L	€
sédiment et biote	NF EN ISO 11885 FDT 90-112	1 mg/kg ps	€

### Niveaux d'imprégnation

Zinc naturellement présent dans le bassin Seine-Normandie

Concentration naturelle du zinc dans le milieu



Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau douce	MES bassin Seine : 25-70 mg/kg MES à Poses : 60 +/- 10 mg/kg
Sédiment cours d'eau	Seine teneur naturelle 26 mg/kg ps Seine 1990-2004 : 70-140 mg/kg ps La Seine Paris 2001-2003 DIREN Ile-de-France > 1000 mg/kg ps Deûle (62) : 9000 mg/kg ps
Estuaire	Seine à Poses et La Bouille SNS 1995-2005 : 5-20 µg/L
Eau marine	Manche (OSPAR) : 0,2-0,3 µg/L SNS 1995-2005 Honfleur : 5-20 µg/L
Sédiment marin	Baie de Seine RNO 1995 (43 points) : 15-70 mg/kg Etangs littoraux Languedoc RNO : 0,1 -0,4 mg/kg Sédiments des ports français 1986-1988 : 155 mg/kg (médiane) p.50
Moule	Côte normande RNO : 50-200 mg/kg ps Manche-Atlantique RNO : 40-400 mg/kg ps Méditerranée RNO : 45-400 mg/kg ps
Huître	Manche-Atlantique RNO : 400-7000 mg/kg ps Antilles RNO : 900-3000 mg/kg ps
Poisson marin	Estuaire Seine : bar 70-80 mg/kg ps (muscle) Flet : 300 mg/kg ps (rein)

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Contamination au zinc ayant culminé vers 1960 ; en recul depuis, malgré un usage de ce métal encore en croissance.

En Ile-de-France, 92% des stations suivies entre 2001 et 2004, ont au moins une valeur supérieure au bruit de fond.

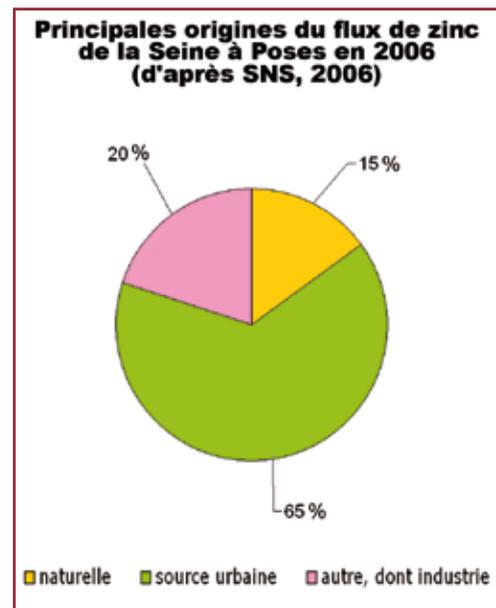
Flux de 333 T de zinc particulaire (80% environ du zinc total) dans la Seine à Poses durant l'année hydrologique 98-99 (GIP Seine aval).

Les stations d'épuration sont susceptibles de rejeter du zinc :

Zinc dans boues station d'épuration (maxi trouvés)	France : 789 mg/kg ps 1974-2002 PIREN Seine : diminution de 10 000 à 1000 mg/kg ps Portugal (maximum européen) : 1 555 mg/kg ps Etats-Unis : 1 526 mg/kg ps
--	--

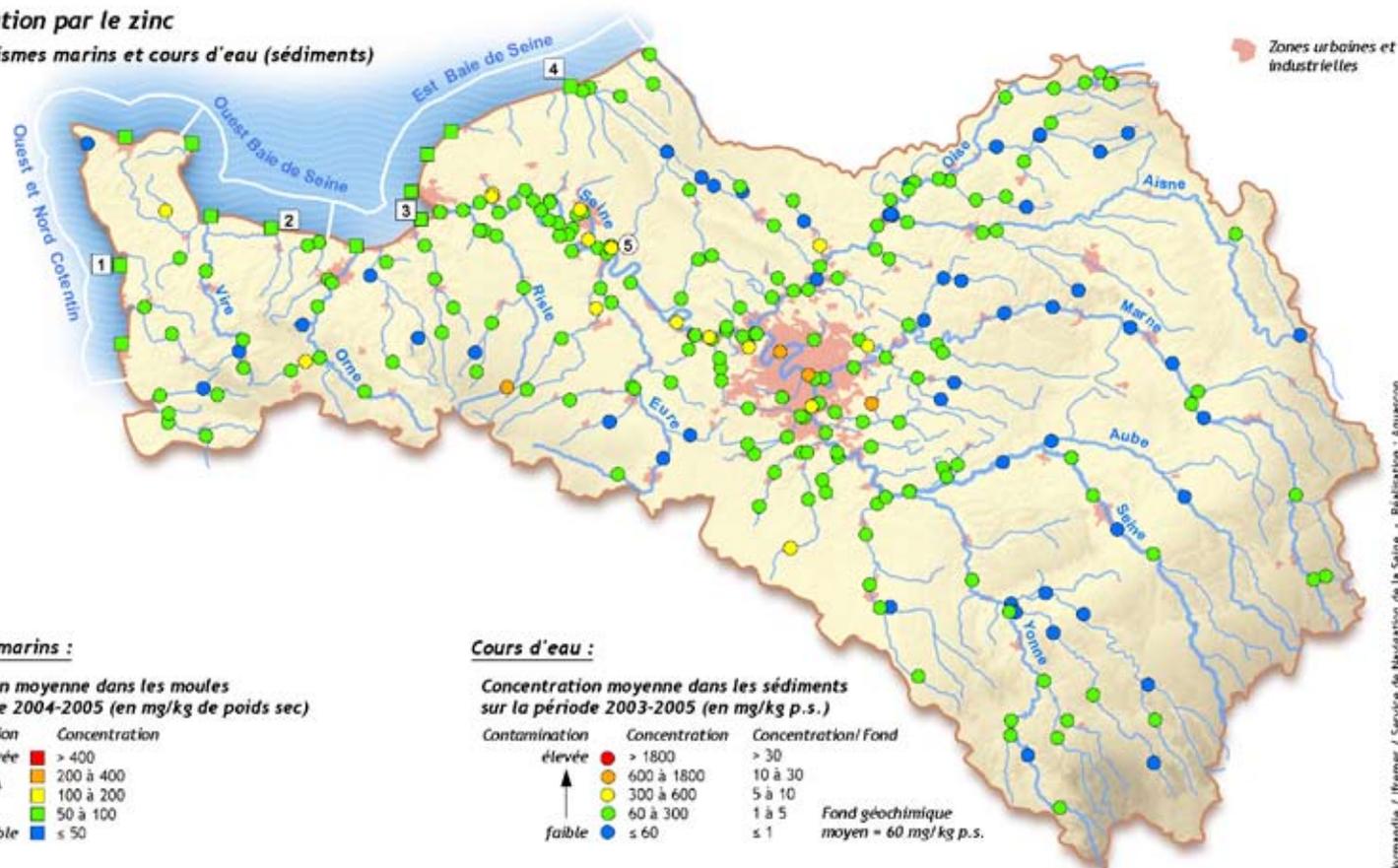
Introduit en mer par dissolution du zinc fixé sur les parties immergées des navires (protection contre la corrosion), les peintures anti-salissures et les apports estuariens.

En France, en 1998, émission totale vers l'atmosphère évaluée à 1 500 T.



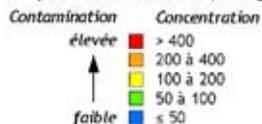
## Contamination par le zinc

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)

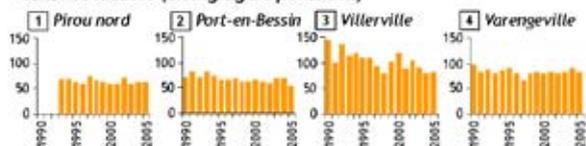


### Organismes marins :

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en mg/kg de poids sec)

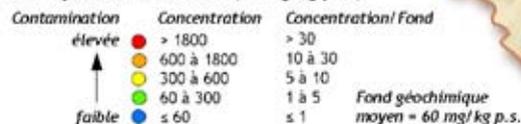


Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les moules (en mg/kg de poids sec)



### Cours d'eau :

Concentration moyenne dans les sédiments sur la période 2003-2005 (en mg/kg p.s.)



Répartition des stations par classe de contamination



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans l'eau (en µg/l)



Sources : Agence de l'Eau Seine-Normandie / Ifremer / Service de Navigation de la Seine • Réalisation : Aquascop

## Bibliographie spécifique

- DIREN Ile-de-France, 2005, *Etat de la contamination des eaux superficielles par les toxiques en région Ile-de-France*, Info toxique n° 1.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique : quel risque en estuaire de la Seine ?*
- Ifremer, 2006, *surveillance du milieu marin*, RNO.

# ARSENIC

Métalloïde	
<b>As</b>	Assez répandu dans la nature. Principaux minerais : mispickel (FeAsS), le plus abondant, réalgar (As <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ), orpiment (As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> ), loellingite (As <sub>2</sub> Fe). Très abondant dans des environnements géologiques particuliers : franges de granites intrusifs, zones de fracture, niveaux sédimentaires paléozoïques.
N° CAS : 7440-38-2	Présent sous forme inorganique en deux degrés d'oxydation <sup>1</sup> As(III) arsénites et As(V) arséniates. Toxicité bien plus importante de la valence III et des formes inorganiques que de la valence V et des formes organiques complexées. Redistribution de l'arsenic vers les compartiments aquatiques et atmosphériques par volcanisme, érosion des roches, lessivage des sols, réactions d'oxydo-réduction et précipitations. L'activité humaine est à l'origine des 2/3 de l'arsenic atmosphérique global.
Code SANDRE : 1369	Substance génotoxique à effets cancérogènes et reprotoxiques.

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Production mondiale de 22 800 tonnes en 2004 dont 97% sous forme de trioxyde d'arsenic (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = AsIII).
- Nombreuses utilisations : métallurgie, colorants, empaillage des animaux, tannerie et mégisserie, biocides et pesticides. Ces eux derniers usages sont actuellement presque totalement interdits en France.
- Rejets anthropiques vers l'atmosphère : fumées des établissements de production d'As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ; combustion de produits fossiles (charbons, pétroles, huiles) riches en arsenic.

## Comportement dans le milieu aquatique

Variable selon la forme chimique ; As(III) oxydé en As(V) plus ou moins rapidement dans l'eau.

Solubilité dans l'eau	● (As élémentaire) à ●●●● (As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Solubilité dans les graisses	
Stockage dans le sédiment	● à ●●●● selon pH, redox, température, fer, sulfure, activité microbiologique

Adsorption sur m.e.s.	● à ●●●●
Volatilité	● sauf formes organiques : ●●●
Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	algue ●● daphnie 200 ●● ver marin 1000 ●● poisson ● à ●●●● (complexes d'arsénobétaïnes très peu toxiques à 90%)
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Forme trivalente plus toxique que la forme pentavalente ; formes organiques moins nocives (ex. : arsénobétaïne, arsénocholine) ; dérivés organiques en milieu aquatique peu toxiques. Toxicité très dépendante de conditions de milieu (température, pH, redox, matière organique, phosphates).

<sup>1</sup> : la forme de valence -3, présente dans le gaz arsine (AsH<sub>3</sub>), très toxique, n'est pas évoquée ici car ne concerne pas le domaine de l'eau.

Toxicité formes inorganiques	aiguë	chronique
	● ● ● ●	● ● ● ●
	● ● ●	● ● ●
	● ● ●	
	● ● ● ●	● ● ● ●
		● ● ● ●
	● ● ● ●	● ● ● ●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
 ●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

Dans le corps humain, arsenic naturellement compris entre 1 et 3 mg/kg de poids corporel. Grande majorité des effets induits par les composés inorganiques.

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)	 ingestion Arsenic total 100 µg/j	+++
		+
		-
Organes et/ou fonctions atteints		Peau, système nerveux, sang Foie Rein Appareil reproducteur
	C	Poumon, peau vessie, rein, foie

## Données toxicologiques et normes

Forme chimique non précisée : As total

Caractéristique	Valeurs seuils
<b>Toxicité</b>	
DL50 homme (orale)	1-3 mg/kg pc
DL50 rat (orale)	15-293 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	15 µg/kg pc/l
DHTP As total	350 µg/kg pc/sem
As inorganique	15 µg/kg pc/sem
<b>Ecotoxicité</b>	
CL50 gardon 3 jours	2 mg/L
NOEC algues eau douce 14 j (Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub> ) (=AsV)	Selon espèce : 10-10 000 µg/L
NOEC algue marine 14 j (As III)	95-113 µg/L
NOEC daphnie 28 j (NaAsO <sub>2</sub> ) (=AsIII) moy. géométrique	630 µg/L 405 µg/L
NOEC poissons 31 j (NaAsO <sub>2</sub> ) 77 j (Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub> ) moyenne géométrique	2100 µg/L 8400 µg/L 1900 µg/L
PNEC <sup>2</sup> eau douce As total	bruit de fond + 4,4 µg/L
PNEC <sup>2</sup> eau marine As total	bruit de fond + 0,44 µg/L
PNEC <sup>2</sup> sédiment	non disponible
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond sédiments	Bassin Seine 0-12 mg/kg ps
NQEp eaux	bruit de fond + 4,2 µg/L
Limite qualité eau potable	10 µg/L
Baignade et loisirs	néant

Chair coquillages, crustacés, poissons	0,1 mg/kg pf (Suisse, Canada)
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Qualité sédiments	N1 25000 µg/kg ps N2 50000 µg/kg ps S1 30000 µg/kg ps
Rejets industriels	0,05 mg/L si le rejet dépasse 0,5 g/j verrerie : 0,5 mg/L eaux souterraines : rejets interdits

## Restrictions d'usages

Interdiction de vente au grand public. Interdiction de mise sur le marché et d'emploi :

- des produits antialissures et produits de traitement du bois arséniés ainsi que des bois traités par ces produits (novembre 2004) ; le "Chrome Cuivre Arsenic" (CCA) reste cependant autorisé pour le traitement, en installation classée, de charpentes à usage non domestique).
- des pesticides agricoles à base d'arsénite de soude (novembre 2001). traitements des bois, sauf dérogations.

## Classification environnementale

Substance DCE	Non cité
Liste OSPAR	Non inscrit
Catégorie C M R	arsenic et composés <sup>3</sup> : I arséniate de plomb : 3
Indication du danger	T (T+ pour trioxyde d'As), N
Phrases de risque	arsenic R 23/25 – 50/53 arséniate de plomb R 45 – 61-23/25 trioxyde d'arsenic R 45-28-34-50-52 pentaoxyde d'arsenic 45-23/25-50/53
Conseils de prudence	Arsenic S 1/2 – 20/21 – 28 – 45- 60-61 arséniate de plomb, trioxyde d'arsenic, pentaoxyde d'arsenic S 53-45 60-61

2 : PNEC ajoutée : concentration ajoutée à une concentration de fond naturelle.

3 : Classification s'appliquant à l'ensemble du groupe mais pas nécessairement à chacun de ses agents

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour l'arsenic, s'appliquent de plus :

Objet	Texte
Arrêté 10 juillet 1990 Arrêté 30 juin 2005	Interdiction de rejet dans les eaux souterraines
Arrêté 7 août 1997 modifié	Conditions de mise sur le marché et d'emploi

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Arsenic	Normes	LQ	Coût HT
eau	NF EN 1483	0,1 mg/L	€
sédiment et biote	NF EN ISO 11 969	0,1 mg/kg ps	€

### Niveaux d'imprégnation

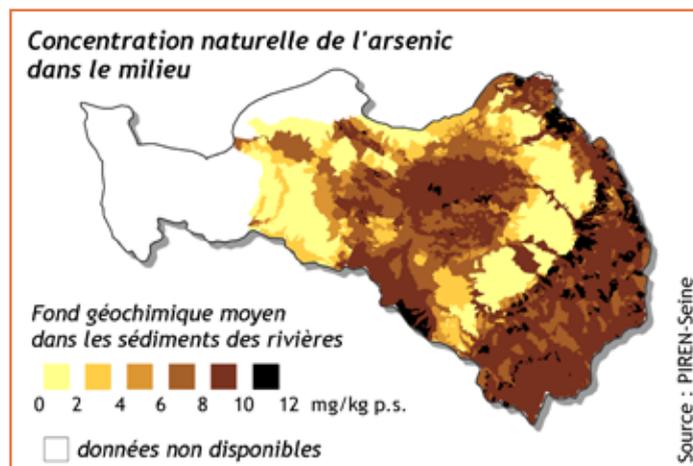
Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique. Formes majoritaires dans l'eau : arséniate (As inorganique pentavalent) et arsénite (As inorganique trivalent).

Compartiment considéré	Amplitude de concentration
Eaux souterraines hors pollution par les activités humaines	Bruit de fond général : 1 - 2 µg/L Nappe du Bazois (Nièvre) 11-18 µg/L Auvergne gneissique : 1-30 µg/L Aquifère sédimentaire Haut-Rhin : 100 à quelques centaines µg/L roches volcaniques : jusqu'à 3000 µg/L
Eau douce	La Seine à Poses 1997-2005 : 0,1 - 5 µg/L
Eau marine	Hors pollution : 1 - 2 µg/L Canada : 2 - 14 µ/L

Sédiment	Bruit de fond bassin Seine : 0-12 mg/kg ps Ile de France : 5-14 mg/kg ps Rivière Œuf aval ZI : 20-24 mg/kg ps
Crevette* Huître Moule Crabe Araignée	Atlantique : 2-4 mg/kg pf 4-10 mg/kg pf 4-120 mg/kg pf 17 mg/kg pf (moyenne France) 37 mg/kg pf (moyenne France)
Poissons* . lagunaires . de fond . pélagiques	RNO Etang de Bages : 0,6-2,8 mg/kg pf 12-24 mg/kg pf 0,7 - 6 mg/kg pf
Oiseau*	Bruant du Canada : 50 mg/kg pf

\*Dans le vivant, plus de 90 % de l'arsenic est sous forme de complexes organiques peu toxiques (arsénobétaïnes).

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

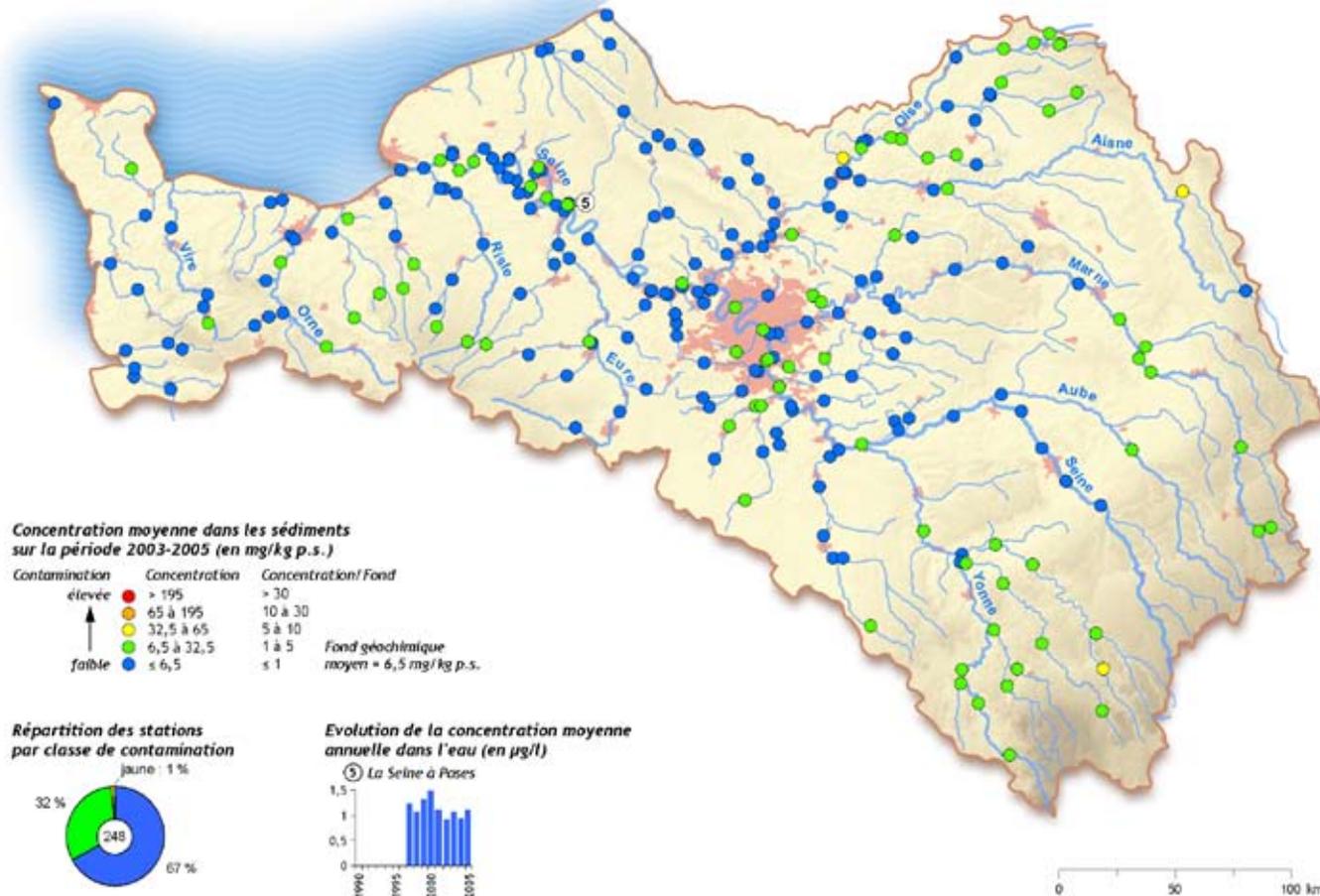


Flux d'arsenic dans l'eau brute de la Seine à Poses compris entre 5 et 54 kg/j sur la période 1997-2005 (données SNS).

Origine majoritairement agricole (usages anciens de dérivés arséniés).

## Contamination par l'arsenic

→ Les cours d'eau (sédiments)



## Bibliographie spécifique

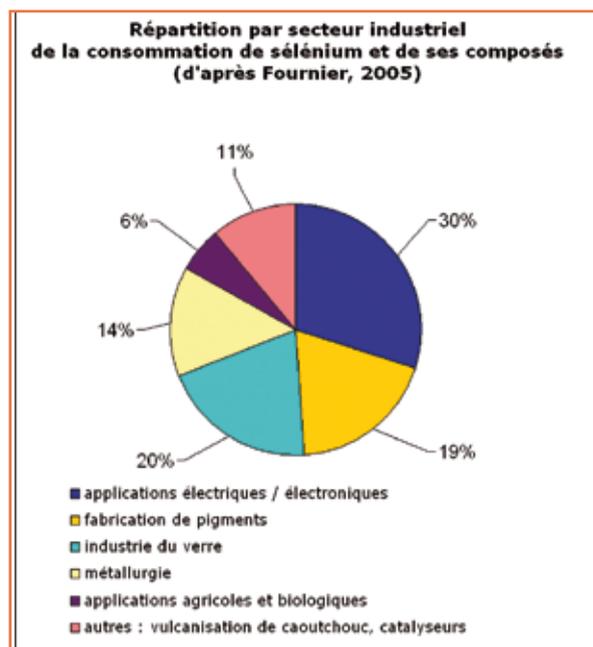
- ADEME, BRGM, Région Centre, 2004, *Arsenic dans l'environnement et ses impacts*, journées d'échange, 23 novembre.
- AFSSA, 2006, *Etude Calipso (Consommation Alimentaires de produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces, Polluants et Oméga)*, 160 p.
- BLUM A., CHERY L., LEGRAND H., 2007, *L'eau souterraine est-elle toujours potable à l'état naturel ?*, Géosciences, n°5, 58 – 67.
- DIREN Ile de France, 2005, *Info toxiques n°1*, 36 p.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique ; quel risque en estuaire de la Seine ?*
- IPCS, *Programme International sur la Sécurité Chimique*, 2001, Environmental Health Criteria for Arsenic and Arsenic Compounds.
- Ifremer, 2006, *Surveillance du milieu marin RNO*, 54 p.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- Institut de Veille Sanitaire, 2002, *Exposition chronique à l'arsenic hydrique et risques pour la santé publique*, public. Minist. Santé 37p.
- SNS, Cellule Antipollution de la Seine, 2005, *Bilan et évolution des micropolluants*.

# SÉLÉNIUM

Métalloïde	
<b>Se</b>	Substance très peu abondante dans la nature mais cependant largement répandue, notamment à l'état de traces au sein de minerais métalliques (avec fer, argent, cuivre, plomb et nickel). Bioaccumulation variable. Dangereux pour l'environnement ; susceptible d'entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Oligo-élément essentiel pour la santé aux doses alimentaires normales (activité anti-oxydante, fonction immunitaire, fertilité, métabolisme thyroïdien) ; toxique en concentration plus élevée : (faible écart entre apport recommandable et dose toxique). Effet cancérogène suspecté à dose élevée ; a contrario, des propriétés thérapeutiques lui sont attribuées à doses supra-nutritionnelles (complément alimentaire, anti-cancéreux, traitement de maladies de la peau).
N° CAS : 7782-49-2 (forme élémentaire)	
Code SANDRE : I385	

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Production mondiale estimée à 1900 T/an (Bokovay, 1995). Nombreuses applications industrielles, sous forme élémentaire ou à l'état de sels :



Autres sources de rejets dans l'environnement : combustion de charbon, exploitations minières, décharges de déchets, eaux usées, fertilisation et irrigation à des fins agricoles.

Emission anthropique de sélénium dans l'air en France évaluée à 12 tonnes, dont 92 % issues de l'industrie (données 2002).

## Comportement dans le milieu aquatique

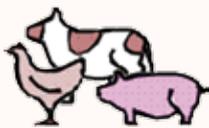
Solubilité dans l'eau	● (Sélénium) à ●●●● (Sels)
Solubilité dans les graisses	Non concerné
Stockage dans le sédiment	Probable pour certaines formes
Adsorption sur les m.e.s.	Probable pour certaines formes
Volatilité	●*
Persistance	infinie
Biodégradabilité	Sans objet
Dégradation abiotique	
Bioconcentration	Variable en fonction des composés ; pour sélénite et/ou sélénométhionine :
Bioaccumulation	cyanobactérie ●●● daphnie ●●●● à ●●●●●● moule ● poisson Lepomis ●
Biomagnification	Probablement ●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

\* : le séléniure d'hydrogène  $H_2Se$  est gazeux ; non traité ici car hors domaine de l'eau.

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Les composés les plus toxiques (notamment pour l'homme) sont les sélénites, les séléniates et la sélénométhionine.

Toxicité	aiguë	chronique
	●●●●	●●●
		
	●●●●	●●●
	●●●● hexafluorure de sélénium et séléniure d'hydrogène - (inhalation souris, rat, lapin)	●●● dioxyde de sélénium - (inhalation rat)
	●●●●	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)	 10 µg/j à plus de 6 mg/j selon pays <sup>1</sup> ; 25 à 45 µg/j en France	+++ Intoxications médicamenteuses, eau, thé
		+ Exposition professionnelle
		+ Exposition professionnelle
Organes et/ou fonctions atteints		Peau, appareils respiratoire et digestif, foie, rein, système nerveux central, dents, Fœtus
	C	3
	PE	inconnu
	DI	inconnu

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 orale (homme) sélénite, séléniate Na	0,5 à 1 g Se/kg pc
DL50 orale (rat) Sélénium élémentaire	6700 mg/kg pc
Sélénite de sodium	7 mg/kg pc
Séléniate de sodium	1,6 mg/kg pc
Sulfure de sélénium	38 mg/kg pc
Disulfure de sélénium	138 mg/kg pc

2: Notamment si forte consommation de thé vert.

Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	4 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50	
NOEC Corophium 96h	0,7 µg Se/L
PNEC eau douce	néant
PNEC eau marine	néant
PNEC sédiment	néant
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond sédiment	0,85 mg/kg ps moyenne bassin Seine
NQEp eaux	Bruit de fond eau +1 µg/L
Limite de qualité eau potable (U.E.)	10 µg/L
eau potable USA	5 µg/L
Canada	10 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant
Proposition EPA poissons	7,9 µg/kg ps
Norme sol pâturage uniquement	0,12 g/m <sup>2</sup> /10 ans
Norme boues	néant
Qualité sédiments	néant
Rejets industriels	néant

**Restrictions d'usages / Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition**  
En milieu professionnel.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non cité
Liste OSPAR	Non inscrit
Catégorie	C 3 M non déterminé R non déterminé
Indication du danger	Sélénium : T Dioxyde de sélénium : T, N
Phrases de risque	Sélénium : R 23/25, 33, 53 Dioxyde de sélénium: R 23/25, 33, 50-53
Conseils de prudence	Sélénium : S20/21, 28, 45, 61 Dioxyde de sélénium: S 20/21, 28, 45, 60, 61

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Sélénium	Norme	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 15586 NF EN ISO 11885 ISO 9965	1 à 5 µg/L <sup>2</sup>	
sédiment et biote	ISO 9965	0,1 mg/kg ps	

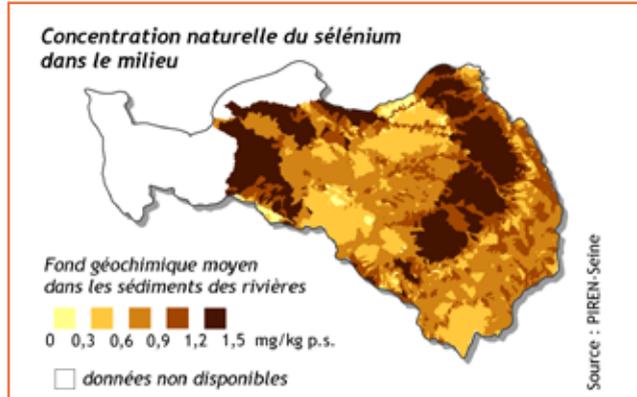
NB : forte interférence avec le fer en absorption atomique. Se IV est facilement dosé en chromatographie phase gazeuse.

3 : projet de relèvement de la valeur seuil à 20 µg/L au niveau Français - AFSSA 2008

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu naturel.

Sélénium naturellement abondant dans certains aquifères souterrains du bassin Seine-Normandie et du Poitou (jusqu'à 60 µg/L dans la source hydrothermale de La Roche-Posay (86)) et 40 µg/L dans la nappe de Brie.



Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau de mer	En général, 1 ng/L à 0,1 µg/L
Eau douce	Canada < 0,01 µg/L à 4 µg/L USA 0,2 µg/L à 162 µg/L (site particulier en Californie)
Eau souterraine	Nappe des calcaires de Champigny et de Brie ( 500 analyses) : présence dans 20% des captages 0,01 (LQ)-100 µg/L forage d'Amillis : 10-40 µg/L forage Jouy le Châtel : 10-40 µg/L
Sédiment cours d'eau	Bassin de la Seine AESN, 2005 Seine, Aube, Yonne, Marne, Oise 0,6 à 11 mg/kg ps
Invertébrés d'eau douce	Libellules-chironomides (Californie) moyenne 100 mg/kg ps

Poisson d'eau douce	Carpe 8,8 à 19,9 mg/kg ps San Joaquin Valley (Californie) Divers poissons : 0,01 à 0,08 mg/kg (USA) 3,3 mg/kg (Canada central)
Oiseau d'eau douce	Avocette (Californie) 19,9 à 127 mg/kg (foie)
Mammifère marin	Phoque commun (Canada) 2,8 à 20 mg/kg pf (foie)

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir. D'une manière générale, la présence de sélénium dans l'eau résulte des apports naturels (lessivage des sols notamment anciens sédiments marins comme les calcaires de Brie et Champigny) et des rejets issus d'industries produisant et/ou utilisant le sélénium ou ses composés. Il en est également trouvé dans les stations d'épuration, principalement adsorbé dans les boues.

Max boues (France) stations d'épuration urbaines	7,4 mg/kg ps
--	--------------

## Bibliographie spécifique

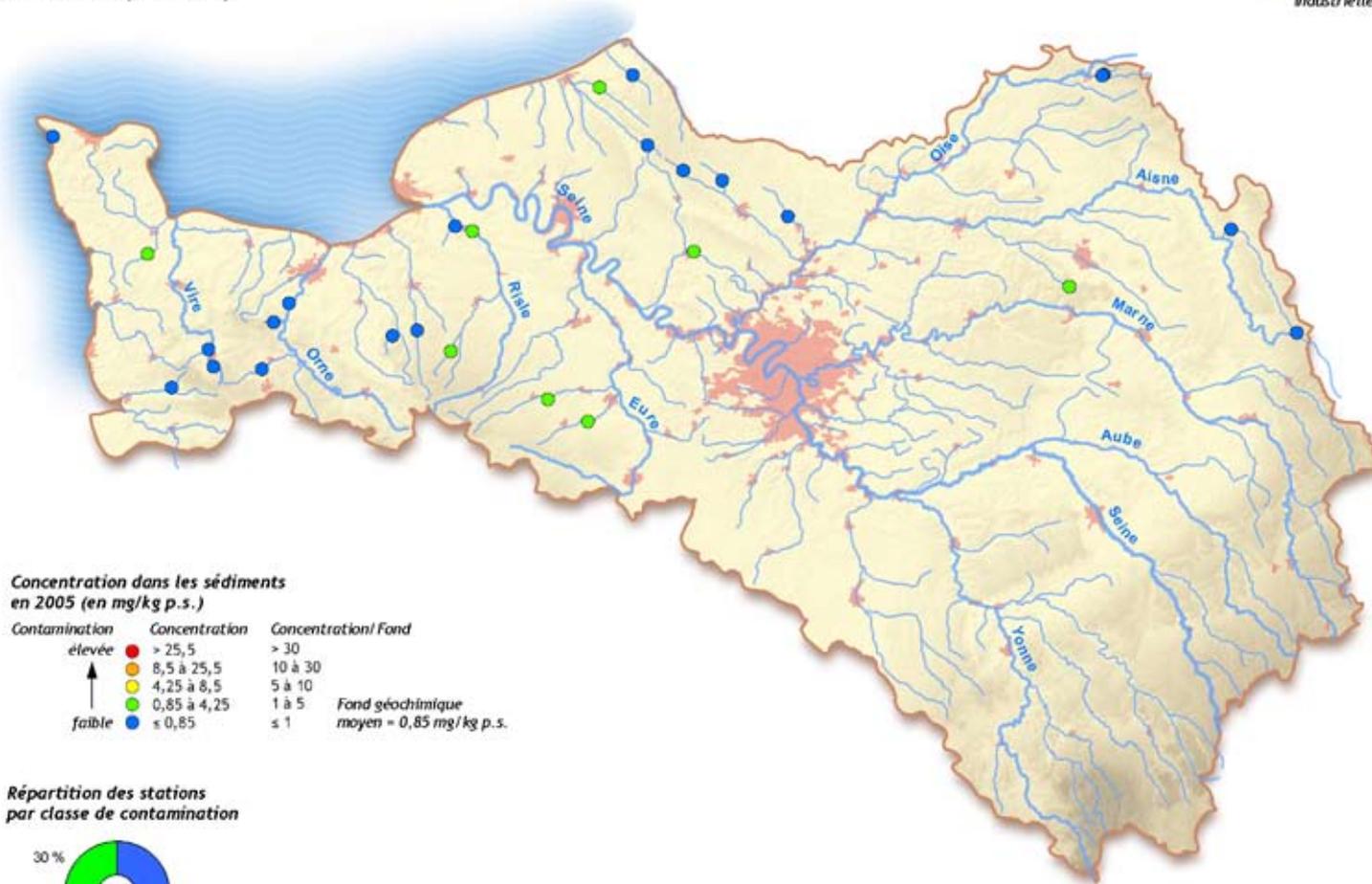
- AFSSA, 2004, *Evaluation de l'apport en sélénium chez les enfants*. Note technique OCA/NB/2004-127.
- AVIGNON C., 2005, *Sélénium : débat aux Etats-Unis*, JDE.
- BAILLET V., 2006, *Vers une détermination du bruit de fond géochimique dans le bassin Seine-Normandie*, rapport Master 2 université Grenoble, 46 p.
- BRGM, 1998, *Les anomalies en sélénium dans les captages d'Île de France (Essonne, Seine-et-Marne)*, rapport DRASS Ile-de-France, DDASS Essonne, DDASS Seine-et-Marne, 58 p.
- DUCROSV, FAVIER A., *Métabolisme du sélénium*, 2004, EMC-Endocrinologie 1, 19-28.
- FOURNIER E., 2005, *Bioaccumulation du sélénium et effets biologiques induits chez le bivalve filtreur Corbicula fluminea*, thèse université Bordeaux, 276 p.

- INRS, *Sélénium et composés*, fiche toxicologique n° 150.
- THEROND P, MALVY D., FAVIER A., *Toxicité du sélénium à doses pharmacologiques par voie orale*, 1997, Nutr Clin Métabol 11, 91-101.
- WU L., 2004, *Review of 15 years of research on ecotoxicology and remediation of land contaminated by agricultural drainage sediment rich in selenium*, Ecotoxicology and Environmental Safety 57, 257-269.

### Contamination par le sélénium

→ Les cours d'eau (sédiments)

 Zones urbaines et industrielles



Répartition des stations par classe de contamination



0 50 100 km

Source : Agence de l'Eau Seine-Normandie - Réalisation : Aquascope

## ANTIMOINE

Métalloïde	
<b>Sb</b>	Naturellement présent dans la croûte terrestre sous forme de sulfure (minerai appelé stibine ou stilbine).
N° CAS : 7440-36-0	Rejets dans l'atmosphère dus autant à des sources naturelles (particules de sol transportées par le vent, volcans, aérosols marins, feux de forêt, sources biogéniques) qu'aux apports anthropiques. Peut se trouver sous plusieurs formes, hydrures, chlorures, oxydes ... et avec les degrés d'oxydation Sb(III) et Sb(V).
Code SANDRE : I376	Le tartrate de potassium et d'antimoine a des propriétés émétiques (vomitif puissant et immédiat).
(n° et code de l'antimoine élémentaire)	Méthylation possible suite à l'action de microorganismes.
	Bioaccumulation variable, probablement faible chez les poissons.
	Niveau(x) de toxicité sur l'environnement mal connu(s).
	Effets sur la santé constatés surtout en milieu professionnel.

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

**L'antimoine** est utilisé dans la fabrication d'alliages (plomb, étain, cuivre), des plaques de plomb des batteries, plombs de chasse, semi-conducteurs, piles thermo-électriques, pour le traitement de surface des métaux et pour le noircissement du fer. Rejets dans l'atmosphère provenant de l'industrie des métaux non ferreux (extraction minière, fusion, raffinage) et de la combustion du charbon.

**Les tartrate de potassium et d'antimoine** sont utilisés comme mordant dans l'industrie des textiles et du cuir ; molluscicide et insecticide.

**Autres composés** (utilisation majoritaire des oxydes d'antimoine) :

- catalyseurs
- mordants textiles et cuir
- lubrifiants des matières plastiques.
- bronzage de l'acier
- ignifugeants textiles et plastiques
- opacifiant pour les verres, céramiques et émaux
- pigment pour les peintures
- catalyseurs chimiques

- fabrication des feux de Bengale, explosifs, bombes fumigènes, balles traçantes, allumettes
- Maquillage (khôl).

80% (soit 126 000 T) de la production mondiale d'antimoine provient de Chine.

### Comportement dans le milieu aquatique

La plus grande partie de l'antimoine dispersé dans l'environnement est retrouvée dans les sols. Peu présent dans les eaux sauf conditions hydrogéologiques particulières.

Spéciations et phénomènes chimiques et biochimiques dans les eaux peu connus. Forme Sb(V) majoritaire en milieu oxygéné, forme Sb(III) trouvée principalement en milieu anoxique.

Solubilité dans l'eau	Antimoine et composés ●
Solubilité dans les graisses	Non concerné
Stockage dans le sédiment	
Adsorption sur les m.e.s.	●●●● forme particulière majoritaire

Volatilité	Le trihydrure d'antimoine SbH <sub>3</sub> est gazeux
Persistance	infinie
Biodégradabilité Dégradation abiotique	Sans objet
Bioconcentration Bioaccumulation	Données très variables selon les auteurs algues ● invertébrés ● à ●●●● poisson probablement ●
Biomagnification	Probablement ●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen  
●●●● fort

### Effets sur l'environnement et sur l'homme

Potentiel toxique des formes pentavalentes moins élevé que celui des formes trivalentes ; antimoine organique moins toxique que sous forme inorganique. Effets synergiques potentiels avec l'arsenic.

Toxicité	aiguë	chronique
	Antimoine et composés quasiment insolubles, mais absorption possible par les poissons fouisseurs avec les MES	
	Rat ● à ●●● selon forme et voie Lapin ●●●	Rat ●●●●
	●●	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++ 1 à 3 µg/j (population générale)
		+ (Exposition professionnelle)
		
Organes et/ou fonctions atteints		Appareil respiratoire Peau Système digestif (irritation, vomissements, diarrhée) Sur l'animal : Cœur Thyroïde
	C ?	Données insuffisantes chez l'homme Sur l'animal : augmentation du cancer du poumon

### Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 rat orale oxydes métal tartrate	> 16 g/kg pc 300 mg/kg pc 1,5 g/kg pc
Toxicité sub létale	
DJT (OMS)	6 µg/kg pc/l]
DHA (JEFCA)	

Ecotoxicité	
CE50	
NOEC Lentille d'eau 72h	12,5 mg/L
Daphnie 33 j Pimephales 28 j	$K_2[C_4H_2O_6Sb]_2$ 0,8 mg $SbCl_3$ /L 1,13 mg/L
PNEC eau	9,3 µg/L
PNEC sédiment	
Normes et seuils	
Bruit de fond sédiment	moyenne bassin Seine : 0,56 mg/kg ps
NQE <sub>p</sub> eaux	bruit de fond +0,11 mg/L
Limite de qualité eau potable	5 µg/L
OMS eau de boisson	20 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés et poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Qualité sédiments	néant
Rejets (VL émission/j)	néant

*Restrictions d'usages /  
Mesures préventives et conseils pratiques  
pour limiter la pollution et l'exposition*

Néant hors milieu professionnel.

## Classification environnementale

Antimoine et composés

Substance DCE	Non cité	
Liste OSPAR	Non cité	
Catégorie	C M R	3 trioxyde d'antimoine autres non déterminé non déterminé non déterminé
Indication du danger	C N Xn	
Phrases de risque	R 20/22, 34, 40, 51/52	
Conseils de prudence	S 1/ 2 – 26 – 45 - 61 2 -22 - 36/37	

## Textes réglementaires spécifiques

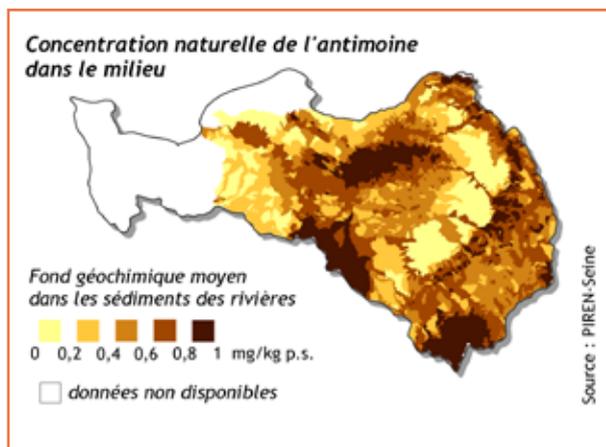
Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Antimoine	Normes	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO 15586 ISO 17294-1	5 µg/L	
sédiment	NF EN ISO 11885	5 mg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Antimoine naturellement présent dans le bassin Seine-Normandie



Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.

Dans le bassin de la Seine, l'antimoine a été mesuré en 2005 lors de l'inventaire exceptionnel.

Compartiment considéré	amplitude de variation
Sédiment cours d'eau	Bassin Seine 2005 7 valeurs/25 <LQ 0,2 mg/kg ps Eure,Vire, Orne,Arques et Oise : 0,3-0,7 mg/kg ps Sée : 3,6 mg/kg ps
Sédiment plan d'eau	Barrage de Rabodanges 0,3 mg/kg ps

Eau marine	Baies Antarctiques < 0,001 µg/L (LQ)
Microcrustacé marin	Eau non polluée Antarctique : < 0,1 mg/kg ps Sites pollués Antarctique : Moyennes 0,4-0,6 mg/kg ps Maximum 1 mg/kg ps

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

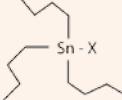
Restent à établir.

Les rejets dans l'eau proviennent majoritairement d'industries produisant et/ou utilisant l'antimoine et ses composés.

## Bibliographie spécifique

- AFSSA, 2003, *Observatoire des consommations alimentaires*. Données de consommation d'eau du robinet dans la population française. Note technique : OCA/NB/2003. 693.
- BEAUDEAU P., ZEGHNOUN A., LEDRANS M., VOLATIER J.L, 2003, *Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine*. Résultats tirés de l'enquête alimentaire INCA 1, Environnement, Risque et Santé, vol.2, n°3.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*, antimoine, mise à jour 2007.
- INRS, *Trioxys de d'antimoine*, fiche toxicologique n°198.
- Stark J.S., Johnstone G.J., Palmer A.S., Snape I., Larner B.L., Riddle M.J., *Monitoring the remediation of a near shore waste disposal site in Antarctica using the amphipod Paramoera walkeri and diffusive gradients in thin films*, 2006, Marine Pollution Bulletin 52, 1595–1610.

## ORGANOÉTAINS

Composés organiques de l'étain	
<p><b>Sn</b></p> <p><b>TBT, DBT, MBT, TPHT</b>  <b>Étain</b>            N° CAS : 7440-31-5            Code SANDRE : 1380</p> <p>Organoétains : exemple groupement  <b>TBT (Tributyl étain)</b>            N° CAS: 688-73-3            Code SANDRE : 1820</p> <p><math>(C_4H_9)_3 Sn-X</math>  <math>(X=Cl, F, O...)</math></p> 	<p>L'étain est un métal souvent lié aux roches granitiques (minéral : cassitérite) ou présent en formations sédimentaires (alluvions). Intérêt industriel de par sa résistance à la corrosion et son affinité pour le cuivre et le plomb.</p> <p>Il existe une centaine de composés organiques, nommés organoétains (ou organostanniques), d'origine anthropique, dont le tributylétain (TBT - agent biocide dans les peintures antisalissure) ; Monobutylétain (MBT) et dibutylétain (DBT), souvent produits dans l'environnement par dégradation du TBT.</p> <p>Forte bioaccumulation.</p> <p>Biodégradabilité modérée dans l'eau de mer, lente dans les sédiments.</p> <p>Organoétains très toxiques pour l'environnement, notamment aquatique ; TBT perturbateur endocrinien très actif induisant la raréfaction de nombreuses espèces de mollusques (fort impact sur la conchyliculture française dans les années 80).</p> <p>Caractères cancérigène et perturbateur endocrinien avéré de nombreux composés.</p> <p>Le tributylétain (avec ses composés) est classé substance dangereuse prioritaire (DCE).</p>

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Agents biocides (bactéricides, fongicides, acaricides et pesticides), peintures dont notamment les « antisalissures » pour bateaux.
- Traitement du papier, du bois et des textiles industriels et d'ameublement.

Production mondiale d'organoétains multipliée par 5 au cours des 40 dernières années (quelques tonnes en 1950) ; estimée en 2000 à 50 000 T/an dont 23 % de biocides trisubstitués (composés les plus toxiques). En France, utilisation d'environ 3000 T/an d'organoétains. L'utilisation pour les coques de navires est néanmoins en interdiction progressive (cf. restrictions d'usage).

À ces sources potentielles de contamination de l'environnement s'ajoutent les émissions par relargage des matériaux traités (PVC notamment), ainsi que les filières de retraitement de ceux-ci (dépôts, incinération).

### Comportement dans le milieu aquatique

Dans l'eau, TBT sous forme de cation ou sous forme adsorbée sur les particules en suspension. Idem pour le DBT (di-butyl-étain) et MBT (mono-butyl-étain), ses sous-produits de dégradation dans le milieu.

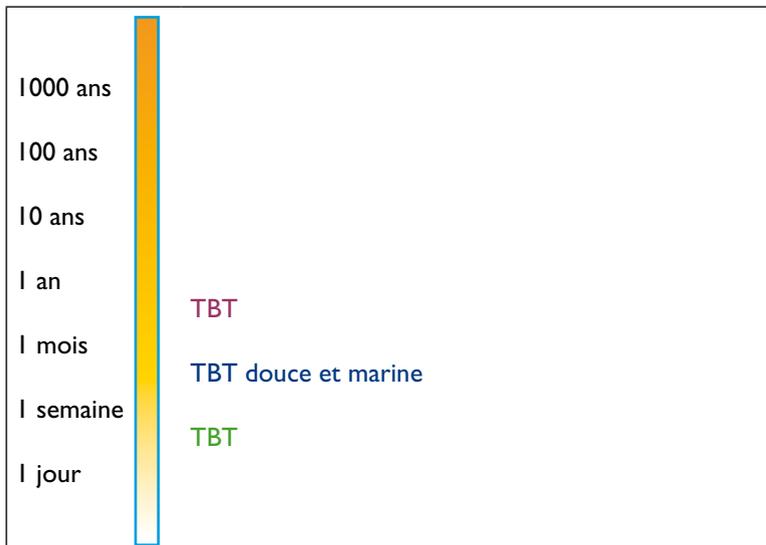
	TBT	DBT
Solubilité dans l'eau	●●●	
Solubilité dans les graisses	●●●●	●●●●
Stockage dans le sédiment	●●●●	●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●	●●●
Volatilité	●●	
Persistance	●●● à ●●●●	
Biodégradabilité Dégradation abiotique	●●● 	

Bioconcentration Bioaccumulation	algues : 860 à 30 000 ● à ●●●●●	carpe 10 ●
	moule marine : 5000 ●●●●●	
	crustacés ●●●●●	
	poissons : 100 à 1000 ●●●●●	
Biomagnification	● à ●●	

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen,  
●●●● fort

Aucune donnée sur la physicochimie du monobutylétain.

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

### Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité variable des composés organiques : croît généralement avec le nombre de chaînes carbonées ; très élevée pour organoétains trisubstitués de types « butyl » (TBT) et « phényl » (TPhT). Toxicité à « effet retard » pour les tétrasubstitués en raison de leur dégradation successive en composés tri, di puis monosubstitués. Exposition particulière du milieu marin en raison de l'utilisation massive de TBT dès les années 1970 comme biocide dans les peintures antisalissures pour bateau. Toxicité des composés ionisés plus élevée.

Toxicité du TBT	aiguë	chronique
	●●●●●	Pas de données
	●●●●●	●●●●● effet « Imposex »
	●●●●●	●●●●●
	●●● souris, rat	Pas de données
	●●●	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

Aucune donnée sur l'écotoxicité du monobutylétain. Une seule donnée sur celle du DBT.

## Exposition humaine et risques du TBT pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)	 0,14 µg/kg pc/semaine (consommateur produits de la mer)	+++ surtout produits de la mer ; produits de cultures traitées
		+ cadre professionnel
		+ cadre professionnel
Organes et/ou fonctions atteints		Rein, poumons, foie, système lymphatique, os
	C ?	
	PE	glandes endocrines
	DI	système immunitaire

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 rat	TBT 94-234 mg/kg pc
DL50 souris	44-230 mg/kg pc
DL50 rat	TPhT 140-298 mg/kg pc
DL50 souris	81 à 93 mg/kg pc

<b>Toxicité sublétales</b>	
DJA <sup>1</sup>	
TBT (OMS)	0,25 µg/kg pc/j
TPT-Cyhexatin(JMPR)	7 µg/kg pc/j
TPT-Azocyclotin (JMR)	7 µg/kg pc/j
TPT-Fenbutatin (JMR)	30 µg/kg pc/j
DJT (EFSA)	
TBT+DBT+TPhT+DOT	0,25 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 TBTO huître 96 h	0,13 µg/L
CE50 TBT daphnie 24 h	0,03 µg/L
CE50 TBT sole de mer 96h	2,1 µg/L
CL/CE 50 poisson DBT	840 µg/L
NOEC TBT daphnie 21 j	0,16 µg/L
NOEC TBT huître 360 j	< 0,005 µg/L
PNEC TBT eau douce	0,019 µg/L
PNEC eau marine	néant
PNEC TBT sol	5,9 µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond TBT	néant
NQEp eaux Etain	0,0002 µg Sn/L
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages	néant
Chair poissons et crustacés	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels <sup>2</sup>	1 500 µg/L
Oxyde de dibutylétain	(moy. mensuelle)
Sels de dibutylétain	3 000 µg/L
Tétrabutylétain	(moy. journalière)

<sup>1</sup> : Dans tous les tableaux, la concentration est exprimée en produit complet dès lors que celui-ci est indiqué ; sauf s'il est indiqué µg Sn.

<sup>2</sup> : Arrêté de 1998 : révision prochaine probable

## Restrictions d'usages

Usage interdit du TBT en France depuis 1982 dans les peintures antialgues des bateaux de moins de 25 m. Depuis 2003, interdiction d'usage de composés organostanniques pour tous les navires (surfaces extérieures) battant pavillon de l'UE (sauf Marine Nationale). Usages biocides interdits à compter de 2006. Proscription totale par l'OMI<sup>3</sup> en janvier 2008 des systèmes antialgues susceptibles de libérer des organostanniques, et obligation d'éliminer les revêtements des coques de bateaux contenant du TBT (sauf si existence d'un revêtement « barrière »).

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

À éliminer comme déchets dangereux, en déchetterie et/ou par circuit spécialisé (DMS, DTQD, DMD).

## Classification environnementale

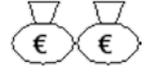
Substance DCE	Dangereuse Prioritaire
Liste OSPAR	Organoétains inscrits sur la liste des substances préoccupantes devant faire l'objet de mesures prioritaires
Catégorie	C 3 – seulement acétate et hydroxyde de triphénylétain M Non classé R 3 - seulement acétate et hydroxyde de triphénylétain
Indication du danger	Triéthyl-, Triméthylétain et dérivés : T+/N Tributyl-, Triphényl-, Tripropyl-étain et dérivés : T/N Triocylétain et dérivés : Xi/N
Phrases de risque	Triéthyl-, triméthylétain et dérivés : R26/27/28-50-53 Tributylétain : R21-25-36/38-48/23/25-50-53 Triphénylétain : R23/24/25-50-53 Tripropylétain : R23/24/25-50-53 Triocylétain et dérivés : R36/37/38-53
Conseils de prudence	Pour TBT : S1/2-35-36/37/39-45-60-61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe. Pour les organoétains, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Arrêté 2 octobre 1992 Décret n° 92-1074 Décret n° 03-879 Décret n° 04-187 Directive 98/8/CE Directive 76/769 CEE	Mise sur le marché, utilisation et élimination des produits biocides - Interdiction de l'utilisation sur bateau de moins de 25 m de long
Directive 76/464/CEE Arrêté 2 février 1998	Limitation des rejets pour l'environnement aquatique
Règlement 03/782/CE	Interdiction en 2008 des composés organo-stanniques sur tout navire entrant dans un port de la CE, sauf conditions spéciales

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

	Norme	LQ	Coût HT
eau	Etain : T90-119 NF EN ISO 11885	2 ng/L	
	Organoétains sélectionnés : ISO/CD 17353	2 ng/L	
sédiment et biote	Etain : FDT 90-119	0,2 mg/kg ps	
	Certains organoétains : XP T90-250 (TBT+DBT+MBT)+TPhT	5 µg/kg ps	

3 : OMI = Organisation Maritime Internationale

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales d'organoétains trouvées dans le milieu naturel.

Compartiment considéré	Exprimé en TBT	Exprimé en Sn
Eau douce		Organoétains : Bassin Adour-Garonne 0,2 - 50 ng Sn/L contamination : jusqu'à 900 ng/L Bassin Seine-Normandie 2005 AESN inventaire exceptionnel < 0,1-2 µg Sn/L
Sédiment en eau douce	Lacs suisses 2 500 µg/kg ps (moyenne 1994)	Bassin SN : en général < 2 µg Sn/kg ps Seine à Poses : 4-24 µg/kg ps Seine La Bouille 5-37 µg/kg ps
Poissons eau douce	Lac Léman perche fluviale 720 µg/kg ps lotte 750 µg/kg ps omble chevalier 210 µg/kg ps	Seine et affluents : Anguilles : 1 à 2,5 µg/kg ps (AESN, 2007)
Eau marine	Le Havre (plage) 2,5 ng/L Ouistreham <0,6ng/L (large) Cherbourg 1,9 ng/L (rade) Camaret 2 ng/L Etang de Thau 2 ng/L	
Eau marine : ports	Le Havre 17 ng/L Ouistreham 46 ng/L Port en Bessin 280 ng/L Cherbourg 50 ng/L	

Sédiment marin	Bassin d'Arcachon moyenne 0,4 µg/kg ps <LD-3,7µg/kg ps étangs méditerranéens : 0,7-17 µg/kg ps	
Sédiment marin : ports	Bassin d'Arcachon 1-1 150 µg/kg ps Espagne 124-19 000 µg/kg ps Suède/Danemark 1-19 µg/kg ps USA – New Port 30- 370 µg/kg ps Canada : jusqu'à 17 000 µg/kg ps	Loire-Atlantique : 2 000 –19 000 µg Sn/kg ps
Mollusques	Moule zébrée lacs suisses (dont Léman) 200 - 600 µg/kg ps	Tous organoétains Côte normande (AESN) Moule 8-122 µg Sn/kg ps St-Jacques 8- 92 µg Sn/kg ps Bulot 8-58 µg Sn/kg ps Huître 8-94 µg Sn/kg ps
Poisson marin	Thon, mers du Japon, de Chine et Philippines : 80-200 µg/kg ps Saumon, Mer du Nord 400-900 µg/kg ps	Tous organoétains - Côte normande turbot : 8-86 µg Sn/kg ps
Crustacés		Baie de Seine (AESN) Crevette grise 6 µg Sn/kg ps Étrille 1 µg Sn/kg ps
Oiseau marin	Colombie britannique 28-1100 µg/kg	Tous organoétains Côte normande Cormoran 8 µg Sn/kg ps
Mammifère marin	Marsouin (foie) 10 000 µg/kg ps	

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

• A priori, pas de production et peu d'usages industriels du TBT et ses composés sur le bassin Seine-Normandie ; sources de contamination essentiellement dues aux peintures antisalissures (70%), à l'usage de désinfectants et de biocides (dont agriculture, usage à l'échelle historique). Contamination du milieu jugée moyenne.

### Bibliographie spécifique

- AFSSA, 2005, *Avis relatifs à l'évaluation des risques liés à la présence d'organoétains dans les aliments* ; Saisine n° 2005-SA-0091, 28 p.
- BENOIT C., 2005, *Biogéochimie et enregistrement des composés organostanniques dans les sédiments du bassin d'Arcachon*, thèse de doctorat de l'université Bordeaux I, 191 p.
- BECHER VAN SLOOTEN K., 1994, *Origine, contamination et comportement des organoétains dans les écosystèmes lacustres*, thèse de doctorat de l'université de Genève, 141 p.
- DRIRE Bretagne, 2006, *Substances toxiques en région Bretagne*. [www.bretagne.drire.gouv.fr](http://www.bretagne.drire.gouv.fr)
- IFREMER (Tissier et coll.), 2005, *Les substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) – Fiche de synthèse Tributylétain*, 92 p.
- IFREMER (Michel P., Averty B.), *Bilan 1997 de la contamination des eaux côtières françaises par les composés organostanniques*, 39 p.
- INERIS, 2004, *Fiche substance monobutylétain*, 2 p.
- INERIS, 2005, *Fiche substance dibutylétain oxyde*, 2 p.
- INERIS, 2005, *Oxyde de Tributyl-étain, fiche de données toxicologiques et environnementales*, 33p
- INRS, 2005, *Oxyde de bis(tributylétain)*, fiche toxicologique n° 173.
- MAURER D. et coll., 1985, *Influence d'une peinture antisalissure à base de sels organo-métalliques de l'étain sur le captage en milieu naturel de l'huître Crassostrea gigas*, Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 47 (3-4), 239-248.
- LESPE G., BANCON-MONTIGNY C., POTIN-GAUTIER M., 2005, *Spéciation des organoétains dans les eaux et sédiments du bassin Adour-Garonne*, Rev. Sci. Eau 18(1), 47-63.
- IFREMER (ALZIEU C., MICHEL P.), 1998, *L'étain et les organoétains en milieu marin*. *Biogéochimie et écotoxicologie*.

## Contamination par les organoétains

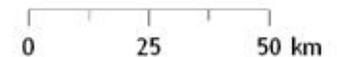
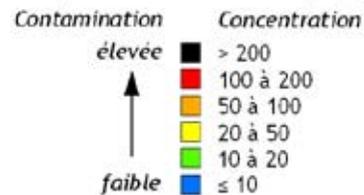
→ Les organismes marins



Concentration totale moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec)

					
Minimum	8	8	8	8	8
Moyenne	40,5	15	8,5	23,5	8
Maximum	122	58	10	86	8

Concentration totale moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec)

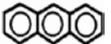
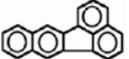


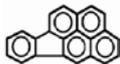
## HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

Hydrocarbures	Composés organiques formés exclusivement d'atomes de carbone et d'hydrogène.
Abréviation : HAP	<p>On distingue deux familles distinctes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les hydrocarbures saturés (alcane)</li> <li>- les hydrocarbures insaturés regroupant les alcènes, alcynes et composés aromatiques.</li> </ul> <p>Les hydrocarbures aromatiques sont formés d'un ou plusieurs systèmes cycliques.</p> <p>Le nombre d'HAP susceptibles d'exister est sans limite. Non seulement le nombre possible de noyaux accolés est infini, mais le nombre d'isomères augmente avec le nombre de cycles, qui, de plus, peuvent être alkylés ou non.</p> <p>Ils proviennent à la fois de sources naturelles (feux de forêt et éruptions volcaniques) et anthropiques (pyrolyse ou combustion incomplète de matières organiques comme le pétrole, le charbon, les ordures ménagères, le carburant de moteurs à essence et diesel).</p> <p>Toxicité d'autant plus élevée que le poids moléculaire de l'HAP est important.</p> <p>Bioaccumulables, modérément et lentement biodégradables ; font partie des polluants organiques persistants (POPs). Cancérogènes avérés ou suspectés ; effets perturbateurs endocriniens suspectés ; dangereux pour l'environnement.</p> <p>Huit HAP constituent des substances dangereuses prioritaires (liste DCE, 2006).</p>

Neuf HAP sont recherchés dans le cadre de l'action nationale 3 RSDE : ils seront présentés dans 2 fiches ci-après. D'une part, 4 HAP d'origine pétrolière, dits « pétrogéniques », trouvés en concentration non négligeable dans les eaux souterraines et les fruits de mer (acénaphthène, anthracène, fluoranthène, naphthalène) ; d'autre part, 5 HAP dits « py-

rolytiques », c'est-à-dire issus en majorité de la combustion incomplète de matière organique et notamment de produits pétroliers (ex. : benzopyrène), parmi les plus toxiques, mais peu solubles et moins trouvés dans l'environnement aquatique.

substance	abréviation	N° CAS	Code SANDRE	molécule	Origine majoritaire
Acénaphthène	ACE	83-32-9	1453		pétrogénique
Anthracène	ANT	120-12-7	1458		pétrogénique
Benzo(a)pyrène	BaP	50-32-8	1115		pyrolytique
Benzo(b)fluoranthène	BbF	205-99-2	1116		pyrolytique
Benzo(g,h,i)pérylène	BghiP	191-24-2	1118		pyrolytique
Benzo(k)fluoranthène	BkF	207-08-9	1117		pyrolytique

Indéno(1,2,3-cd)pyrène	IcdP	193-39-5	1204		pyrolytique
Fluoranthène	FLU	206-44-0	1191		mixte
Naphtalène	NAPH	91-20-3	1517		pétrogénique

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Naturellement présents dans des combustibles fossiles, ils sont de plus générés par leur combustion incomplète (charbon, fuel, goudron, asphalte, gasoil), ou celles de matières organiques (graisses animales dans le cas de grillades).

- Produits et utilisés à grande échelle :

**ACE** : intermédiaire dans la fabrication de teintures, matières plastiques et pesticides.

**ANT** : intermédiaire chimique, biocide, électrophotographie. Produit dans les pays de l'Union Européenne à raison de 550 T/an.

**NAPH** : intermédiaire de synthèse des phtalates et résines, teintures, répulsifs. Production de 200 kT/an dans l'UE.

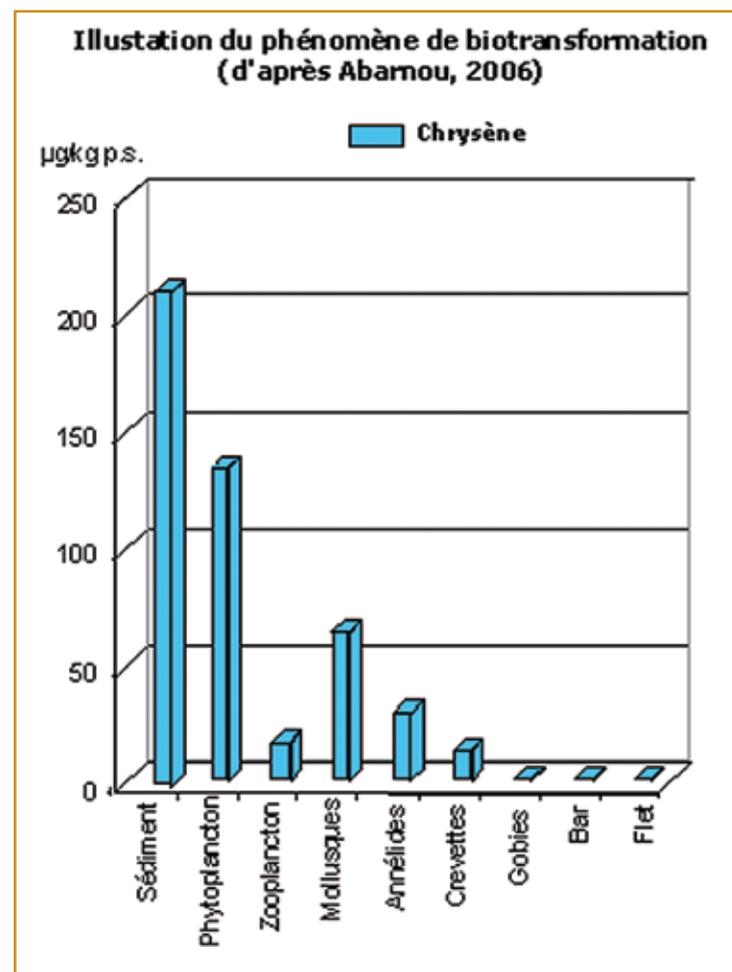
**FLU** : revêtements de protection des réseaux de distribution d'eau potable en acier, colorants fluorescents, chimie et pharmacie (synthèse d'agents antiviraux).

- Les 5 autres HAP (Bap, BbF, BghiP, BkF et IcdP) ne sont pas produits volontairement par l'Homme, si ce n'est en très petites quantités pour les besoins de la recherche.

### Comportement dans le milieu aquatique

Dans l'eau, les HAP pyrolytiques sont en majorité adsorbés sur les m.e.s. et sédiments. Les HAP dissous proviennent plutôt des composés plus « légers », caractéristiques de l'origine pétrolière.

Assez résistants à la biodégradation (cf p. 110 Demi-vie), mais sujets à biotransformation : la métabolisation des HAP permet une diminution des concentrations le long de la chaîne trophique, (sauf chez les mollusques, peu aptes à les dégrader), ce qui explique l'absence de biomagnification.



## Effets sur l'environnement et l'homme

Très variables selon la molécule considérée.

composé	Facteur d'équivalence toxique TEF*			
ACE	0,001		BaP	
ANT	0,01		BbF IcdP BkF	
BaP	1		ANT BghjP FLU	
BbF	0,1			
BghiP	0,01		0,001	ACE
BkF	0,1			NAPH
IcdP	0,1			
FLU	0,01			
NAPH	0,001			

\*ici basé sur la cancérogénicité. La valeur 1 est donnée au benzo(a)pyrène, dont le pouvoir initiateur de cancer est maximal (génétoxicité). (AFSSA, 2003).

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

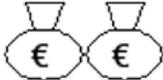
Pour les HAP s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Arrêté 2 février 98	Limitation dans les rejets aqueux des industries

Recommandation de l'AFSSA :

- cas des marées noires de l'Erika et du Prestige : valeur guide alimentaire dans les mollusques de 0,2 mg/kg de poids sec pour 6 HAP recommandés par le CSHPF, applicable aux coquillages et divisée par 10 pour les poissons (exclusion lorsque les résultats des analyses sont 2 fois supérieurs à la valeur guide).

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

HAP	Norme	LQ	Coût HT groupe de substances
eau	NF EN ISO 17993	5 ng/L NAPH BghiP 20 ng/L	
sédiment et biote	HPLC/UV/ FLUO XP X 33 012	1 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu naturel.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau estuarienne	Bouchon vaseux Seine 2002 - 2003 25 HAP : 0,15-0,4 µg/L
Sédiment marin	Bouchon vaseux Seine 2002 - 2003 6 HAP : 60-700 µg/kg ps 15 HPA : 60- 5500 µg/kg ps
Plancton estuarien copépodes	Bouchon vaseux Seine 2002 - 2003 25 HAP : 200-1800 µg/kg ps
Moule et dreissène	Estuaire Seine La Bouille juin 2004 21 HAP : 1000 µg/kg ps 16 HAP US EPA : 900 µg/kg ps 13 HPA mutagènes : 650 µg/kg ps 8 HAP cancérogènes : 300 µg/kg ps

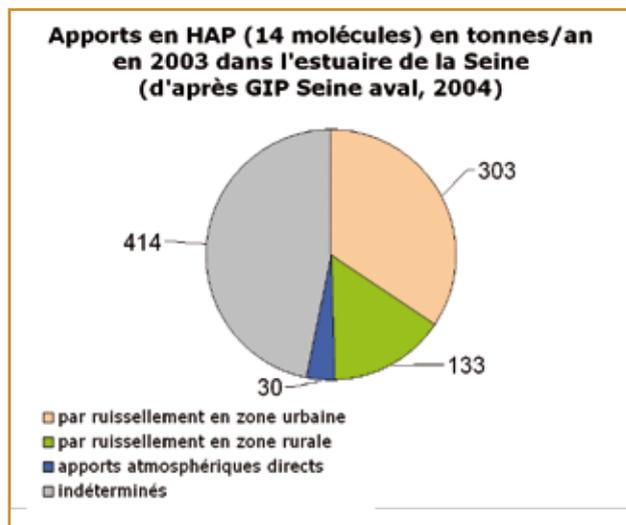
Mollusques comestibles	Manche 9 HAP (AESN) Moule : 32-210 µg/kg ps St Jacques : 46-68 µg/kg ps Bigorneau : 22-94 µg/kg ps Bulot : 17-92 µg/kg ps Huître : 15-670 µg/kg ps
Poissons plats	Manche 9 HAP (AESN) 30-50 µg/kg ps
Oiseaux marins	Manche 9 HAP (AESN) 13-14 µg/kg ps

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Présence dans les eaux de surface due :

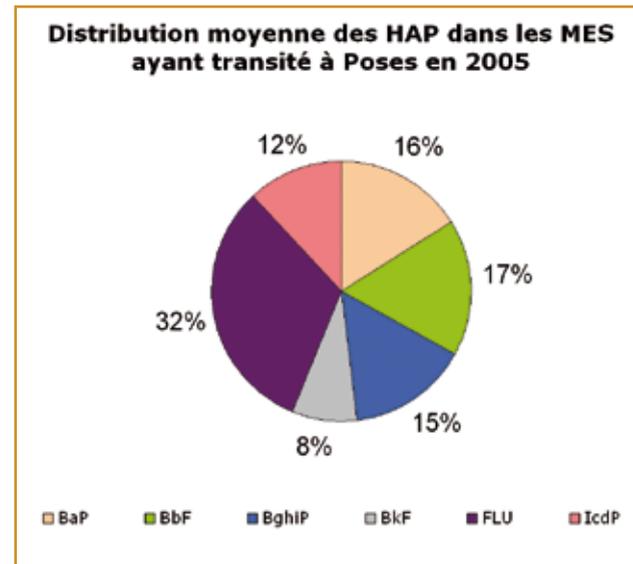
- au dépôt des particules en suspension dans l'atmosphère,
- aux rejets de lessivage des aires de stockage de charbon,
- aux effluents des usines de traitement du bois et autres industries,
- à l'utilisation de composts et fertilisants.

98 % des HAP présents dans l'eau sont associés à la phase particulaire (AESN, 1997). Concentrations multipliées par 2 à 4 après un événement pluvieux dans la Marne et la Seine (rinçage des dépôts atmosphériques et routiers).



Flux annuel d'HAP estimé à 880 kg/an en 2003 à Poses.

La distribution relative de 6 HAP dans les matières en suspension de la Seine à Poses, semblable à celle de Paris, a été estimée par Ollivan et coll., 2005 :



Les apports supplémentaires du bassin estuarien (aval Poses) sont d'environ 500kg HAP/an.

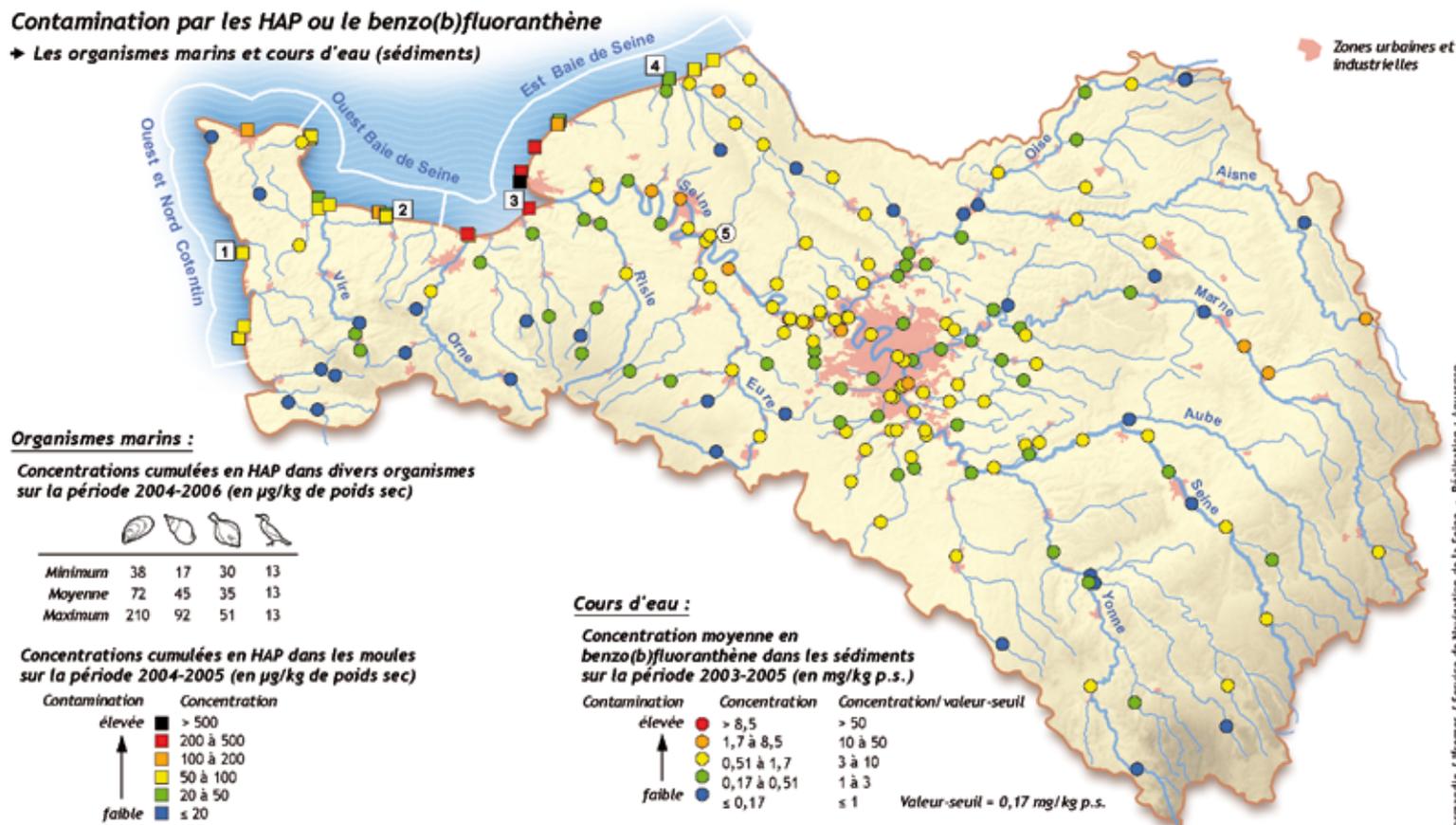
C'est la baie de Seine qui est la plus contaminée du littoral français sur la base de la médiane des concentrations en fluoranthène (2001-2004, RNO 2006).

### Bibliographie spécifique

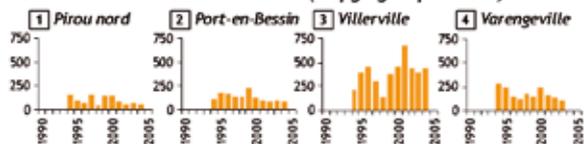
- AESN, 1997, *Le point sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques*, 63 p.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique, quel risque en estuaire de Seine ?* fiche HAP, 35 p.

## Contamination par les HAP ou le benzo(b)fluoranthène

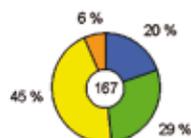
→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



Evolution des concentrations moyennes annuelles cumulées en HAP dans les moules (en µg/kg de poids sec)



Répartition des stations par classe de contamination



Evolution des concentrations moyennes annuelles cumulées en HAP dans les sédiments (en mg/kg p.s.)



Sources : Agence de l'Eau Seine-Normandie / Ifremer / Service de Navigation de la Seine - Réalisation : Aquascope

## HAP “ PYROLYTIQUES ”

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Constituants naturels des combustibles fossiles, composés provenant aussi de feux de forêt et d'éruptions volcaniques. Générés par des processus de combustion incomplète de la matière organique (pétrole, charbon, ordures ménagères, carburants) à haute température dans des conditions de déficit en oxygène. Bioaccumulables, persistants, peu biodégradables. Dangereux pour l'environnement. Cancérogènes avérés ou suspectés. Substances dangereuses prioritaires (DCE 2006).			
substance	abréviation	N° CAS	Code SANDRE	
Benzo(a)pyrène	BaP	50-32-8	1115	
Benzo(b)fluoranthène	BbF	205-99-2	1116	
Benzo(g,h,i)pérylène	BghiP	191-24-2	1118	
Benzo(k)fluoranthène	BkF	207-08-9	1117	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	IcdP	193-39-5	1204	

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

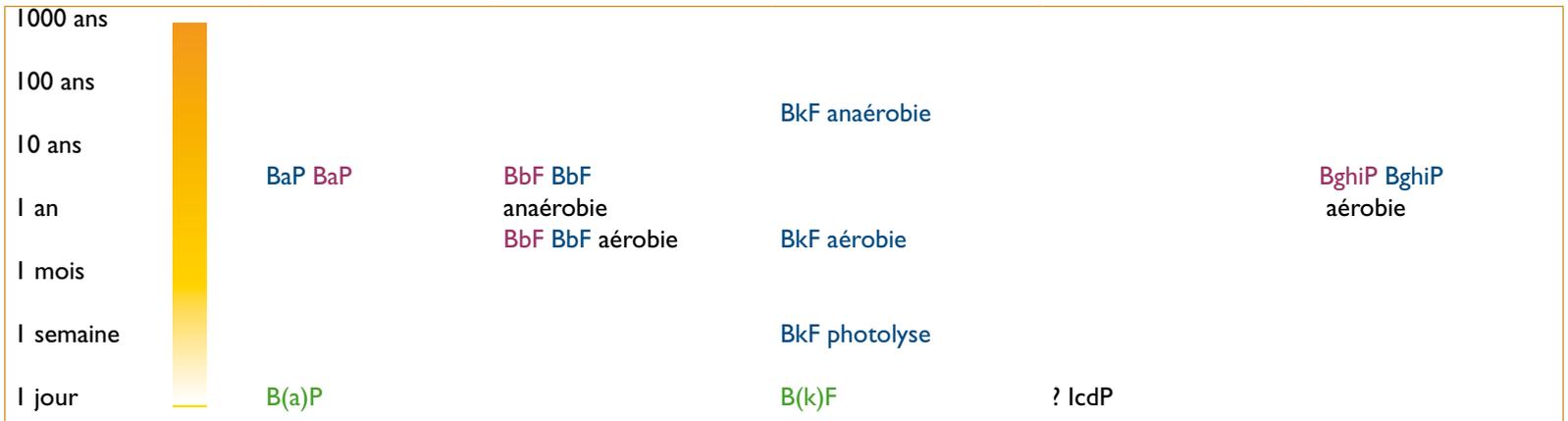
Ne sont pas produits volontairement, sauf en très petite quantité pour les besoins de la recherche.

### Comportement dans le milieu aquatique

	BaP	Bbf	BkF	IcdP	BghiP
Solubilité dans l'eau	●	●	●	●	●
Solubilité dans les graisses	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Stockage dans le sédiment	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Volatilité	●	●	●	●	●
Persistance	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Biodégradabilité	☀ ●●	☀ ●●	☀ ●●	☀ Supposée	☀ ●●
Dégradation abiotique	●●	●●	●●	Suspectée	à ●●
Bioconcentration	algue 930–3300	poisson 31800	invertébrés 13000		crustacés 28000
Bioaccumulation	●● à ●●●● crustacés 12800 ●●●● autres invertébrés 5800-48000 ●●●● poisson 150-2700 ●●●●	●●●●	●●●● poisson 8800 à 35000 ●●●●		●●●●
Biomagnification	●	●	●	●	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air XXX dans l'eau XXX dans le sol XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et l'homme

Toxicité aigue	BaP	Bbf	BkF	lcdP	BghiP
	●●●			●●●●	●●
	●●●●	●●	●●●●		●●●●
	●●●●				
	●●●● rat ●●● souris	?	●●●● poulet	?	?
	●●●	?	●●●	?	?

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

Toxicité chronique	BaP	Bbf	BkF	IcdP	BghiP
	●●●●		●●●●		●●●●
	●●●●	●●	●●●●		●●●●
	●●●●				
	- ? à ●● oiseau et souris		●● souris	?	?
	●●●●	●●●● ?	●●●● ?	●●●● ?	●● ?

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

- Due à 96% aux pratiques culinaires (grillades, fumaison et torréfaction) et au tabagisme. Vecteur majeur (60%) d'exposition alimentaire aux HAPs = les viandes cuites.
- La pollution environnementale (air, eau, sol) représente moins de 4% des quantités moyennes absorbées par l'homme et même 2% pour un fumeur.

		BaP	Bbf	BkF	IcdP	BghiP
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++ pratiques culinaires exposition 1,6 ng/kg pc/j (percentile 95) + eau de boisson (4 % des prélèvements)** concentration max 0,089 µg/L	+ eau de boisson (8 % des prélèvements)** concentration max 0,127 µg/L	pratiques culinaires + eau de boisson (4 % des prélèvements)** concentration max 0,047 µg/L	pratiques culinaires + eau de boisson (4 % des prélèvements)** concentration max 0,049 µg/L	+ eau de boisson (2 % des prélèvements)** concentration max 0,044 µg/L
		+++ tabagisme	++ tabagisme	++ tabagisme	++ tabagisme	+
		-	-	-	-	-
Organes et/ou fonctions atteints		peau estomac, foie, reins, moëlle osseuse (d'après animal)	Poumons	système immunitaire poumons	poumons	système immunitaire
	C	initiateur tumoral (mutagène)	?	?	? Initiateur tumoral (d'après l'animal)	?
	PE	informations insuffisantes	?	?	?	?

\*Les pouvoirs mutagène et cancérigène des HAPs se manifestent avec les composés à 4 cycles et sont particulièrement marqués pour les HAP à 5 cycles.

\*\*Suivis des unités de distribution d'eau potable en France- Min. Santé/DDASS/DRASS.

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	BaP	BbF	BkF	IcdP	BghiP
<b>Toxicité</b>					
DL50	rat 50 mg/kg pc		poulet (embryon) 14 µg/kg pc		
Toxicité sublétales					
DJA (OMS)					30 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)					
<b>Ecotoxicité</b>					
CE50	algue 72h 5 µg/L daphnie 29h 1,5 µg/L invertébrés eau douce 5 µg/L cyprinidés 40h 5,6 µg/L	invertébrés eau douce 1 mg/L	daphnie 13h 1,4 µg/L invertébrés eau douce > 1,1 µg/L	algue 72h 5,75 µg/L	invertébrés eau douce 0,2 µg/L
NOEC	algues eau douce 0,78 µg/L invertébrés eau douce 0,5 µg/L poissons eau douce 6,3 µg/L saumon 36j 2,4 µg/L		algues > 1 µg/L poissons 0,27 µg/L	algues 1,5 µg/L invertébrés 0,27 µg/L	algues eau douce 1,2 µg/L invertébrés eau douce 0,08 µg/L
PNEC eau douce	0,03 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L	0,0016 µg/L	0,0016 µg/L
PNEC eau marine	0,005 µg/L				
PNEC sédiment	54 µg/kg ph		1800 µg/kg ps		
PNEC sol	0,32 mg/kg ps				
<b>Normes et seuils</b>					
Bruit de fond	Voir niveaux d'imprégnation ci-après				
NQEp eau surface intérieure, de transition, marine	0,05 µg/L	BbF+BkF 0,03 µg/L	voir ci-contre	voir ci-contre	BghiP+IcdP 0,002 µg/L
Limite de qualité eau potable	0,010 µg/L	BbF+BghiP+BkF+IcdP : 0,1 µg/L			
Baignade et loisirs	néant	néant	néant	néant	néant
Chair coquillages	10 µg/kg pf ou 50 µg/kg ps (CE 2006) 10 µg TEQ BaP/kg pf <sup>1</sup> (AFSSA)	( <sup>2</sup> ) TEF : 0,1	( <sup>2</sup> ) TEF : 0,1	( <sup>2</sup> ) TEF : 0,1	( <sup>2</sup> ) TEF : 0,1
Chair poissons	5 µg/kg ps CE 2006 2 µg/kg pf CE 2006 2 µg TEQ BaP/kg pf (AFSSA)				
Norme sol	néant	néant	néant	néant	néant
Norme boues	2 mg/kg ps	2,5 mg/kg ps	néant	néant	néant
Qualité sédiments	SI : HAP totaux 22,8 mg/ks ps				
Rejets (VL émission/j)	0,1 mg/L				

1 : le benzo(a)pyrène est considéré ici comme un indicateur d'un mélange de HAP pour une probabilité de développer un cancer par effet génotoxique. Les facteurs d'équivalence pour le calcul de la quantité toxique équivalente en BaP (TEF) donnés pour 16 autres HAP vont de 0,001 à 1 (1 pour le dibenzo[a,h]anthracène). (cf. p98).

2 : valeurs guides AFSSA (2003) pour la somme des 11 HAP les plus génotoxiques : 2 µg TEQ/kg pf pour les poissons, 10 µg TEQ/kg pf pour les mollusques et crustacés.

## Restrictions d'usages / Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Arrêter de fumer. Éviter de ramasser des coquillages dans les estuaires contaminés. Limiter le brûlage des graisses en cuisson d'aliments. Arrêter de fumer.

## Classification environnementale

		BaP	BbF	BkF	lcdP	BghiP
Substance DCE		Dangereuses Prioritaires				
Liste OSPAR		oui	oui	oui	oui	oui
Catégorie	C	2	2	2	ND	ND
	M	2	ND	ND	ND	ND
	R	2	ND	ND	ND	ND
Indication du danger		T, N (pas pour BghiP et lcdP)				
Phrases de risque		R 45 - 46 - 60 - 61 - 43 - 50/53				
Conseils de prudence		S 53 - 45 - 60 - 61				

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le benzo(a)pyrène, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Règlement CE 1881/2006	Produits de la mer
Directive 88/388/CEE	Arômes alimentaires

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrés

Voir fiche HAP - Généralités

### Niveaux d'imprégnation

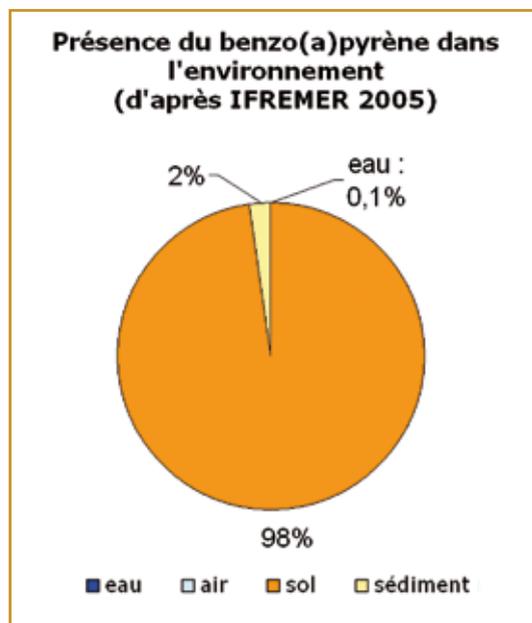
Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations de bruit de fond trouvées dans le milieu aquatique (GIP Seine Aval, 2006).

Substance	Matrice	Bruit de fond
BaP	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	< 0,2 - 8,3 µg/kg ps
	sédiments marins	1 µg/kg ps en moyenne
	eaux du sud de la mer du Nord	0,002 - 0,004 ng/L
	eaux marines	0,01 - 0,1 ng/L
	eaux de rivières	1 ng/L en moyenne
BbF	eaux du sud de la mer du Nord	0,003 - 0,009 ng/L
	eaux de rivières	< 50 ng/L
	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	Σ = 1,07 - 141,6 µg/kg ps
BkF	eaux du sud de la mer du Nord	0,001 - 0,004 ng/L
	eaux de rivières	< 50 ng/L
BghiP	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	< 0,2 - 62,9 µg/kg p.s.
	sédiments	< 500 µg/kg
	eaux du sud de la mer du Nord	0,001 - 0,008 ng/L
	eaux de rivières	1 - 100 ng/L
lcdP	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	< 0,2 - 69,6 µg/kg p.s.
	eaux du sud de la mer du Nord	0,006 - 0,012 ng/L
	eaux douces	< 100 ng/L
	eaux marines	< 100 pg/L

<sup>1</sup> : valeur inférieure pour un sédiment à 0,05% de Carbone Organique Total, valeur supérieure pour un sédiment à 1,3% de COT.

Ci-dessous, des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans différents sites plus ou moins pollués

	<b>BaP</b>	<b>BbF</b>	<b>BkF</b>	<b>IcdP</b>	<b>BghiP</b>
<b>Compartiment considéré</b>	<b>Amplitude de variation</b>				
MES eau douce	Seine 300-500 µg/kg (GIP Seine aval)				
Sédiment cours d'eau	Seine à Poses 941 µg/kg ps	Seine à Poses 1093 µg/kg ps	Seine à Poses 562 µg/kg ps	Seine à Poses 828 µg/kg ps Seine à La Bouille 234 µg/kg ps Seine au Havre 242 µg/kg ps	Seine à poses 856 µg/kg ps
Eau marine	Atlantique < 0,001 µg/L Baltique < 0,1 10 <sup>-3</sup> µg/L				
Sédiment marin	Méditerranée 0,125 µg/kg ps Suisun USA 0,05 µg/kg ps Mer du Nord près plateforme de forage (Ramade) 33 000 µg/kg ps	Littoral normand 1995-2005 max 400 µg/kg ps			
	<b>Total HAP :</b> Atlantique Nord : concentration de référence 25-125 µg/kg ps Lac arctique hors pollution : 135 µg/kg ps Golfe de Gascogne : niveaux de référence : 80-135 µg/kg ps Littoral Golfe de Gascogne : médiane 366 µg/kg ps, moyenne 575 µg/kg ps Marais salants après naufrage Erika : 500-1000 µg/kg ps Sites Golfe de Gascogne pollution chronique urbaine industrielle : 2000-5000 µg/kg ps				
Algue marine	Ports japonais 76 µg/kg				
Moule	Normandie 1995-2005 1-70 µg/kg ps	Normandie 1995-2005 40-200 µg/kg ps	Normandie 1995-2005 20-80 µg/kg ps	Normandie 1995-2005 5-40 µg/kg ps	Moule Normandie 1995-2005 15-60 µg/kg ps
	Huîtres baie de Bourgneuf 1999 avant naufrage Erika : 142 µg/kg ps Huîtres baie de Bourgneuf janvier 2000 suite naufrage Erika : 1000 µg/kg ps Huîtres baie de Bourgneuf fin 2001 2 ans après naufrage Erika : 200 µg/kg ps				
Poisson eau douce	Anguille Camargue 3-160 µg/kg ps				
Poisson marin	Golfe de Naples 3-86 µg/kg Baie de Seine (AESN) Bar 1-2 µg/kg ps Rouget 1 µg/kg ps Carrelet 0,1 µg/kg ps	Baie de Seine (AESN) Bar 25 µg/kg ps Rouget 5 µg/kg ps			



### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

HAP omniprésents dans le bassin. Benzo(a)pyrène détecté dans 82 % des 130 mesures réalisées sur sédiment entre 1991 et 1995.

Benzopérylène et benzofluoranthène sont détectés dans 71 à 81 % des mesures, l'Indénopyrène dans 33 % des mesures ; les "têtes de bassin" des fleuves côtiers et affluents de la Seine sont nettement moins contaminés que les parties aval traversant des zones urbanisées et soumises à des rejets routiers et industriels.

On retrouve du benzo(a)pyrène dans les moules et huîtres de l'est de la Baie de Seine, pas dans celles de l'ouest de la Baie et du Cotentin.

(Apports HAP en Seine d'environ 900 kgs/an à Poses, plus environ 500 kgs/an dans le bassin estuarien - GIP-Sa, 2007)

### Bibliographie spécifique

- AESN, 1997, *Le point sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques*, 63 p.
- AFSSA, 2006, *Demande d'évaluation de l'exposition aux HAP dans l'eau de boisson et réflexion sur l'éventuel risque associé*, réf. CES/RAP N°2005 – SA – 0056
- GIP Seine aval, Ifremer, 2003, *L'après Erika : le milieu marin sous surveillance*, colloque Nantes.

## FLUORANTHÈNE NAPHTALÈNE ACÉNAPHTÈNE ANTHRACÈNE

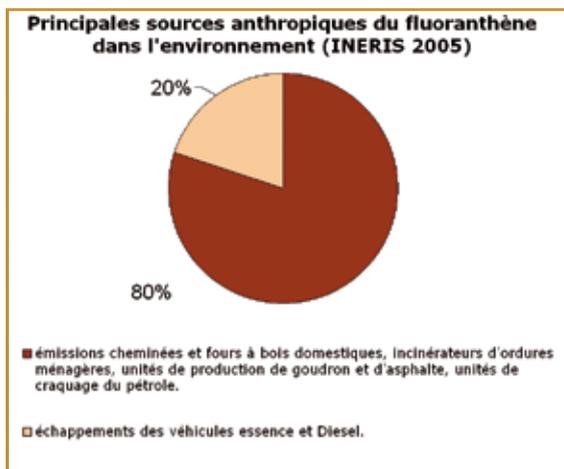
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP "pétrogéniques" en majorité)	Constituants des produits organiques fossiles (pétrole, houille), ou générés par la combustion incomplète de matières organiques (pétrole, charbon, ordures ménagères, moteurs à essence et diesel, feux de forêt). Également émis lors des éruptions volcaniques.  Peu à non biodégradables.  Bioaccumulation variable dans les organismes aquatiques.  Biotransformation possible.
---	--

Substance	abréviation	N° CAS	Code SANDRE
Acénaphène	ACE	83-32-9	1453
Anthracène	ANT	120-12-7	1458
Fluoranthène	FLU	206-44-0	1191
Naphtalène	NAPH	91-20-3	1517

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement du fluoranthène

Produit (volume non connu) pour :

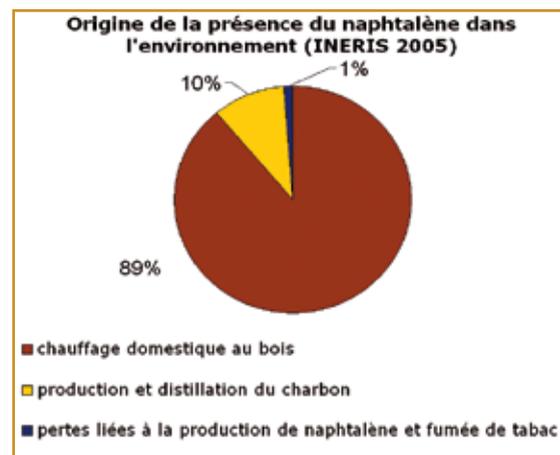
- revêtement intérieur des structures acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable.
- fabrication des teintures (fluorescentes), huiles diélectriques, stabilisant colle, en pharmacie pour la synthèse des agents antiviraux.



### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement du naphtalène

Utilisé :

- comme intermédiaire pour la fabrication de phtalates, plastifiants, résines, teintures, dispersants, agents mouillants et tannants,
- pour la préservation du bois
- comme antiseptique et antiparasitaire en médecine humaine.
- comme répulsif pour les mites.

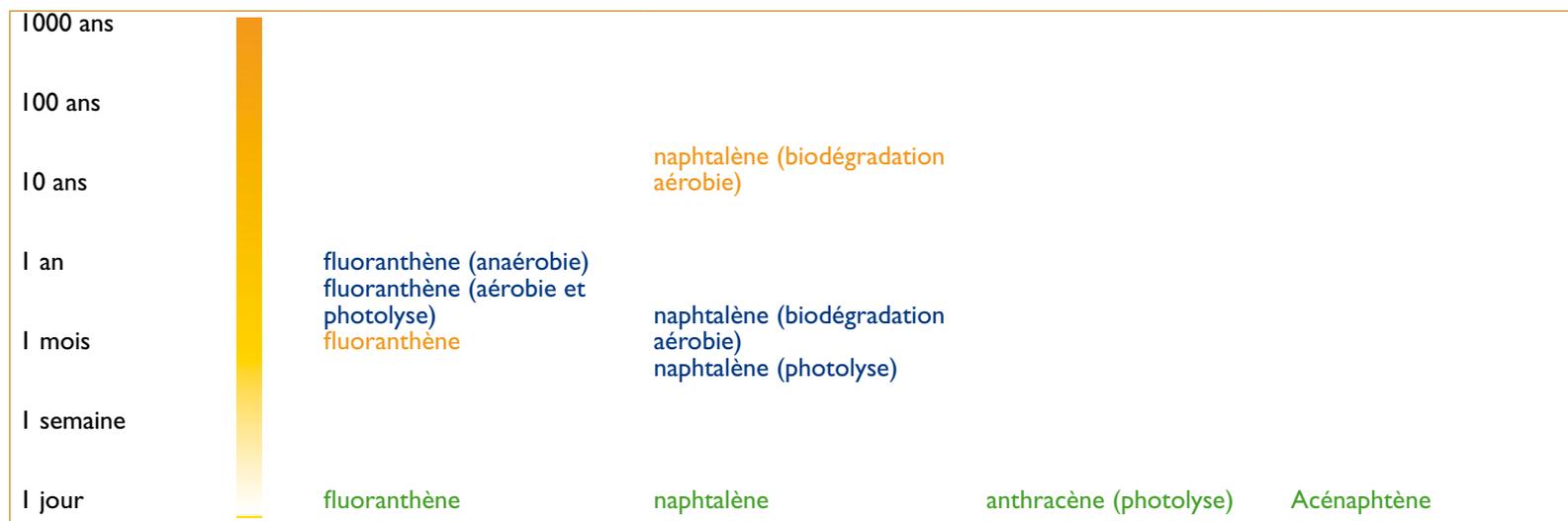


## Comportement dans le milieu aquatique

	fluoranthène	naphtalène	acénaphène	anthracène
Solubilité dans l'eau	●	●	●●	●
Solubilité dans les graisses	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Stockage dans le sédiment	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●	●●●●		
Volatilité	●●	●●	●●●●	●●
Persistance	●●●●	●●●●	avérée	●
Biodégradabilité (aérobie)	●●	●	●	●
Dégradation abiotique	☀	☀	☀	☀ possible
Bioconcentration Bioaccumulation	crevette marine 180 ●● daphnie 1700 ●●●● moule 5 900 ●●●●●● huître 10000 ●●●●●●●● grenouille 1700 ●●●● saumon 380 ●●	algue marine 100 ●● invertébrés 2-300 ●● à ●●●● moule 30 ● huître 60 ● poisson 200-400 ●●	poissons 250-1270 ●● carpe 1300 ●●	algues 5000-11000 ●●●●●●●● daphnie 500-1200 ●●●● poissons 100-9400 ●●●● à ●●●●
Biomagnification	●	●	●	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●●● moyen, ●●●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol    XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité aiguë	fluoranthène	naphtalène	acénaphtène	anthracène
	● à ●●●●●		Pas de données valides (INERIS)	●●●●●
	●●●●●	● à ●●	●●●	●●●●●
	●●●●●	●●● à ●●●●●	●●●	
	●●●●●	●●● souris, rat, lapin	●●●	●●●●●
	●●● rat ●●●●● souris	● à ●●	● rat ●●● souris	●
	?	●●● à ●●●●●	Pas d'étude (INERIS)	●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●●● très toxique

Toxicité chronique	fluoranthène	naphtalène	acénaphtène	anthracène
	● à ●●●●●	●	●●●	●●●●●
	●●●●●	● à ●●	●●●	●●●●●
	●●●●●	● à ●●●●●		
	●●●●●	●●●	●●●	●●●●●
	●●● rat ●●●●● souris		● rat ●●● souris	●
	?	●	Pas d'étude disponible	?

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

		fluoranthène	naphtalène	acénaphène	anthracène
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		? eau de boisson 60 % des prélèvements* concentration (percentile 95) : 0,32 µg/L	? eau de boisson 14 % des prélèvements* concentration max : 0,054 µg/L	? eau de boisson 9 % des prélèvements* concentration max : 0,031 µg/L	? eau de boisson 18 % des prélèvements* concentration (percentile 95) : 0,05 µg/L
		?	+++		
		?	?		
Organes et/ou fonctions atteints		Peu de données Reins et foie ?	Sang : anémie hémolytique (cutané) Yeux : cataracte Système gastro-intestinal Système nerveux central	Sur le rat : foie sang ?, poumons, organes de la reproduction	? Irritant de la peau, des yeux, des muqueuses et du tractus respiratoire. Effet photo – sensibilisant
	C	Inconnu*	colon, larynx ?		
	PE	inconnu	inconnu		
	T	inconnu			
	DI	immunotoxique ?			

\*Taux de détection sur unités de distribution eau potable - France Min. Santé/DDASS

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	fluoranthène	naphtalène	acénaphène	anthracène
<b>Toxicité</b>				
DL50	rat 2 000 mg/kg pc souris 100 mg/kg pc	souris 533 mg/kg pc rat et lapin 2 200 mg/kg pc	rat 10 g/kg pc souris 2 mg/kg pc	
DJA (OMS)				
DVS <sup>1</sup> et TEF	TEF : 0,01	TEF : 0,001	TEF : 0,001	TEF : 0,01

1 : DVS = dose virtuellement sûre (en équivalents Benzo(a)pyrène, vis à vis de la cancérogénicité - AFSSA - 2003) : 5 ng TEQ/kg pc/j pour la somme des HAP pondérés par leur TEF. TEF = facteur d'équivalence toxique avec le benzo(a)pyrène (génotoxicité).

Ecotoxicité	fluoranthène	naphtalène	acénaphène	anthracène
CE50	algue eau douce 96h 2 µg/L daphnie 48h 1,6 µg/L invertébrés eau marine 27 µg/L invertébrés eau douce 9 µg/L poisson chat 96h 36 µg/L	algue eau douce 3 mg/L algue marine 2,8 mg/L invertébrés marins 0,85 mg/L daphnie 48h 1,5 mg/L invertébrés eau douce 3,4 mg/L poisson eau douce 96h 1,6 mg/L poisson marin 96h 0,75 mg/L	daphnie 48h eau douce 0,12 mg/L eau salée 0,32 mg/L invertébrés marins 0,16 mg/L invertébrés eau douce 0,12 mg/L truite 96h 0,58 mg/L	algue eau douce 3,9 µg/L invertébrés eau douce 1,2 µg/L poisson eau douce 2,8 mg/L
NOEC	cyprinidé 28j sous UV <sup>1</sup> 1,4 µg/L daphnie 21j 17 µg/L algues eau douce 0,0016 mg/L invertébrés eau douce 0,0012 mg/L poissons eau douce 0,0069 mg/L	NOEC algue 72h > 4 mg/L NOEC poisson 40j 0,12 mg/L NOEC daphnie 0,6 mg/L Invertébrés eau douce 0,6 mg/L	algue eau douce 0,037 mg/L invertébrés eau douce 0,042 mg/L invertébrés eau marine 0,044 mg/L poisson eau douce 0,05 mg/L	algues eau douce 0,003 mg/L invertébrés eau douce 0,0019 mg/L poisson eau douce 0,0012 mg/L
PNEC eau douce aigüe chronique	3 µg/L (INERIS) 0,1 µg/L (CE 2001)	12 µg/L (INERIS) 2,4 µg/L (C.E. 2001)	3,7 µg/L 3,7 µg/L	0,063 µg/L INERIS 0,12 µg/L IFREMER 0,19 µg/L INERIS
PNEC eau marine	0,12 µg/L	1,2 µg/L		
PNEC sédiment	2,3 µg/kg ps	770 µg/kg ps	44 µg/kg ps	81 µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>				
Bruit de fond	Voir niveaux d'imprégnation ci-après			
NQEp eau surface intérieure	0,1 µg/L	2,4 µg/L		0,1 µg/L
NQEp eau de transition	0,1 µg/L	1,2 µg/L		
NQEp eau marine	0,1 µg/L	1,2 µg/L		
Limite de qualité eau potable	Néant	Néant	Néant	Néant
Baignade et loisirs	Néant	Néant	Néant	Néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	( <sup>2</sup> )	Néant	Néant	( <sup>2</sup> )
Norme sol	3 mg/L	Néant	Néant	Néant
Norme boues (cas général)	5 mg/kg ps	Néant	Néant	Néant
Rejets industriels	Néant	3 mg/L	Néant	3 mg/L

1 : substance phototoxique d'après les tests d'écotoxicité

2 : valeurs guides AFSSA (2003) pour la somme (en TEQ) des 11 HAP les plus génotoxiques (TEQ> ou = 0,01). 2 µg TEQ/kg pf pour les poissons, 10 µg TEQ/kg pf pour les mollusques et crustacés.

## Restrictions d'usages

Néant

## Classification environnementale

	fluoranthène	naphtalène	acénaphène	anthracène
Substance DCE	Dangereuse prioritaire	Dangereuse - prioritaire en cours d'examen	-	Dangereuse prioritaire
Liste OSPAR	oui	oui	non	oui
Catégorie CMR	non déterminé non classé non déterminé	3 non classé non classé	non déterminé non classé non classé	non déterminé non classé non classé
Indication du danger	non concerné	Xn, N	non concerné	non concerné
Phrases de risque	non concerné	R 22 - 40 - 50/53	non concerné	non concerné
Conseils de prudence	non concerné	S 2 - 36/37 - 46 - 60 - 61	non concerné	non concerné

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le naphtalène, s'applique de plus :

Texte	Objet
Régl 793/93.EEC	Substances existantes

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrés

Voir fiche HAP

## Niveaux d'imprégnation

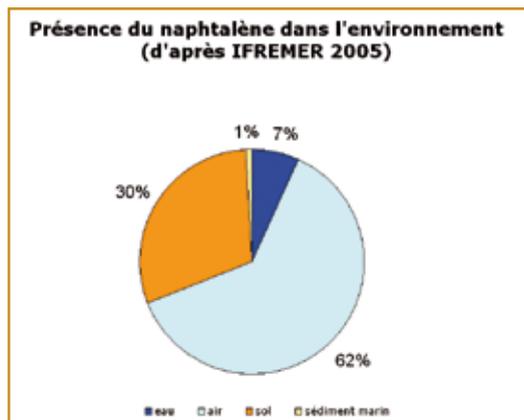
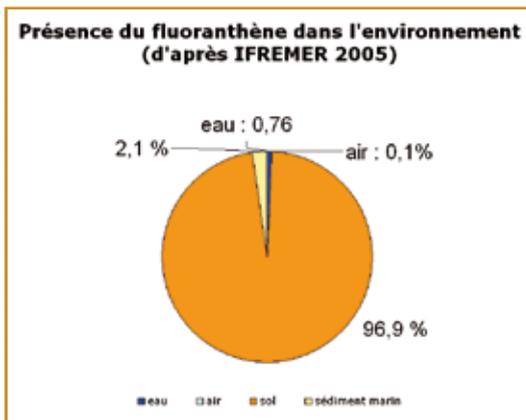
Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations de bruit de fond minimales et maximales trouvées dans le milieu naturel.

Substance	Matrice	Bruit de fond
ACE	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	< 0,2 - 6,4 µg/kg ps
	sédiments	< 500 µg/kg ps
	eaux du sud de la mer du Nord	0,039 - 0,130 ng/L
ANT	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	< 0,2 - 16 µg/kg ps
	eaux du sud de la mer du Nord	0 - 0,004 ng/L
FLU	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	0,72 - 97,5 µg/kg ps
	sédiments de rivières	< 1 mg/kg ps
	eaux du sud de la mer du Nord	0,104 - 0,264 ng/L
	eaux de surface	< 50 ng/L
NAPH	sédiments du sud de la mer du Nord <sup>1</sup>	< 0,2 - 45,5 µg/kg ps
	sédiments	< 0,2 µg/kg ps
	eaux du sud de la mer du Nord	0,416 - 2,678 ng/L
	eaux marines	< 10 ng/L

2: valeur inférieure pour un sédiment à 0,05% de Carbone Organique Total, valeur supérieure pour un sédiment à 1,3% de COT.

Compartiment considéré	fluoranthène	naphtalène	acénaphène	anthracène
Sédiment cours d'eau	Seine et Yonne 0,2-1,5 mg/kg ps	Seine à Herblay 0,01-0,3 mg/kg ps		
Eau marine	Mer Baltique près sites offshore 13-434 pg/L Océan Antarctique 4,4 ng/L	Golfe du Mexique non pollué 0,2 ng/L estuaire USA, près de sites offshore 55 µg/L		

Sédiment marin	Mer baltique 1,4-4,8 mg/kg ps Océan Atlantique 0,01-11 µg/kg ps			
Moule	Littoral français 2-245 µg/kg ps Baie de Corrs USA industrialisée 180 µg/kg ps	Baie de Seine (AESN) 10-30 µg/kg ps	Baie de Seine (AESN) 10-40 µg/kg ps	Baie de Seine (AESN) 2-15 µg/kg ps
Huître	Littoral Manche-Atlantique 8-95 µg/kg ps	Baie de Seine (AESN) 10-25 µg/kg ps		
Invertébrés marins		Mer Baltique 1,5-8,5 mg/kg		
Poissons marins		Golfe Naples proche usines 4-63 µg/kg pf Maquereau Manche (AESN) 5-25 µg/kg ps Rouget Baie de Seine 15 µg/kg ps		



Le fluoranthène est la substance représentative de la contamination du littoral par les HAP pour la surveillance du milieu marin (IFREMER RNO, 2006) et retenue en tant qu'indicateur dans la liste des substances prioritaires.

### Bibliographie spécifique

- AFSSA, 2006, *Demande d'évaluation de l'exposition aux HAP dans l'eau de boisson et réflexion sur l'éventuel risque associé*, réf. CES/RAP N°2005 – SA – 0056.
- AFSSA, 2006, *Etude Calipso (Consommation Alimentaire de produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces, Polluants et Oméga)*, 160 p.

- DIREN Ile de France, 2005, *Info toxiques n°1*, 36 p.
- INERIS, 2005, fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : *fluoranthène, naphtalène, acénaphthène, anthracène*.

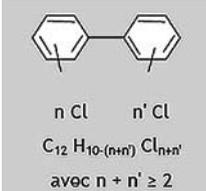
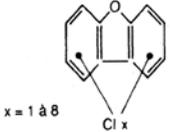
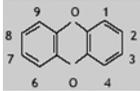
### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

HAP omniprésents dans les sédiments du bassin Seine – Normandie. Fluoranthène détecté dans 87% des 130 mesures réalisées sur sédiment entre 1991 et 1995 (sur les 6 HAP mesurés, AESN, 1997). Contamination généralisée de la région Ile-de-France par les HAP dans les sédiments (qualité médiocre à mauvaise dans toutes les stations pour la période 2001 à 2004). Naphtalène : dépassement de la NQE pour 82% des 17 stations d'Ile-de-France<sup>3</sup> ; anthracène et fluoranthène : 100% de dépassement des NQE (DIREN Ile-de-France SMA, 2005).

3 : Naphtalène non suivi en Seine par le SNS.

## PCB (POLYCHLOROBIPHÉNYLES), PCB-DL, PCDD ET PCDF

Composés organochlorés	Les PCB sont des produits de synthèse autrefois fabriqués industriellement (1 million de tonnes en 50 ans des années 30 aux années 80).
<b>PCB et PCB-DL :</b> Biphényles chlorés et Polychlorobiphényles "dioxine-like"	La teneur en chlore du mélange de congénères formés varie entre 21 et 68 %. Les formulations les plus courantes avaient pour nom commercial "Pyralène" et "Aroclor". On distingue les PCB "NDL" (non dioxine like, non coplanaires), des PCB "DL" (coplanaires aux propriétés similaires à celles des dioxines).
<b>PCDD et PCDF :</b> Polychlorodibenzo-dioxines Polychlorodibenzo-furanes	Les PCDD et PCDF (dioxines et furanes) sont des sous-produits indésirés de réactions de chimie organique impliquant le chlore, ou des processus de combustion de matières organiques en présence de substances chlorées. Tous sont bioaccumulables et biomagnifiables. Difficilement biodégradables (congénères fortement chlorés). Très toxiques pour les organismes aquatiques, perturbant les fonctions reproductrices en fin de chaîne trophique. Nombreux effets systémiques, neurotoxiques ; suspectés d'être cancérogènes (PCDD et PCDF notamment), perturbateurs endocriniens avérés et probablement toxiques pour le développement de l'enfant (système nerveux, immunité), principalement avec les PCB NDL. Substances non prioritaires (DCE 2006).

substance	abréviation	N° CAS	code SANDRE	molécule
Polychlorobiphényles (209 congénères) • dont les 7 congénères « indicateurs » 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180, les plus fréquents dans l'environnement (parfois réduits aux 6 non coplanaires, PCB-N-DL par exclusion de CB 118) • dont 12 PCB coplanaires d'effet similaire à la dioxine (« Dioxin Like » : CB 77, CB 118 ou CB 126...)¹ = PCB - DL	PCB PCBi  PCB-DL	1336-36-3  35065-27-1	1032  1245	 <p>ex : CB 153 = C<sub>12</sub>H<sub>4</sub>C<sub>6</sub> Molécules non orthochlorées, coplanaires</p>
Mélange commercial de PCB (ou Aroclor)	PCB 1242 PCB 1248 PCB 1254 PCB 1260	53469-21-9 12672-29-6 11097-69-1 11096-82-5	1249 1731 1250 1251	
Polychlorodibenzo-dioxines = « dioxines » (75 congénères) dont 2,3,7,8- tetrachloro-1,4-dioxine	PCDD TCDD	1 746-01-6	2562	
Polychlorodibenzofuranes (135 congénères) = « furanes »	PCDF			

1: ces « PCB-DL » sont en général 1 000 fois moins concentrés dans les mélanges et le milieu que les PCB non coplanaires (aussi appelés « PCB-NDL », non dioxine-like), sauf le PCB 118 qui peut représenter jusqu'à 15% des mélanges rencontrés dans le biote aquatique.

Les Arochlors les plus répandus (1242, 1248, 1254 et 1260) contiennent en moyenne 3 atomes de chlore (1242), soit 42% de chlore en masse, à 6 atomes de chlore (1260), soit 60% de chlore par molécule.

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

	PCB	PCDD et PCDF
Utilisation et production	<p>Utilisés dans les installations électriques : isolants diélectriques, transformateurs (PCB à 60% de chlore en mélange avec des trichlorobenzènes) et condensateurs (PCB à 42% de chlore).</p> <p>Depuis 1975 en France, usage « ouvert »<sup>2</sup> des PCB interdit, mais présence tolérée dans certains systèmes clos permettant leur récupération. Ni mise en service, ni mise sur le marché depuis 1987. L'emploi des appareils en service en 1987 reste autorisé jusqu'à leur fin de vie ; élimination avant fin 2010.</p>	<p>Formés par oxydation lors de combustions incomplètes de divers dérivés aromatiques chlorés, sous-produits de synthèse du trichlorophénol (cas de la TCDD ou tétrachlorodibenzodioxine, en cause dans l'accident « Sévésco »).</p> <p>Sources diverses : incinération des déchets urbains, métallurgie, cimenteries, blanchiment au chlore des pâtes à papier, procédés chimiques (production de dérivés chloro-aromatiques).</p>

### Comportement dans le milieu aquatique

	CB 153	Autres PCB	Dioxines / Furanes
Solubilité dans l'eau	●	D'autant plus que faiblement chlorés	●
Solubilité dans les graisses	●●●		●●●●
Stockage dans le sédiment	●●●●		●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●	D'autant plus que fortement chlorés	●●●●
Volatilité	●●●	D'autant plus que faiblement chlorés	●●●
Persistence	●●●●	D'autant plus que fortement chlorés	●●●●
Biodégradabilité Dégradation abiotique	● à ●●● 	Meilleure si faiblement chloré	● à ●●● 
Bioconcentration BCF (en poids frais)	Crustacés 10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup> ●●●● Poisson 10 <sup>4</sup> –10 <sup>7</sup> ●●●● Bivalves 10 <sup>4</sup> –5.10 <sup>5</sup> ●●●●	D'autant plus que fortement chlorés	Algue, lentille d'eau, poisson 4000 – 9000 ●●●● truite 8500 ●●●●● Escargot, gambusie, daphnie 20 000 – 26 000 ●●●●●
Biomagnification	●●●●	D'autant plus que fortement chlorés	●●●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

2 : comme solvant de peintures, vernis, encres, pesticides...

## Demi-vies dans l'environnement

1000 ans	 <p>Tri à heptachlorés tri et tétrachlorés (biodégradation aérobie) tétrachlorés (photolyse) monochlorés (photolyse)</p>	<p>Penta à heptachlorés et Tri à heptachlorés (biodégradation aérobie)</p>	<p>2,3,7,8-TCDD 2,3,7,8-TCDD (volatilsation) 2,3,7,8-TCDD 2,3,7,8-TCDD (photodégradation et décomposition) et photolyse</p>
100 ans			
10 ans			
1 an			
1 mois			
1 semaine			
1 jour			

XXX dans l'air   XXX dans l'eau   XXX dans le sol   XXX dans le sédiment

La photolyse comme la dégradation passent par une la déchloration, produisant des congénères moins substitués, plus faciles à dégrader par les organismes aérobies.

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité	Aiguë		Chronique	
	PCB	Dioxines	PCB	Dioxines
	●	●●●●?	● mais diminution de la production primaire et développement de souches résistantes	●●●●?
	●	●●●●	●	●●●● daphnie
	●	●●●●	●	●●●●
	●	●●●●	● <sup>3</sup>	●●●●
	● à ●● rat et lapin	●●●●	●●●● <sup>3</sup> mammifères aquatiques, oiseaux	●●●● singe
	● ? (allaitement de nourrisson)	●●●●	●●●● foetus nourrisson <sup>4</sup> ●● adulte ?	●●●● plus forte accumulation chez l'homme que chez les animaux

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

3 : Propriétés oestrogénomimétiques : féminisation des poissons, déclin des populations de rapaces et oiseaux ichtyophages notamment, de mammifères aquatiques ou amphibiens (phoques en Europe, bélouga du St-Laurent, loutre en Europe et Amérique du nord...) au cours des dernières décennies.

4 : les PCB NDL (non dioxine-like) ont une toxicité propre sur le développement du système nerveux.

## Exposition humaine et risques pour la santé

Effets spécifiques difficiles à distinguer du fait de la présence dans ces substances d'impuretés (ex : PCDF dans PCB), semblant agir en synergie avec d'autres substances toxiques et cancérogènes.

La demi-vie chez l'homme est de 2 à 5 années selon le degré de chloration, l'élimination se faisant principalement par le fécès et métabolisation des moins substitués. Dioxines, furanes et PCB-DL agissent sur le récepteur « Ah » (aryl hydrocarbon) en cause dans la transcription de l'ARN, avec effet cancérogène. Les PCB-NDL agissent sur d'autres récepteurs, avec effets plutôt neurotoxiques et immunodépresseurs (ex. : enfants inuits au Canada).

		PCB	Dioxines
Mode d'exposition (importance relative + à +++)		+++ nourriture contaminée (lait maternel pour nourrisson) Absorption journalière = 0,01 à 0,045 µgPCBi <sup>5</sup> /kg pc	+++ alimentation (90 %) transfert vers l'enfant par la lactation
		- (excepté exposition professionnelle)	? (absence de données)
		+	+
Organes et/ou fonctions atteints		Tissu adipeux, foie, cerveau, yeux, dents, peau (chloracné), bronches, poumons, système nerveux <sup>6</sup>  ● ● ●	Peau (chloracné), foie, dents <sup>7</sup>  ● ● ●
	C	Tumeurs cutanées, digestives, hépatiques, leucémies ?	Foie principalement, thyroïde, poumons, cavité orale
	DI	Effets immunodépresseurs	Diminution significative des taux d'immunoglobulines (ig G)
	PE	substance que l'on sait être reprotoxique <sup>8</sup>	oui : troubles de croissance
	OE	féménisation du comportement des garçons	modification du sex-ratio des naissances <sup>5</sup> ?
	T	avéré <sup>8</sup>	avéré

Effet : ● faible, ●● moyen, ●●● fort

5 : PCB<sub>i</sub> = 7 congénères « indicateurs » (28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180), parfois ramenés à 6 par exclusion du CB 118 qui est coplanaire. Cf avis Afssa du 23.10.07. L'ingestion journalière moyenne serait de 15µg PCB<sub>i</sub>/kg pc en France comme dans l'UE, et passerait à 35µg/kg pc pour les forts consommateurs de produits de la mer (AESAs, 2005).

6 : Dans le cas de Seveso, cet effet (naissance de plus de filles que de garçons) ne se manifeste que chez les pères âgés de moins de 19 ans au moment de l'exposition et il perdure pour les conceptions survenant 15 ans après l'exposition.

7 : Défauts de minéralisation des dents des jeunes enfants (NPHI, Finlande, 1999) ; voir aussi suivi des enfants de Yusho et Yusheng (Japon, 1978), avec problèmes de développement neurologique, et conséquences usage de défoliant au Vietnam (« agent orange ») avec impuretés de type dioxines.

8 : PCB-DL et PCB-NDL agissent sur les récepteurs hormonaux différents, ces derniers ont un effet négatif spécifique sur le développement du système nerveux du fœtus et du nourrisson.

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Aroclor 1242	Aroclor 1260	PCB totaux ou PCBi	2,3,7,8 TCDD, TCDF et PCB-DL
<b>Toxicité</b>				
DL50	rat 4,25 g/kg pc	rat 1,3 g/kg pc lapin 1,6 à 2 g/kg pc	rat 4 à 19 g/kg	cobaye 0,6-2 µg/kg pc <sup>9</sup> singe 70 µg/kg pc <sup>9</sup> souris 0,1-2,5 mg/kg pc <sup>9</sup>
Toxicité sublétales				
DJT (OMS) jeunes enfants et femmes en âge de procréer DJT (AFSSA)			0,02 µg/kg pc/j pour PCB-NDL totaux (OMS) <sup>10</sup> 0,01 µg/kg pc/jour pour PCB-NDL indicateurs (AFSSA)	1-4 pgTEQ/kg pc/j <sup>11</sup> (Dioxines + PCB DL) + furanes
DMTP (JEFCA) 2002 + DJTP				70 pgTEQ/kg pc/mois, soit 2,33 pg TEQ/kg pc/jour <sup>11</sup>
<b>Ecotoxicité</b>				
CL50 daphnie	230 mg/L 48h			
CL50 poisson eau douce	67 mg/L 21j 100 mg/L 96h	36 mg/L 21j 87 mg/L 96h		0,001 µg/L 96h
CL50 crapaud	87 mg/L 30j			0,3 µg/L 24h
NOEC	Néant	Néant	Néant	Néant
PNEC eau douce	Néant	Néant	Néant	Néant
PNEC eau marine	Néant	Néant	Néant	Néant
PNEC sédiment	Néant	Néant	Néant	Néant
<b>Normes et seuils</b>				
Bruit de fond	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet
NQEp eaux surface, de transition et marine			0,001 µg/L	
Limite de qualité eau potable	Néant	Néant	Néant	Néant
Recommandation OMS eau potable	Néant	Néant	Néant	Néant
Baignade et loisirs	Néant	Néant	Néant	Néant
Chair coquillages et crustacés Chair poissons				8 pg TEQ/g pf dont 4 pg TEQ PCB DL et 4 PCDD/F <sup>13</sup>
Norme sol			Néant	Néant
Norme boues <sup>12</sup>			0,8 mg/kg ps	Néant
Rejets industriels			0,1 mg/L (avec les PCT)	Néant

9 : TEQ : toxicité équivalente en dioxine. Se calcule en sommant les concentrations des 17 composés les plus toxiques (PCDD + PCDF + PCB-DL), pondérés par leurs facteurs respectifs de toxicité équivalente (par rapport à la 2,3,7,8 – TCDD la plus toxique, soit I-TEF de 1).

10 : en équivalent Aroclor. Les résultats d'analyse des PCBi doivent être multipliés par 2 pour être exprimés en équivalent Aroclor ou en PCB-NDL totaux.

11 : dioxine. Pour les anguilles, la limite est de 12 pg TEQ/g pf.

12 : total des 7 PCBi (28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180).

13 : limite réglementaire pour les PCDD/F et PCB-DL.. (règlement 466/2001/CE et 199/2006/CE : limite fixée à 12 pg TEQ/g pf pour chair anguille, et 8 pg TEQ/g pf pour autres poissons et produits de la mer).

## Restrictions d'usages

Mise sur le marché de PCB interdite depuis 1987 et tous les équipements en contenant devront avoir disparu fin 2010.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Faire détruire en centre agréé les PCB d'anciens transformateurs. Confiner certains sites et sols pollués en ore émetteurs vers le milieu aquatique.

Il est presque impossible d'éliminer les polluants organiques persistants (POP) une fois logés dans les tissus adipeux. La solution est de limiter les expositions et les accumulations, surtout chez les enfants.

Réduire sa consommation de viande et de produits laitiers et consommer des aliments se trouvant à la base de la chaîne alimentaire. Modérer la consommation des produits de la mer les plus concentrateurs (notamment tourteau et étrille, bulot, anguille, rouget...) provenant des zones plus contaminées de l'estuaire et de l'Est de la baie de Seine.

## Classification environnementale

	PCB	2,3,7,8 TCDD (PCDD)	PCDD autres et PCDF
Substance DCE	Non citée	Non citée	Non citée
Liste OSPAR	inscrit : PCB excepté 1,1'-biphényle, 4,4'-dichloro (CAS N° 2050682). PCDD et PCDF	inscrit avec PCDD et PCDF	inscrit (y compris 2,3,7,8 TCDD)
Catégorie C	non classé	Non déterminé (I CIRC)	non déterminé (3 CIRC)
M	non classé	Non déterminé	Non déterminé
R	non classé	Non déterminé	Non déterminé
Indication du danger	Xn	Non concerné	Non concerné
Phrases de risque	R 33, 50/53	Non concerné	Non concerné
Conseils de prudence	S 2 - 35 - 60 - 61	Non concerné	Non concerné

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe. S'appliquent de plus :

Substance	Texte	Objet
PCB	Règlements 466/2001/CE et 199/2006/CE	Qualité des produits alimentaires (produits de la mer)
PCB et PCT	Directive 96/59/CE	Élimination des PCB et polychloroterphényles
PCB	Arrêté 8 juillet 1975	Restrictions d'usages
PCB	Décret 2 février 1987	Interdiction de mise sur le marché

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

PCB totaux, PCB <sub>i</sub>	Norme	LQ	Coût HT
eau (PCB <sub>i</sub> )	NF EN ISO 6468 GC/ECD	CB 153   ng/L Arochlor 20ng/L	
sédiment et biote	GC/ECD d'après XP X 33 012	CB 153   µg/kg ps Arochlor 20 µg/kg ps	

PCB-DL, dioxines et furanes	Méthode	LQ	Coût HT
eau	HRGC/HRMS	0,1 pg TEQ/L	€ € €
sédiment et biote	NF EN 1948-2 et 3 HRGC/HRMS	0,5 ng TEQ/kg ps	€ € €

## Présence dans l'environnement

Accumulation dans le milieu naturel et bioaccumulation forte dans la chaîne alimentaire. Il n'existe pratiquement aucune créature qui ne possède une concentration mesurable de PCB dans ses tissus adipeux. Les espèces au sommet de la chaîne alimentaire, dont les ours blancs, les bélugas, les phoques, les oiseaux piscivores et les humains, en possèdent les concentrations les plus élevées.

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Flux annuel de PCB en amont de l'estuaire de Seine (Poses) : 35-125 kg/an.

La contamination des eaux en PCDD résulte du dépôt de ces particules atmosphériques, de rejets industriels, des débordements d'égouts, des pesticides à base de chlorophénol, du lessivage par les précipitations de décharges et sols contaminés, et de remise en suspension de sédiments pollués.

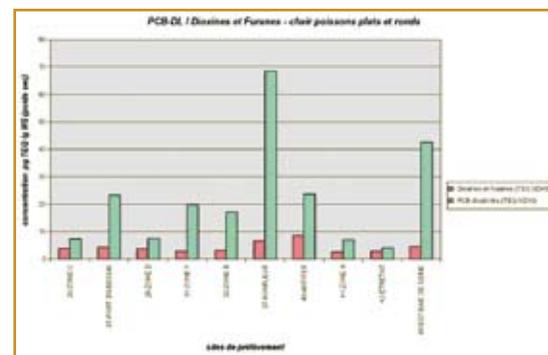
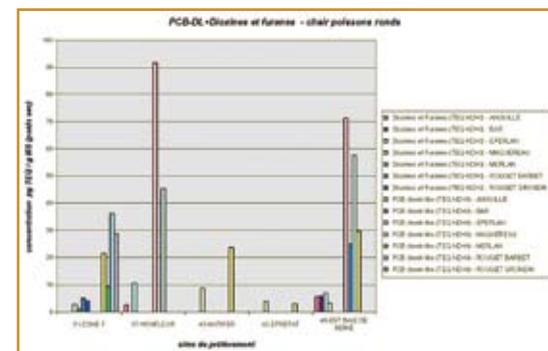
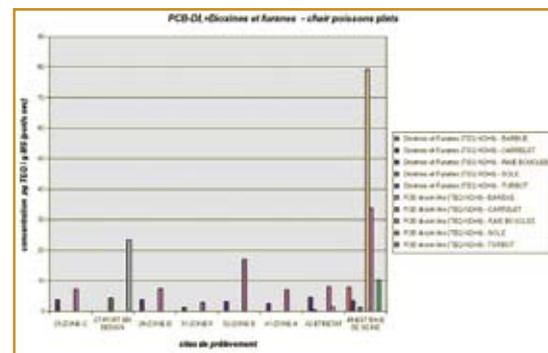
## Bibliographie spécifique

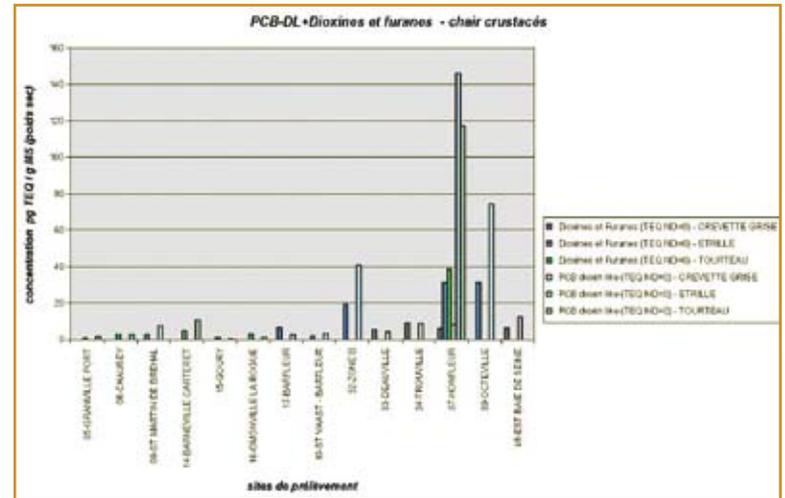
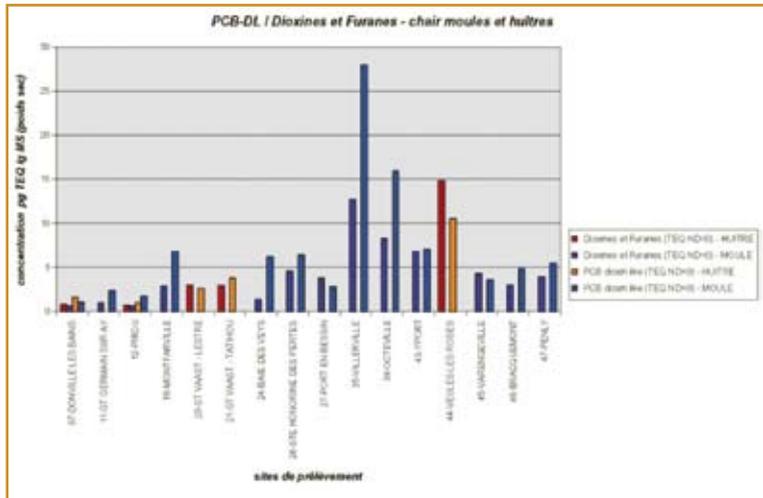
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- BODIN N., ABARNOU A., DEFOUR S. et D. FRAISSE, 2004, *PCBs, PCDD/Fs and PBDE in crustaceans from different french coastal sites, organohalogen compounds – volume 66*.
- IFREMER, 2006, *Distribution et devenir de contaminants persistants dans les écosystèmes littoraux*. Comparaison Manche Ouest-Manche Est. Rapport d'Etat d'Avancement contrat AESN-IFREMER 05/121652/BF.
- National Public Health Institute, Finlande, 1999, *Synopsis ou Dioxins and PCBs* (<http://www.ktl.fi/dioxin/>)
- AFSSA - Avis du 23.12.2007 - *Teneurs maximales en PCB-NDL dans divers aliments* - (Saisine n°2006-SA-0305)

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-après des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu naturel.

- Résultats récents dans les poissons et mollusques en baie de Seine (suivis AESN, 2005 - 2006).
- Niveaux relatifs dans les organismes aquatiques.





Niveaux relatifs en PCB indicateurs		
% (1 g/kg ps)	PCB indicateurs (PCBi)	CBI 53 (environ 30 à 40% des PCBi) dans Bassin Seine
ppm (1 mg/kg ps)	pétrel Antarctique (graisse)	
	puffin Atlantique	
	goéland américain (œuf)	
	cormoran Seine	
ppb (1 µg/kg ps)	oiseau marin Manche est	
	poissons américains	
	moules littoral normand	moules côtes françaises
	poissons plats littoral normand	huîtres côtes françaises
	autres mollusques littoral normand	
0,001 ppb (1 ng/kg ps)	zooplancton américain	sédiment Seine
	phytoplancton américain	huître Antilles
	lait maternel (lipides)	
	grands lacs USA	
	Eau Seine	Eau Seine

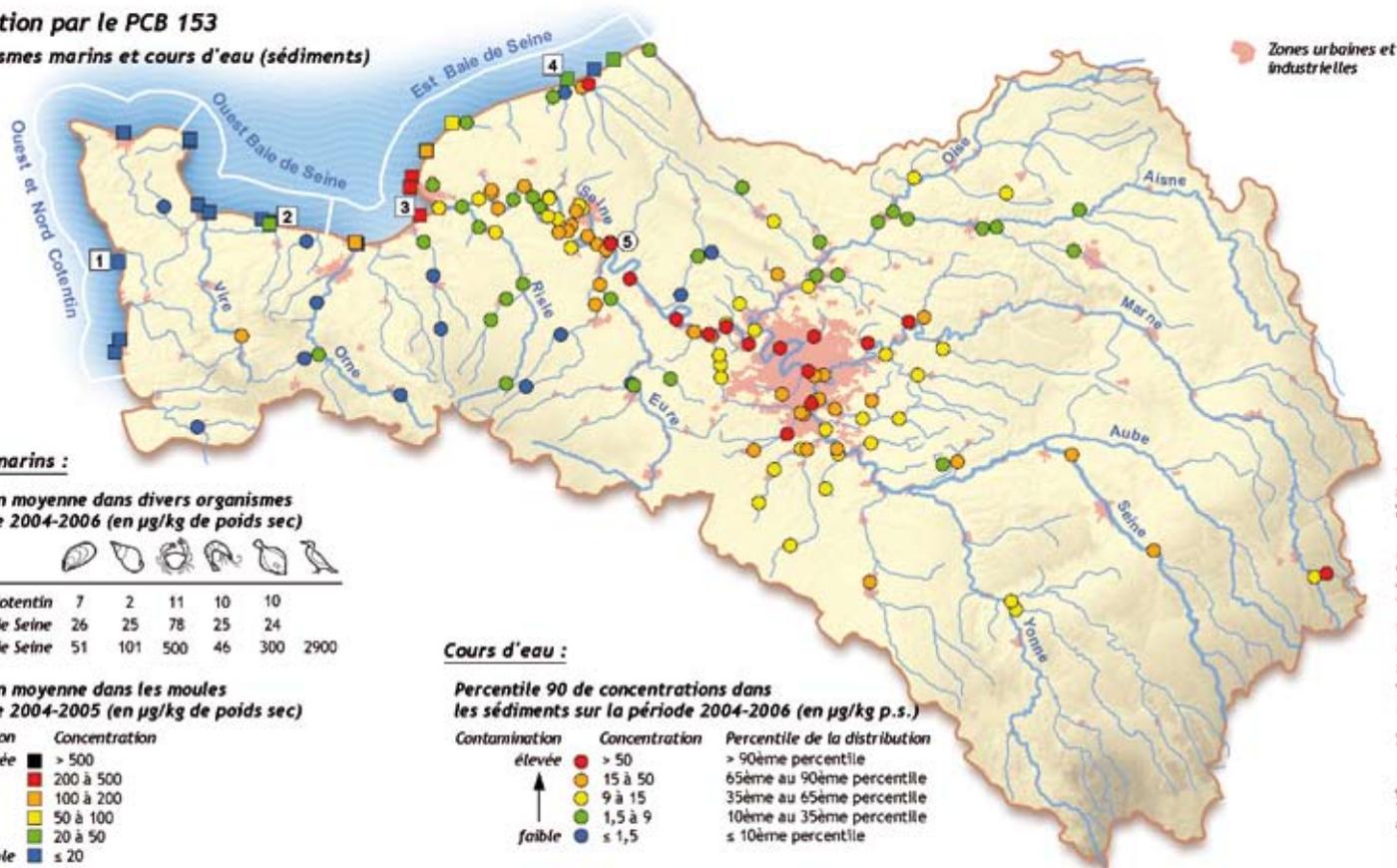
- Concentrations observées :

Compartiment	Somme PCBi	CB 153	PCB-DL	Dioxines PCDDs/PCDFs	Total PCDD/F et PCB-DL
Eau douce	Grands lacs USA (Ramade 2006) 5 ng/L	Seine à Poses (SNS 1995-2005) 1-2 ng/L		Non disponible	
Chaîne trophique eau douce	Grands lacs USA (Ramade 2006) Phytoplancton : 2,5 µg/kg Zooplancton : 123 µg/kg Eperlan : 1 mg/kg Truite : 4,8 mg/kg Oeuf goéland : 124 mg/kg Cormoran Seine : 40 mg/kg ps	Anguilles (AESN, 2007) Bresle 22 µg/kg ps Seine (Nogent) 170 µg/kg ps Seine (Méricourt) 400 µg/kg ps Aisne 440 µg/kg ps Risle 328 µg/kg ps Eure 250 µg/kg ps (CB 153 = 30 à 40% de la somme des PCBi chez poissons et coquillages Baie de Seine)	Cormoran Seine Etang de Poses : 950-4200 ngTEQ/g ps (CB 105-118-126-156 et 157 principalement) Anguilles (AESN 2007) Seine, Aisne Oise, Risle : 15 à 40 pg TEQ/g pf Bresle, Lézarde : 1 à 3 pg TEQ/g pf	Lac Huron (Ramade 2006) Salmonidés : 15-50 ngTCDD/kg Goéland : 70-170 ngTCDD/kg	
Sédiment eau douce		Seine à Poses 2003-2005 : 45 µg/kg ps		Allemagne (INERIS) ≤ 20 ng TEQ/kg	
Eau estuarienne et marine		Honfleur SNS 14 µg/L 1996			
Sédiment marin		Embouchure Seine (2003-2005) ≤ 8 µg/kg ps			
Coquillages, crustacés	Littoral Manche AESN 2004-2006 Moule 20-630 µg/kg ps St Jacques 10 µg/kg ps Coque 10-50 µg/kg ps Huître 10-70 µg/kg ps Bulot 10-270 µg/kg ps Crabe 10-260 µg/kg ps  Littoral français afssa 2006 Toulon 2 µg/kg pf La Rochelle 3 µg/kg pf Lorient 6 µg/kg pf Le Havre 55 µg/kg pf	Littoral français 2000-2004 Moule Manche-Atlantique <1-500 µg/kg ps Méditerranée <1-600 µg/kg ps Huître Manche-Atlantique 4-200 µg/kg ps Antilles : <1-14 µg/kg ps	Manche AESN 2004-2006 Moule : 3-29 pgTEQ/g ps St Jacques : 0,4-0,6 pgTEQ/g ps Coque : 0,01-9,1 pgTEQ/g ps Huître : 1,1-3,8 pgTEQ/g ps Bulot : 0,6-23 pgTEQ/g ps Crabe : 0,16-41 pgTEQ/g ps	Manche (AESN) Moules 1-16 pg TEQ/g ps Huîtres 1-6 pg TEQ/g ps Bulots 0,5-25 pg TEQ/g ps	Littoral français Afssa 2006 en pgTEQ/g pb Toulon 0,4 La Rochelle 0,5 Lorient 1,6 Le Havre 5,1 dû à la forte contamination des étrilles et crabes  Honfleur, tourteaux (chair brune) : 230 pgTEQ/g ps

Compartiment	Somme PCBi	CB 153	PCB-DL	Dioxines PCDDs/PCDFs	Total PCDD/F et PCB-DL
Poisson marin	<p>Manche AESN 2004-2006 Carrelet : 25-200 µg/kg ps Barbue : 1300 µg/kg ps</p> <p>Littoral français Afssa 2006 moyenne hors anguille 12 (Toulon) - 20 (Le Havre) µg/kg pf Anguille fortement contaminée : 2,26 mg/kg pf</p>	<p>Golfe de Gascogne (IFREMER 2005) Merlu 40 cm (foie) : 200-300 µg/kg ps Merlu 20 cm (foie) : 50 µg/kg ps</p> <p>Golfe du Lion (Méditerranée) Merlu 40 cm (foie) : 1-1,5 mg/kg ps Merlu 20 cm (foie) : 400-800 µg/kg ps</p>	<p>Manche AESN 2004-2006 Poisson plat : 2,8 - 60 pgTEQ/g ps</p>	<p>Manche Carrelet : 0,1 - 6 pgTEQ/g ps Bar : 5 - 7 pgTEQ/g ps</p>	<p>Littoral français afssa 2006 en pgTEQ/g pb hors anguille 1,1 (Toulon) 1,9 (Le Havre)</p> <p>Anguilles Honfleur : 88 pgTEQ/g pf 55 pgTEQ/g pf, avec 80 % de la toxicité due aux PCB-DL</p>
Oiseau marin	<p>Manche AESN 2004-2006 1-45 µg/kg ps</p> <p>Antarctique (Ramade, 2006) Pétrel (graisse): 697 mg/kg</p> <p>Atlantique austral (R., 2006) Puffin : 104 mg/kg</p> <p>Mexique, Puffin : 0,4 mg/kg</p>		<p>Manche AESN 2004-2006 836-4310 pgTEQ/g (Guillemot, plongeon)</p>		
Homme				<p>Moyenne française (INERIS, 2005) Lait maternel 16 pgTEQ/g de matières grasses</p>	<p>Lait maternel (lipides) : PCB-DL + PCDD/F = 41 pgTEQ/g de matières grasses</p>

## Contamination par le PCB 153

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



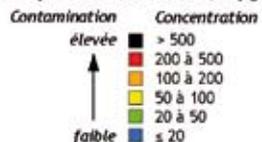
### Organismes marins :

Concentration moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec)



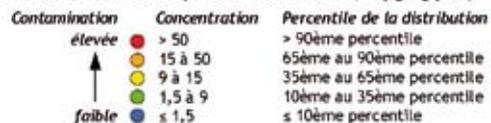
Ouest et Nord Cotentin	7	2	11	10	10
Ouest Baie de Seine	26	25	78	25	24
Est Baie de Seine	51	101	500	46	2900

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec)

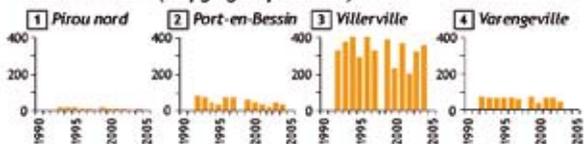


### Cours d'eau :

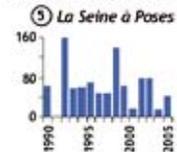
Percentile 90 de concentrations dans les sédiments sur la période 2004-2006 (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  p.s.)



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les moules (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec)



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les sédiments (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  p.s.)



**Contamination par les PCB-DL**

→ Les organismes marins



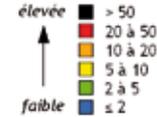
**Concentration totale moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en pg/g TEQ de poids sec)**



Ouest et Nord Cotentin	1	6			
Ouest Baie de Seine	5,5	6	22		6
Est Baie de Seine	9	16	10,5	9,5	2623

**Concentration totale moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en pg/g TEQ de poids sec)**

Contamination Concentration



**Contamination par les dioxines et les furanes**

→ Les organismes marins



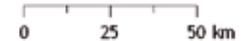
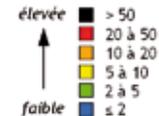
**Concentration totale moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en pg/g TEQ de poids sec)**



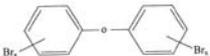
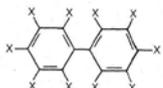
Ouest et Nord Cotentin	0,5	3			
Ouest Baie de Seine	3	2	13		3
Est Baie de Seine	7	6	8	2,5	52

**Concentration totale moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en pg/g TEQ de poids sec)**

Contamination Concentration



## POLYBROMODIPHÉNYLÉTERS (PBDE) ET POLYBROMOBIPHÉNYLES (PBB)

<p><b>Polybromés</b> (organohalogénés)</p> <p><b>PBDE</b></p>  <p>pentaBDE Formule C<sub>12</sub>H<sub>5</sub>Br<sub>5</sub>O N° CAS : 32534-81-9 Code SANDRE : 1921</p> <p><b>PBB</b></p>  <p>avec X = H ou Br</p>	<p>PBDE : appelés aussi diphenyléthers bromés et éthers diphenyliques polybromés. Famille de 209 congénères produits industriellement à partir du diphenyléther et du brome en présence de catalyseurs. Cette réaction conduit à des mélanges de molécules avec des degrés de bromation différents, comme les tétra-, penta-, octo- et, décaBDE (on ne peut synthétiser un seul type de molécule). Remarque : dans cette famille, le pentabromodiphenyléther est également appelé PBDE. PBDE : ce groupe est substance dangereuse prioritaire (DCE 2006).</p> <p>PBB : appelés aussi biphenyles polybromés. Produits par bromation du biphenyle dans un solvant organique, avec un catalyseur. Les différents isomères des PBB sont des solides blancs ou des flocons bruns. Les plus utilisés sont les hexa-, octa- et décabromobiphenyles.</p> <p>Stables et persistants, lipophiles, à l'instar des PCB : contamination générale des écosystèmes, plus faible en Europe qu'en Amérique du Nord. Bioaccumulation des composés de ces familles très importante par les organismes terrestres et aquatiques. Niveaux de toxicité pour l'environnement restant à établir. Effets possibles sur la santé d'après les expériences sur l'animal et les (rares) cas d'intoxications accidentelles humaines (PBB).</p>
---	--

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Consommation mondiale des PBDE en augmentation : de 20 000 Tonnes en 1984 à 67 000 Tonnes en 1999. Consommation européenne 2001 : décaBDE 7 600 T, pentaBDE 610 T, octaBDE 150 T.

Ainsi que les PBB, ils sont utilisés comme :

- Produits ignifuges dans une vaste gamme de produits de consommation (ajoutés à la mousse de polyuréthane<sup>1</sup> et à divers plastiques, notamment habitacles voitures).
- Rembourrage des meubles, canevas de tapis, textiles non destinés à l'habillement.
- Isolants électriques, boîtiers d'ordinateurs, téléphones et téléviseurs.

### Comportement dans le milieu aquatique des PBDE et PBB

Solubilité dans l'eau <sup>2</sup>	●
Solubilité dans les graisses <sup>2</sup>	● ● ● ● ●
Stockage dans le sédiment	● ● ● ● ●
Adsorption sur les m.e.s.	● ● ● ● ●

1 : PentaPBDE aujourd'hui interdit dans les mousses polyuréthanes.

2 : log Kow = 5 à 7 selon congénères.

Volatilité	● ●
Persistance	● ● ● ● ●
Biodégradabilité	Biotransformation éventuellement possible par les poissons ?
Dégradation abiotique	
Bioconcentration <sup>2</sup> Bioaccumulation	<p>moule BDE47 : 10<sup>6</sup></p> <p style="text-align: center;">● ● ● ● ●</p> <p>poisson PBDE et PBB : 10<sup>4</sup></p> <p style="text-align: center;">● ● ● ● ●</p>
Biomagnification	● ● ● ● ●

● nul ou négligeable, ● ● faible, ● ● ● moyen, ● ● ● ● fort

### Demi-vies dans l'environnement

Restent à établir. Substances très persistantes.

3 : Le tétrabromé BDE47 est celui qui est le plus retrouvé dans les tissus des organismes, alors que c'est le décabromé 209 qui est majoritairement utilisé dans les mélanges de PBDE.

## Effets sur l'environnement et sur l'homme des PBDE

Chez la souris, le degré de bromation intervient sur le niveau de toxicité chronique.

Toxicité	aiguë	chronique
	?	●●●●
	●●●●	●●●●
	?	●●●●
	●●●	souris : ●●● à ●●● ●●● selon degré de bromation
	● ?	●●●● ?

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé des PBDE et PBB

Aucune étude n'a établi de lien concluant entre les concentrations de PBDE chez l'homme et des problèmes de santé (Environnement Canada, 2004) :

Mode d'exposition (importance relative)	 moyenne PBDE 0,004 µg/j	+++
		++ (habitat, air intérieur, voitures)
		-

Organes et/ou fonctions atteints		Sur l'animal : PBDE : foie, thyroïde, activités enzymatiques, appareil reproducteur PBB : idem + peau
	C	?
	DI	PBB
	PE	PBDE et PBB

## Données toxicologiques et normes du pentaBDE

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 rongeur	100 µg/kg pc/j
Toxicité sublétale	
DJA (OMS)	néant
DHA (JEFCA)	néant
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 invertébrés	0,01 mg/L
NOEC algues	0,007 mg/L
invertébrés	0,005 mg/L
poissons	0,009 mg/L
PNEC eau douce	0,53 µg/L
PNEC eau marine	non déterminé
PNEC sédiment	0,31 mg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	sans objet
NQEp pentaBDE eau surface intérieure	0,0005 mg/L
NQEp pentaBDE eau de transition	0,0002 mg/L
NQEp pentaBDE eau marine	0,0002 mg/L
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	néant
Autres pays	voir § suivant

## Restrictions d'usages

Interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des PBDE et PBB dans les produits électriques et électroniques.

Interdiction des pentaBDE comme retardateurs de flammes dans les mousses de polyuréthanes.

Penta- et octaBDE interdits et usage limité des décaBDE en Suisse.

PBB interdits au Canada. HexaPBB interdit aux USA.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Néant hors réglementation du travail.

## Classification environnementale

Substance DCE	Groupe des PBDE : Dangereuse Prioritaire PBB : Non cités
Liste OSPAR	PentaBDE, octaBDE, décaBDE, hexaBDE : actions prioritaires
Catégorie C M R	Non déterminé
Indication du danger	N, Xn
Phrases de risque	PentaBDE : R50/53, 48/21/22, 64
Conseils de prudence	PentaBDE : S 60, 61, 1/2, 36/37, 45

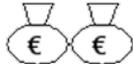
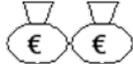
## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les PBDE et PBB, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Directive 2003-11/CE	Mise sur le marché et emploi
Directive 2002/95/CE	Interdiction de mise sur le marché dans les produits électriques et électroniques
Décret 2004-1227	Restrictions de mises sur le marché pour les évacuations des avions

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

PBDE	Norme	LQ	Coût HT
eau	GC/MS-NCI	0,01 ou 0,1 µg/L suivant les congénères	
sédiment	GC/MS-NCI d'après ISO 22032	1, 10 ou 25 µg/kg ps suivant les congénères	

## Niveaux d'imprégnation

PBDE les plus abondants dans l'environnement aquatique :

BDE 47>99>100>153>154>183>209. Concentrations très faibles dans l'eau mais pouvant être importantes dans le sédiment.

Dans les organismes aquatiques, BDE 47 majoritaire (environ 50% des PBDE mesurés).

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique. En l'absence d'indication contraire, la concentration indiquée concerne une somme de différents PBDE.

Site considéré	Amplitude de variation	Niveau relatif du bassin Seine-Normandie
Eau douce	Bassin Seine (2005) 0,06 à 6 µg/L	1000 µg /kg ps
Sédiment eau douce	Bassin Seine (2005) : 1-800 µg/kg ps moyenne 50µg/kg ps pentaBDE : 0,05-20 µg/kg ps Lac Erié 1998 : 22 µg/kg pf lac Ontario : 84 µg/kg pf	
Poisson eau douce	Anguille : Oise 250 µg/kg ps Seine : 100 µg/kg ps Risle : 60 µg/kg ps Lézarde : 5 µg/kg ps	100 µg /kg ps
Moule eau douce	Pays Bas 1999 <0,1-17 µg/kg ps BDE 47+99+153	
Eau marine	Côtes françaises : 0,000004 µg/L Pays-Bas : 0,0000001-0,000004 µg/L	

Phoque Dauphin  
Boues step  
Poissons marins  
Canada  
Poissons eau douce  
Canada

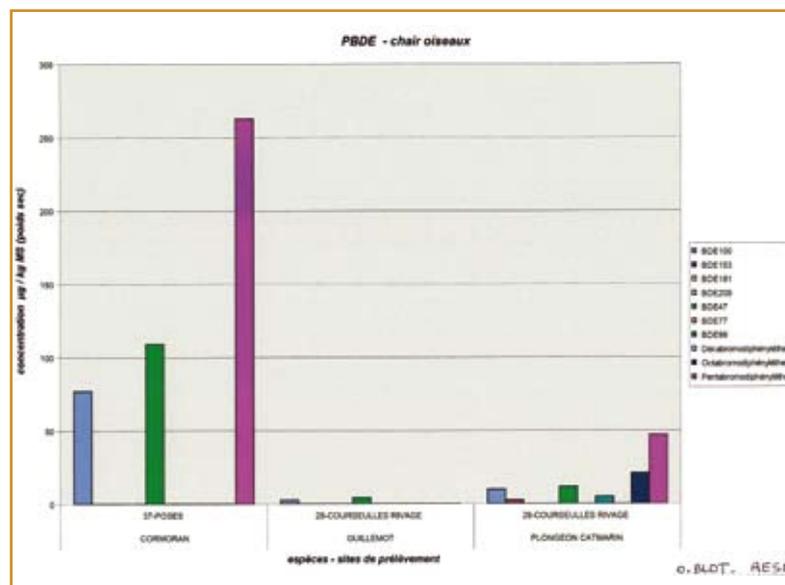
Sédiment estuarien	Estuaire Seine : 0,15-1,1 µg/kg ps BDE209 0,05-0,6 µg/kg ps BDE47 Estuaire Loire : 0,4-0,8 µg/kg ps BDE209 0,1-0,3 µg/kg ps BDE47	10 µg /kg ps	Sédiment Bassin Seine
Sédiment marin	Baltique 1991 : 0,5 µg/kg BDE47 Pays-Bas <0,7-22 µg/kg ps BDE47+99+100		Poissons estuaire Seine
Mollusques et crustacés	Estuaire Loire : crabe 0,16 µg/kg ps moule 0,4-0,8 µg/kg ps BDE47 crevette : 0,5-1,5 µg/kg ps (6BDE) Estuaire Seine moule : 0,3-4 µg/kg ps BDE47 crevette : 4 µg/kg ps (6BDE) Côte normande moule : 0,2-10 µg/kg ps crustacés : 0,1-0,2 µg/kg ps Pays-Bas moule : 0,3-4 µg/kg ps St Laurent 1998 crevettes 0,2-0,7 µg/kg ps	1 µg /kg ps	Max moule Normandie
Poissons marins	Estuaire Seine : Flet : 4-31 µg/kg ps Anguille : 4-16 µg/kg (6 BDE) Côte normande gobie : 3-7 µg/kg ps bar : 6-12 µg/kg ps St Laurent 1998 flétan : 13 µg/kg ps poulamon : 275 µg/kg ps Pays-Bas flet : <0,01-20 µg/kg ps BDE47 +99	0,1 µg /kg ps	Sédiments Estuaires Loire et Seine
Oiseaux piscivores	1998 Canada guillemot : 2,9 µg/kg pf fulmar : 1,7 µg/kg pf 2005 (Seine - AESN) Cormorans Poses : 900 µg/kg ps Penta BDE : BDE47 : 100 µg/kg ps BDE100 : 80 µg/kg ps Plongeon littoral normand : Penta BDE : 50 µg/kg ps BDE47 : 20 µg/kg ps BDE100 : 20 µg/kg ps		Sédiments marins France

Mammifère marin	St Laurent phoque et bélouga : 700 µg/kg ps		
Boues station d'épuration	Suède : 13-270 µg/kg ps Pays-Bas : 22-350 µg/kg ps Suisse : 200-700 µg/kg ps		

Campagne 2005 dans le bassin Seine-Normandie : présence de PBDE dans une vingtaine de cours d'eau (environ 50 échantillons avec concentrations significatives dans l'eau sur 2500 analyses, et 80 dans le sédiment sur 160 analyses). Les points les plus contaminés (plus de 300 µg/kg) se situent dans la Marvange, la Seine à Carrières sur Poissy, l'Orge, et l'Auxence en aval d'une station d'épuration.

Contamination des côtes françaises par le BDE 47, le BDE 99 et le BDE 100 mise en évidence depuis 1980, culminant dans les années 1990, semblant décroître depuis (Ifremer, 2005).

Au Canada, les concentrations dans le biote ont augmenté de facteurs compris entre 3 et 10 entre 1975 et 1998.



Bioconcentration des PBDE dans la chair des oiseaux piscivores (cormorans en Seine, guillemot et plongeon sur côte normande).

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

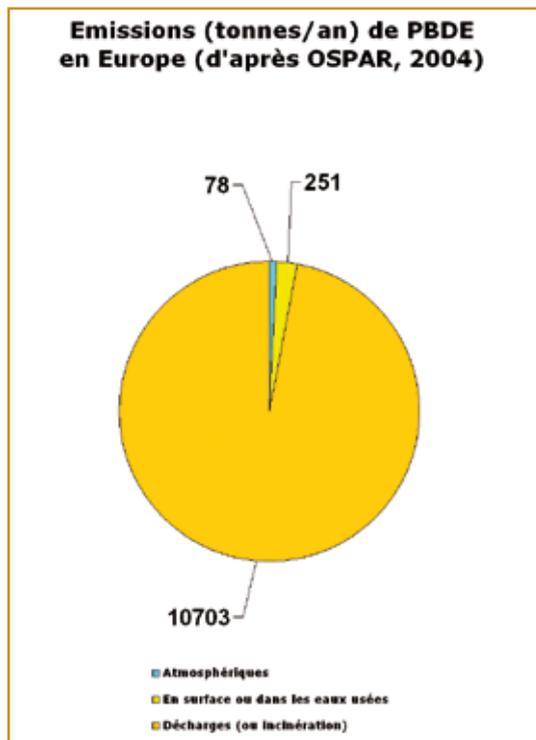
Restent à établir.

Libération dans l'environnement lors de la production, l'utilisation et l'élimination des matériaux contenant des PBDE et PBB. Très forte production d'équipements électriques et électroniques et taux élevé de remplacement induisant chaque année dans le monde 20 à 50 millions de tonnes de déchets d'équipements électriques et électroniques contenant PBDE et PBB<sup>4</sup>.

Bien que l'usage des PBDE soit maintenant restreint dans certains pays, des rejets dans l'environnement peuvent encore se produire :

. lors de la dégradation des matériaux traités qui en rejettent en fin de vie,

. parce qu'ils sont présents dans des produits importés (textiles, plastiques).



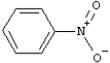
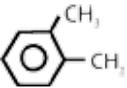
## Bibliographie spécifique

- BOIREAU V., BENANOU D., 2006, *Analyse des PBDE dans les boues de stations d'épuration*. Note Véolia.
- FAO-PNUE, 1992, *Document d'orientation des décisions, Polybromobiphényles*, 10 p.
- IFREMER, 2006, *Etude rétrospective de la contamination chimique*.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Pentabromodiphényléther*.
- INRS, *Fiche toxicologique, 2004, n°251, Décabromodiphényléther*, 4 p.
- LAW J.L., et coll ., 2006, *Levels and trends of brominated flame retardants in the European environment*, Chemosphere 64 : 187-208.
- PNUE, 2004, *Les déchets électroniques*, bulletin d'alerte environnementale, n°5, 4 p.
- ABARNOU A., 2008, *Distribution et devenir des contaminants persistants dans les écosystèmes littoraux ; comparaison Manche Ouest-Manche Est*, rapport à AESN.
- RAGUET M., 2006, *Fiche substance prioritaire*, document AESN.
- Santé Canada, 2004, *Fiche d'information concernant les PBDE*.

4 : Ainsi que plomb, cadmium et chrome.

## BENZÈNE ET DÉRIVÉS

Composés Organiques Volatils COV	<p>Présence naturelle de benzène et de toluène dans l'environnement (feux de forêt, volcanisme, pétrole, houille), mais majoritairement émis, dans l'atmosphère, par les gaz d'échappement des véhicules et les émanations lors du remplissage des réservoirs.</p> <p>Obtenu par récupération, principalement dans les raffineries, à partir de l'essence de pyrolyse et des essences de reformage.</p> <p>Chlorobenzènes et nitrobenzènes d'origine anthropique uniquement, produits respectivement par chloration (1 à 6 atomes de chlore) et nitration du benzène. Nitrobenzène également sous-produit de dégradation des organophosphorés.</p> <p>Liquides très volatils, d'odeur aromatique, perceptibles à des concentrations de l'ordre de quelques ppm, très inflammables, dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air.</p> <p>Faible potentiel de bioaccumulation, mais toxiques pour l'environnement.</p> <p>Effets sur la santé en cas d'exposition prolongée (en milieu professionnel principalement).</p> <p>Benzène, chlorobenzènes, toluène, xylène assez facilement biodégradables dans l'eau.</p> <p>Le benzène est une substance prioritaire (DCE 2006).</p>
--	--

substance	abréviation	N° CAS	code SANDRE	molécule
Benzène	benzène + toluène ) + xylène )	71-43-2	1114	 ou  C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Chlorobenzène	TCB CBz	108-90-7	1467	Chlorobenzène C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl
trichlorobenzènes		79-94-7	1630	
isomères 1,2,3		87-61-6	1283	
1,2,4		120-82-1	1629	
1,3,5				
di,tétra, penta, hexachlorobenzènes				
Nitrobenzène		98-95-3	2614	 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>
Toluène	BTEX =	108-88-3	1278	
Xylène Isomères o-m-p	benzène toluène éthylbenzène xylène	1330-20-7	1780	m-xylène 

*Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement*

	<b>Benzène</b>	<b>Chlorobenzène</b>	<b>Nitrobenzène</b>	<b>Toluène</b>	<b>Xylène</b>
<b>Volume produit (UE)</b>	7 000 000 T en 2001. Production actuellement stable ou en légère régression, après une période de croissance passée.	97 000 T utilisées en Europe en 1987. 1400 T de 1,2,4 TCB. En fort déclin en raison de l'abandon de son utilisation dans la production de phénol, aniline et pesticides.	environ 1 200 T produites par an.	N.D.	2 700 000 T en 1995
<b>Utilisation et production</b>	Molécule de base de la chimie organique : utilisée dans la production d'un très grand nombre de produits chimiques. Additif pour l'essence sans plomb. Solvant dans l'industrie des parfums, dans les peintures, les produits de nettoyage et l'imprimerie.	Solvant dans peintures, teintures, adhésifs, produits pharmaceutique. Intermédiaire dans la fabrication de pesticides et d'insecticides. Fluide diélectrique et fluide de transfert de chaleur.	Utilisé principalement dans la production de l'aniline et ses dérivés. Fabrication de caoutchouc synthétique, de pesticides, de colorants, de médicaments, de vernis et de cirages. Solvant de peintures.	Utilisation dans l'essence, comme solvant et additif de différents produits (peintures, encres, produits pharmaceutiques et cosmétiques). Essence automobile (5-7% de toluène) à l'origine de 65% du toluène anthropique présent dans l'air	Solvant dans peintures, vernis, colles, insecticides, matières colorantes. Egalement utilisé dans l'industrie du caoutchouc, des produits pharmaceutiques et dans les laboratoires d'histologie.

## Comportement dans le milieu aquatique

	Benzène	Chlorobenzène	Nitrobenzène	Toluène	Xylène
Solubilité dans l'eau	●●●●	●●●	●●●●●	●●●	●●●●
Solubilité dans les graisses	●●●●	●●●●	●●●●	●●	●●
Stockage dans le sédiment	●●	●●●	●●	●●	●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●	●●●	●●		
Volatilité	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Persistance	●	●	●●●		
Biodégradabilité	●●●●	●●●	●	●●●	m-p ●●●
Dégradation abiotique	●	☀	☀	☀ formation d'ozone	o ●● ☀
Bioconcentration	Poisson	Carpe	Guppy 31 ●	Poisson	Poisson
Bioaccumulation	<10 ●	4 – 40 ●		30 ●	20 ●
Biomagnification	●	●	●	●	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air XXX dans l'eau XXX dans le sol XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité aiguë	Benzène	Chlorobenzène	Nitrobenzène	Toluène	Xylène
	●	●	●	?	●●
	●●	●●	●	●●●●	●●
	?	?	?	?	?
	●●	●●	●	?	●●
	Rat ●●	Rat ●●●●	●●●●	Lapin ●	?
	●●●	●●	●●●	●●	●●●●

Toxicité chronique	Benzène	Chlorobenzène	Nitrobenzène	Toluène	Xylène
	●	●●	●	?	●●●
	●●	●●	●	?	●●●
	?	?	?	?	
	●●●	●●	?	●●	●●●
	Rat ●●●	Rat ●●	Rat ●●	Pas de données	?
	●●	●	●●●	●●●	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

		Benzène	Chlorobenzène	Nitrobenzène	Toluène	Xylène
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		-	-		-	-
		Risque lié à l'utilisation dans les produits domestiques probablement marginal – Pollution automobile + Milieu professionnel +++	Usage domestique non voie d'émission significative - Plus d'usine de production en France ; dans les sites d'utilisation +++	Milieu professionnel +++	+++	+++ Pollution automobile, Peintures, vernis Tabac
		-	Chlorobenzène à la base de l'acide picrique autrefois utilisé comme remède aux brûlures (et comme explosif) -	Milieu professionnel +++	-	-
Organes et/ou fonctions atteints		Moëlle osseuse, Système hématopoïétique Système nerveux central	Système nerveux central, foie, reins, peau (Sang sur l'animal)	Système sanguin, foie système nerveux central  Testicules	Système nerveux central foie, rein, fœtus, lait maternel	SNC, systèmes respiratoire, cardio-vasculaire, gastro-intestinal
	C	Leucémie	Pas de données	?	Manque de données	Pas de conclusion
	DI	Système immunitaire ●●●	Pas de données	?	?	?

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Benzène	Chlorobenzène	Nitrobenzène	Toluène	Xylène
<b>Toxicité</b>					
DL50	rat 2910 mg/kg pc	homme 50 – 500 mg/kg pc	rat 700 mg/kg pc	lapin 12 400 mg/kg pc	

Toxicité sublétales					
DJA Canada DJT OMS	0,4 mg/kg pc/j 85 µg/kg				
DHA (JEFCA)					
<b>Ecotoxicité</b>					
CE50	daphnie 24 h 4,3 mg/L	truite arc-en-ciel 96 h 5,3 mg/L	algue 96h 18 mg/L invertébré 11 mg/L	daphnie 48h 11,5 mg/L	algue 72h o : 4,7 mg/L m : 4,9 mg/L p : 3,2 mg/L daphnie 48h o : 1 mg/L m : 4,7 mg/L p : 3,6 mg/L Poisson: 96 h o : 7,6 mg/L m : 8,4 mg/L p : 2,6 mg/L
NOEC	truite arc-en-ciel 30 j 2,9 mg/L	ceriodaphnie 7j 3 mg/L	algue 72 h 9 mg/L invertébré 2 mg/L	truite 27j 1,4-4,7 mg/L cyprinodon 28j 3,2 mg/L	Algue 8j o : 1 mg/L m : 0,7 mg/L p : 0,9 mg/L
PNEC eau douce	32 µg/L	80 µg/L	38 µg/L	74 µg/L	o : 10 µg/L m : 47 µg/L p : 26 µg/L
PNEC eau marine					o : 133 µg/L o : 442 µg/L p : 453 µg/L
PNEC sédiment			127 µg/kg pf	488 µg/kg ps	
<b>Normes et seuils</b>					
Bruit de fond	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet
NQEp eau surface intérieure	32 µg/L	10 µg/L	Néant	Néant	Néant
NQEp eau de transition	32 µg/L	8 µg/L	Néant	Néant	Néant
NQEp eau marine	32 µg/L	8 µg/L	Néant	Néant	Néant
Limite de qualité eau potable	Néant	1 µg/L	Néant	Néant	Néant
Recommandation OMS eau potable	300 µg/L	10 µg/L		700 µg/L	
Baignade et loisirs	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Chair coquillages crustacés, poissons	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Norme sol	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Norme boues	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Rejets industriels	4-6 mg/L si rejet > 10 g/j	1,5-3 mg/L si rejet > 1 g/j	Néant	Néant	Néant

## Restrictions d'usages

Limitation de la concentration en benzène dans les carburants à 1 % en volume.

Limitation à 0,1 % en poids de la teneur en benzène des préparations industrielles (sauf pour certains carburants et préparations industrielles).

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Remettre en déchetterie, ou faire entrer dans le circuit DTQD (pour les ateliers artisanaux), les fonds de pots ou de cuves de tous produits chimiques, notamment solvants, vernis et peintures, ou hydrocarbures.

## Classification environnementale

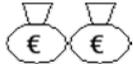
	Benzène	Chlorobenzène	Nitrobenzène	Toluène	Xylène
Substance DCE	Prioritaire	Non cité	Non cité	Non cité	Non cité
Liste OSPAR	Non cité	Actions prioritaires 1,2,3- 1,2,4- 1,2,5-trichlorobenzène	Non cité	Non cité	Non cité
Catégorie C	1	Non classé	3	Non classé	Non classé
M	2	Non classé	Non classé	Non classé	Non classé
R	Non classé	Non déterminé	3	3	Non classé
Indication du danger	F,T	Xn, N	T, N	F, Xn	Xn
Phrases de risque	R 11, 36/38, 45, 46, 48/23/24/25, 65	R 10, 20, 51/53	R 23/24/25, 40, 48/23/24, 51/53, 62	R 11, 38, 48/20, 63, 65, 67	R 10, 20/21, 38
Conseils de prudence	S 45, 53	S 2, 24/25, 61	S 1 /2, 28, 36/37, 45, 61	S 2, 36/37, 46, 62	S2, S25

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe. Pour le benzène et ses dérivés, s'appliquent de plus :

	Texte	Objet
benzène	D 1999/13/CE	Réduction emploi
	D 87/677/CE	Limitation dans préparations industrielles
	D 98/70/CE	Limitation concentration dans carburants
	D 94/63/CEE	Limitation émission COV
	Arrêté 2 février 1998	Limitation rejets
chlorobenzène	Arrêtés 10 juillet 1990 et 2 février 1998	Teneur limite des rejets
nitrobenzène	Arrêtés 10 juillet 1990 et 1er mars 1993	Teneur limite des rejets

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

	Norme	LQ	Coût HT   substance
eau	Chlorobenzènes et BTEX : NF EN ISO 15680 GC/FID	1 µg/L	
sédiment	Chlorobenzènes : GC/FID/ECD BTEX : GC/FID	10 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Le benzène et ses composés sont essentiellement présents dans l'air (plus de 98%, sauf le nitrobenzène, présent à 68% dans l'eau d'après IFREMER), du fait de leur volatilité et leur vitesse de dégradation.

Les composés benzéniques comme les chlorobenzènes ne se dégradent pas en benzène dans le milieu aquatique.

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Benzène	Trichlorobenzènes
Pluie	Maximum Europe : 0,5 µg/L Moyenne France : 0,05 µg/L	
Eau douce	Rhin CIPR 1993-2000 < 2 µg/L Bassin du Rhône : 2 détections sur 600 mesures depuis 1995 MES Rhône : maximum quelques centaines de µg/L Bassin de la Loire < LQ (0,2 µg/L)	Estuaire Seine 1995 < 0,02 µg/L Rhin, Meuse 1997 : 88 mesures 1,2,4 TCB < LQ 0,02 µg/L Rivières européennes < 0,4 µg/L
Eau souterraine	Bassin Rhin Meuse 2003 < 0,2 µg/L (LQ)	
Estuaire		Estuaire Seine 1995 Honfleur < 0,4 µg/L
Eau marine	Golfe du Mexique non pollué 0,005-0,015 µg/L	
Sédiment		Bassin du Rhône 1993 : 6 mesures sur 150 > LQ moyenne 5 µg/kg ps sur MES 34 µg/kg ps Rhin , Meuse 1992-1996 : Moyenne 1,2,4 TCB 3 µg/kg ps Sur MES moyenne 1,2,4 TCB 8 µg/kg ps
Invertébrés marins		Mer Blanche Russie Copépodes moyenne 0,5 µg/kg Crabe moyenne 0,8 µg/kg Buccin moyenne 0,4 µg/kg
Mammifère marin		Mer Blanche Russie Phoques 7-50 µg/kg lipides

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir dans le bassin Seine-Normandie.

- Benzène présent dans les rejets des installations industrielles qui le produisent et principalement qui l'utilisent ; rejets possibles par les stations d'épuration des raffineries et établissements pétrochimiques, les lixiviats de décharges ou de sols contaminés, les fuites de stockages enterrés d'essence. Très volatil, le benzène reste peu présent dans les eaux de surface en aval des rejets.

Rejets stations d'épuration urbaines	Bassin Rhin-Meuse 2003 < 0,2 µg/L (LQ)
Rejets industriels	Sites production/utilisation < 1 µg/L Raffineries et usines pétrochimiques 0-1 mg/L Eaux pluviales stations-service et dépôts de carburants Allemagne : 1 mg/L

- Rejets de chlorobenzènes émis par les sites industriels évalués à moins de 0,1% de la production. Apports possibles lors de l'élimination des déchets industriels. Réduction de 99% des quantités rejetées dans l'eau en Europe entre 1985 et 2004 (Euro Chlor). Rejets dans l'eau en Europe d'environ 100 T de chlorobenzène et de 550 kg de 1,2,4-TCB par an. Flux total de chlorobenzène dans l'eau en France en 2004 par les ICPE : environ 18 T.
- Pas de données sur les rejets de nitrobenzène, toluène, xylène dans l'eau.

## Bibliographie spécifique

- Euro Chlor, représentant de l'industrie européenne du chlore et des alcalis : [www.eurochlor.org](http://www.eurochlor.org)
- European Union Risk Assessment Report : Nitrobenzene risk assesment draft.
- IFREMER, 2005, Fiche de synthèse benzène.
- INERIS, 2006, Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : benzène, chlorobenzène, toluène ; o-, m-, p-xylènes et leur mélange.
- INERIS, 2006, Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Benzène, Chlorobenzène, 18 p.
- INRS, Fiches toxicologiques n°23, 49, 84, Chlorobenzène, Benzène, Nitrobenzène.
- MUIR D., SAVINOVA T., SAVINOV V., ALEXEEVA L., POTELOV V., SVE-TOCHEV V., 2003, Bioaccumulation of PCBs and chlorinated pesticides in seals, fishes and invertebrates from the White Sea, Russia, Science of Total Environment 306, 111-131.
- RAGUET M., 2005, Fiches techniques Benzène, Trichlorobenzènes, Pentachlorobenzènes, AESN.

## SOLVANTS CHLORÉS ALIPHATIQUES

Composés organiques halogénés volatils (COHV)

Produits industriellement comme intermédiaires de synthèse et solvants. Peuvent apparaître comme sous-produits de désinfection du traitement d'eau.

Dichlorométhane : est aussi à 25% d'origine naturelle (200 000 T/an émis dans les océans).

Les composés dérivés du méthane (CH<sub>4</sub>), par remplacement d'atomes d'hydrogène par un halogène (dont le chlore), sont appelés « haloformes »

Bioaccumulation faible à très faible.

Lentement biodégradables.

Peu toxiques pour les organismes aquatiques, nettement plus pour les mammifères.

Cancérogènes suspectés, effets sur le système nerveux central, le cœur, les poumons, le foie ou les reins.

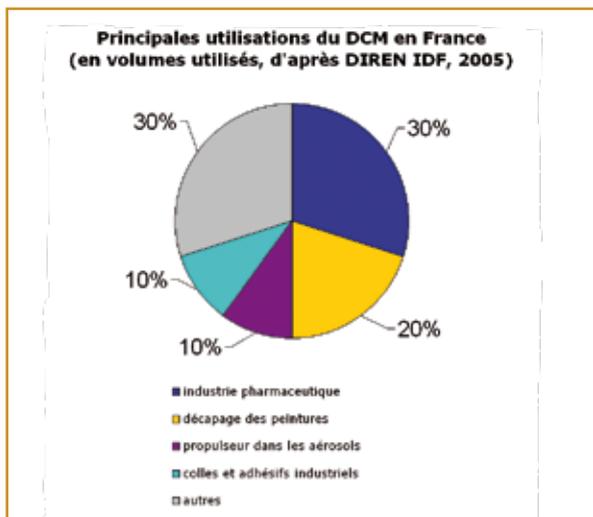
Les 3 premiers des 5 COHV étudiés ci-dessous sont des substances prioritaires (DCE).

Citons aussi le tétrachlorure de carbone, non étudié ici, interdit pour les produits grand public et limité à certains usages professionnels.

substance	abréviation	N° CAS	code SANDRE	molécule
Dichlorométhane = Chlorure de méthylène CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	DCM	75-09-2	1168	
1,2-dichloroéthane = Chlorure d'éthylène C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	DCE	107-06-2	1161	
Chloroforme = Trichlorométhane CH Cl <sub>3</sub>	TCM	67-66-3	1135	
Trichloroéthylène C <sub>2</sub> H Cl <sub>3</sub>	TCE	79-01-06	1286	
Tétrachloroéthylène = Perchloréthylène C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	TTCE	127-18-4	1272	

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

	DCM	DCE	TCM	TCE	TTCE
Volume produit (UE)	250 000 T/an en 1991, en décroissance depuis. 30 000 tonnes mises sur le marché en France en 2002.	1 600 000 T	300 000 T/an	Consommation française annuelle de 3 900 T	280 000 T/an en 1990.
Utilisation et production	Un des solvants chlorés les plus importants par les quantités employées et l'étendue de ses applications. Formation lors des traitements de chloration d'eau potable et usée.	Utilisé à 95 % comme intermédiaire dans la synthèse de chlorure de vinyle Fabrication de nylon, matières plastiques, peinture, vernis, produits nettoyants, agents mouillants, solvant pour les graisses et l'extraction d'épices, traitement par fumigation.	Utilisé à 80% pour la fabrication d'hydrocarbures chlorofluorés (HCFC-22) destinés à la réfrigération) ou de chlorofluoropolymères. Solvant pour l'extraction de produits pharmaceutiques des huiles et des alcaloïdes, agent de purification dans l'industrie des matières plastiques. Formation lors des chloration d'eau potable et usée et du blanchiment de la pâte à papier.	Utilisé à 95% pour le dégraissage des pièces métalliques. Utilisé pour le nettoyage du coton et de la laine. Fabrication des adhésifs, lubrifiants, peintures, vernis et pesticides. Les rejets sur les sols ou surfaces aquatiques se volatilisent en grande partie dans l'atmosphère.	Solvant et nettoyant à sec dans la fabrication de textiles, le dégraissage et nettoyage de métaux. Fabrication de décapants pour peinture, encres d'imprimerie, adhésifs et produits de nettoyage spécifiques.



## Comportement dans le milieu aquatique

	DCM	DCE	TCM	TCE	TTCE
Solubilité dans l'eau	●●●	●●●●	●●●●	●●	●
Solubilité dans les graisses	●●	●●	●●	●●	●●
Stockage dans le sédiment	●● à ●●●●	●● à ●●●●	●● à ●●●●	●●●	●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●	●●			●●
Volatilité	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Persistance	●● à ●●●●●	●●● à ●●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Biodégradabilité Dégradation abiotique	●●●● ☀	☀	●● ☀	●●	● ☀
Bioconcentration Bioaccumulation	invertébrés 1-8 ● poissons 2-40 ●	poisson 2 ●	carpe 13 ●	carpe 4-17 ●	algues marines 101 ● poissons 40-50 ●
Biomagnification	-	-	-	-	-

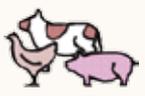
● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

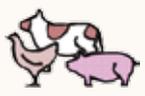
## Demi-vies dans l'environnement

1000 ans	Dichlorométhane		Chloroforme
100 ans			
10 ans	1,2-dichloroéthane dichlorométhane	Chloroforme	Trichloroéthylène
1 an	Trichloroéthane		
1 mois		Tétrachloroéthylène 1,2-dichloroéthane	Chloroforme
1 semaine	Tétrachloroéthylène		
1 jour			

XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol    XXX dans le sédiment

Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité aiguë	DCM	DCE	TCM	TCE	TTCE
	●	●	●	●	●●
	●	●	●	●	●●
	●	●	●		
	●	●	●	●	●●
	rat ●●●●	●● à ●●●●	rat ●●●●	●●	rat ●●
	●●●●	●●●	●●	●●●●	●●●●

Toxicité chronique	DCM	DCE	TCM	TCE	TTCE
	●	●	●	●	●●
	●	●	●		●●●●
	●	●	●		
	●	●	●	●●	●●
	rat ●●●●	souris ●●●●	●●●●	●●	●● ?
	●●●●	●●	●●●●	●●●●	●●●● ? Peu de données

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

		DCM	DCE	TCM	TCE	TTCE
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+ eau	+ eau	alimentation et eau +++ moyenne journalière = 2 µg/kg/j	alimentation et eau ++	+
		+++	+++	+++ <sup>1</sup>	+++	+++
		+?	+?	+	+	+
Organes et/ou fonctions atteints		système nerveux central et foie  rein, sang, cœur, système immunitaire, peau	foie et rein système nerveux cœur et poumon	système nerveux central, foie  rein, sang, cœur, système immunitaire  peau	système nerveux central, peau	système nerveux central, poumons, cœur
	C	cerveau ? tous types ?	colon et rectum	vessie et tube digestif	cancérogène et mutagène	? effets possibles
	DI	inconnu	inconnu	inconnu	inconnu	inconnu
	PE	inconnu	inconnu	inconnu	inconnu	inconnu

<sup>1</sup> : Notamment piscines, douches et vapeurs de pressing (avec du perchloréthylène).

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	DCM	DCE	TCM	TCE	TTCE
<b>Toxicité</b>					
DL50 rat	2 mg/kg	680 mg/kg	<450 mg/kg homme 543 mg/kg		<2600 mg/kg
Toxicité sublétales					
DJA Canada DJT (OMS)	50 µg/kg/j		13 µg/kg/j	200mg/kg/j	
DHA (JEFCA)					
<b>Ecotoxicité</b>					
CL50 algues daphnie poisson marin	48h 220 mg/ 48h 97 mg/L	130 mg/L 48h 115 mg/L 96h	29 mg/L 48h 28 mg/L 96h	72h 36,5 mg/L 48h 18 mg/L 16-40 mg/L	72h 3,6 mg/L 48h 8 mg/L 96h5-18mg/L
NOEC algue daphnie poissons	56 mg/L 96h	360 mg/L 96h	6 mg/L	CE10 12 mg/L 0,15 mg/L 6 mg/L	CE10 1,7mg/L 0,5-1 mg/L 1,5-3 mg/L
PNEC eau douce	99 µg/L	1,1 mg/L	146 µg/L	115 µg/L	51 µg/L
PNEC eau marine	1650 µg/L				
PNEC sédiment	97,5 µg/kg pf 253 µg/kg ps	3,5 mg/kg	21 µg/kg pf 55 µg/kg ps	316 µg/kg pf 822 µg/kg ps	21 µg/kg pf 277 µg/kg pf 722 µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>					
Bruit de fond	?	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet
NQEp eau surface	20 µg/L	10 µg/L	12 µg/L	10 µg/L	10 µg/L
NQEp eau de transition	20 µg/L	10 µg/L	12 µg/L	10 µg/L	10 µg/L
NQEp eau marine	20 µg/L	10 µg/L	12 µg/L	10 µg/L	10 µg/L
Limite de qualité eau potable	Néant	3 µg/L	Total THM <sup>2</sup> 100 µg/L	total TCE TTCE 10 µg/L	total TCE TTCE 10 µg/L
Recommandation OMS eau potable	<20 µg/L	<0,30 µg/L		70 µg/L (provisoire)	40 µg/L
Baignade et loisirs	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Chair coquillages	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Chair poissons et crustacés					
Norme sol	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Norme boues	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Rejets industriels	1,5 mg/L	Néant	Néant	Néant	Néant

2 : THM (trihalométhanes) : chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane.

## Restrictions d'usages

Dichlorométhane : Interdit en pressing et usages textiles.

Dichloroéthane : Interdiction de mettre sur le marché et d'importer cette substance à destination du public.

Chloroforme : N'est plus utilisé pour l'anesthésie (suite aux décès à

court terme ou aux effets hépatiques retardés). Doit être utilisé à une concentration inférieure à 1% en poids pour une mise sur le marché à destination du public.

Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

À éliminer comme déchets dangereux, en déchetterie et/ou par circuit spécialisé (DMS, DTQD, DMD), comme tous solvants organiques ou hydrocarbures.

## Classification environnementale

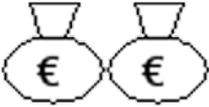
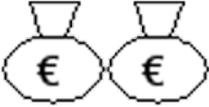
	DCM	DCE	TCM	TCE	TTCE
Substance DCE	Prioritaire	Prioritaire	Prioritaire		
Liste OSPAR	Non cité	Non cité	Non cité	Non cité	Non cité
Catégorie C M R	3 non déterminé	2 non déterminé	3 non déterminé	2 3 non déterminé	3 non déterminé
Indication du danger	Xn	T, F	Xn	T	Xn, N
Phrases de risque	R 40	R 45 - 11 - 22 - 36/37/38	R 22 - 38 - 40 - 48/20/22	R45-36/38-52/53-67	R40-50-51-53
Conseils de prudence	S 2 - 23 - 24/25 - 36/37	S 53 - 45	S 2 - 36/37	S53-45-61	S2-23-36/37-61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe. S'appliquent de plus :

substance	Texte	Objet
DCM	Arrêté 2 mai 2002	utilisation de solvants pour le nettoyage à sec et le traitement des textiles
DCM	Arrêté 4 juin 2004	ateliers de réparation et d'entretien de véhicules
TCM	Arrêté 7 août 1997	Mise sur le marché

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Solvants chlorés aliphatiques	Norme	LQ	Coût HT   substance
eau	NF EN ISO 10301	DCM : 10 µg/L DCE : 2 µg/L TCE : 1 µg/L TTCE : 1 µg/L	
sédiment et biote	Purge and Trap/GC/MS	DCM : 50 µg/kg ps DCE : 10 µg/kg ps TCM : 100 µg/kg ps TCE : 100 µg/kg ps TTCE : 10 µg/kg ps	

## Présence dans l'environnement

- Ces solvants sont présents entre 90 et 100% dans l'air du fait de leur volatilité (moins de 5% dans l'eau).
- Leur dépôt peut néanmoins contaminer les sols et les nappes par percolation, y compris après dépôts aériens provenant de ventilations d'ateliers industriels.
- Les solvants chlorés sont ainsi les plus couramment rencontrés dans les sites industriels pollués et peuvent être à l'origine de pollutions persistantes de nappes souterraines (exemple : Europe, Alsace...).

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique.

Compartment considéré	Dichlorométhane	Dichloroéthane	Chloroforme
Eau douce	Orge à Sermaise 2001-2005 10 µg/L Essonne à Corbeil 2001-2005 10 à 14 µg/L Yonne à Montereau 2001-2005 10 à 20 µg/L Seine à Poses 4,81 µg/L (SNS, 2006) Bassin du Rhône : non détecté aux points RNB en 2002	Orge à Sermaise 2001-2005 20 µg/L Essonne à Corbeil 2001-2005 0,5 à 20 µg/L Yonne à Montereau 2001-2005 0,5 à 20 µg/L Non détecté en Seine en 2005 (SNS, 2006). Seine à Poses 1 µg/L (SNS, 2006) Bassin du Rhône : non détecté aux points RNB en 2002	Orge à Sermaise 2001-2005 0,6 à 0,9 µg/L Essonne à Corbeil 2001-2005 0,5 à 4,9 µg/L Yonne à Montereau 2001-2005 0,5 à 9,9 µg/L Seine à Poses 0,5 µg/L (SNS, 2006) Bassin du Rhône : détecté au moins une fois dans 7 % des stations RNB en 2002
Eau estuarienne	Seine à La Bouille 15 µg/L Seine à Caudebec-en-Caux 6,13 µg/L (SNS, 2006)	Seine à La Bouille 1 µg/L Seine à Caudebec-en-Caux 1 µg/L (SNS, 2006)	Seine à La Bouille 0,5 µg/L Seine à Caudebec-en-Caux 0,5 µg/L (SNS, 2006)
Eau marine			Pacifique <0,05 10-3 µg/L Atlantique NE 4 à 13 10-3 µg/L
Sédiment marin		Mer du Nord Baltique 0,07-10 µg/kg ps	
Poisson marin			5-850 µg/kg ps
Oiseau marin			0,7-65 µg/kg ps
Mammifère marin			7-22 µg/kg ps

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

DCM présent significativement dans plus de 50 % des rejets des établissements du secteur d'activités "chimie organique de synthèse" sur 340 établissements du bassin Seine-Normandie en 2006<sup>3</sup>.

TCM présent significativement (>30 %) dans les rejets des 4 secteurs d'activités (340 établissements du bassin): chimie organique de synthèse, traitement de surface (dégraissage), blanchisserie industrielle (100 % des rejets), transformation de produits animaux (dans 70 % des rejets).

## Bibliographie spécifique

- AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE CORSE, 2002, Guide technique n°7 - *Pollution toxique et écotoxicologie : notions de base.*
- IFREMER, 2008, *Distribution et devenir de contaminants persistants dans les écosystèmes littoraux. Comparaison Manche Ouest-Manche Est.* Rapport A. Abarnou pour AESN.
- INERIS, *fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques.*
- PAURICHE A., 2006, *Recherche de relations entre secteurs d'activité industrielle et rejets de micropolluants, pour une contribution au réseau de contrôle opérationnel du bassin*, rapport de stage univ. Paris VII et AESN, 48 p.

---

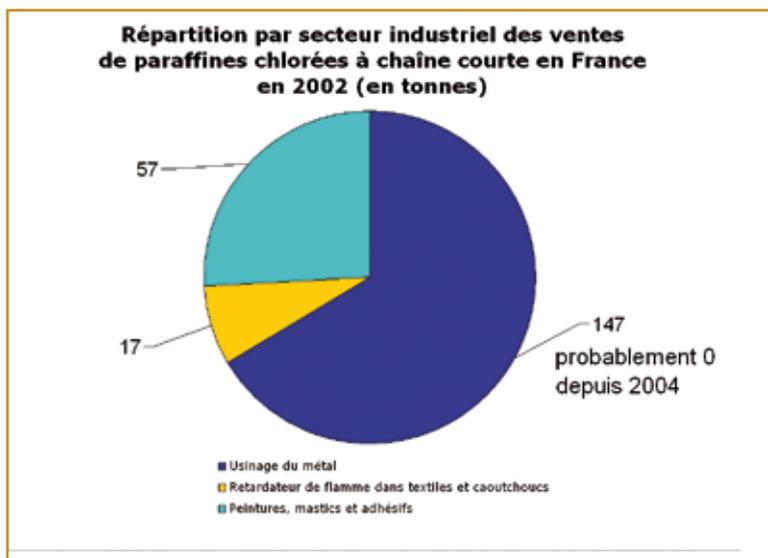
3 : Voir référence Pauriche.

## CI0-13 CHLOROALCANES

<p>Paraffines Chlorées à chaîne courte <math>C_xH_{(2x-y+2)}Cl_y</math></p> <p>Avec <math>x=10-13</math> et <math>y=1-13</math></p>	<p>Ensemble de composés de synthèse sous forme de liquides visqueux non volatils (nommés aussi SCCPs)</p> <p>Plusieurs milliers d'isomères possibles</p> <p>Bioaccumulation forte dans les organismes d'eau douce et marine ; facilement à très difficilement biodégradables selon le degré de chloration</p>
<p>N° CAS : 85535-84-8 Code SANDRE : 1955</p>	<p>Dangereux pour l'environnement</p> <p>Nocifs et cancérogènes</p> <p>Substances dangereuses prioritaires (DCE)</p>

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Consommation de plusieurs milliers de tonnes de paraffines chlorées à chaîne courte en France au début des années 1990.
- Fin de production des paraffines chlorées à chaîne courte en France par décret du 8/09/2003.
- Reste une production dans l'UE de paraffines chlorées à chaînes moyenne et longue, de 15 000 tonnes par an (2000), par 2 producteurs au Royaume-Uni.



A titre de comparaison : production en Chine de 100 000 tonnes de paraffines tous types confondus en 1997.  
 Risque important d'importation de ces substances dans des produits finis.

### Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	● à ●●
Solubilité dans les graisses	Fonction du taux de chlore
Stockage dans le sédiment	●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●
Volatilité	●●●● avec 50% de Cl
Persistence	●●●●
Biodégradabilité Dégradation abiotique	●
Bioconcentration Bioaccumulation	Moule ●●●●● 6 000-40 000 Poisson ●●●●● 1200- 8000
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air XXX dans l'eau XXX dans le sol,  
XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité fonction du taux de chlore

Toxicité	aiguë	chronique
	●●	●●
	●●	●●●●
	●	●●●
	?	canard ●●
	●	●●?

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		-
		?
		+
Organes et/ou fonctions atteints		Irritation de la peau ?
	C ?	Rein ?
	PE	?

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL 50 rat	> 10 mg/kg pc
Toxicité sub létale	
DJA (OMS)	
DHA (OMS)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 algue eau douce	1,3 mg/L
algue marine	0,03 mg/L
daphnie 21 j	0,1-0,2 mg/L
truite 60 j	0,34 mg/L
poissons marins	> 5000 mg/L
NOEC invertébrés	5 µg/L
daphnie 21 j	5 µg/L
PNEC eau douce	0,5 µg/L
PNEC eau marine	0,1 µg/L
PNEC sédiment	237 µg/kg ph
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	Sans objet
NQEp eaux	0,4 µg/L
Limite de qualité eau potable	Néant
Baignade et loisirs	Néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	Néant
Rejets industriels	

## Restrictions d'usages

- Interdiction de production et mise sur le marché de produits contenant des concentrations supérieures à 1 % en C10-C13 et paraffines chlorées à chaîne courte pour l'usinage des métaux et le graissage du cuir.
- Abandon de l'utilisation des paraffines chlorées à chaîne courte comme plastifiants dans les peintures, revêtements, produits d'étanchéité, fluides de travail des métaux et comme agent ignifuge dans le caoutchouc, les matières plastiques et les textiles ; abandon de certaines applications dans les barrages et les mines.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Substances aujourd'hui interdites en Europe.

## Classification environnementale

Substance DCE	Prioritaire dangereuse
Liste OSPAR	Non inscrits
Catégorie	C 3 M R non classés
Indication du danger	N
Phrases de risque	R40, R50/53
Conseils de prudence	S2 S24 S36/37, S60 S61

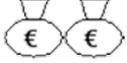
## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les chloroalcane, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
PARCOM 95/1 (OSPAR)	Abandon d'utilisation des paraffines chlorées à chaîne courte.
Directive 2002/45/CE du 25 juin 2002	Limitation de la mise sur le marché et de l'emploi
Décret n° 2003-879 du 8 septembre 2003	Mise sur le marché, utilisation et élimination des paraffines chlorées à chaîne courte et composés organostanniques

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Chloroalcane	Méthode	LQ	coût HT
eau	NCI-GC-MS	0,1 µg/L	
sédiment	projet de normalisation en 2008	50 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Données difficiles à collecter du fait de l'absence de méthode analytique standard. Aucun résultat supérieur à la limite de quantification dans le bassin Seine-Normandie de 2001 à 2004 (30 analyses). Pas de recherche en 2005. Quelques ordres de grandeur de concentrations trouvées au Canada :

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Sédiment	Lac Erié 1995 : 245 µg/kg ps Lac Ontario 1998 : 49 µg/kg ps Rivières non polluées : 6-40 µg/kg ps 80-290 µg/kg (pollution)
Poissons	Carpe : 2630 µg/kg pf Truite de lac : 60-70 µg/kg pf
Mammifères marins	Lacs arctiques : 200-500 µg/kg pf Estuaire St Laurent : 400-1400 µg/kg pf

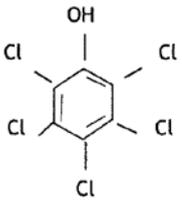
Il en est également trouvé en entrée de station d'épuration :

Station d'épuration	Eaux usées 6 stations Canada 2001 0,08-0,48 µg/L
---------------------	---

## Bibliographie spécifique

- European Commission, 2005, *Risk profile and summary report for short-chained chlorinated paraffins*, 40 p.
- Environmental Agency Wallingford, 1999, *Alcanes en C10-C13*, Résumé du rapport d'évaluation des risques Royaume-Uni, 19 p.
- INERIS, 2004, *Fiche substance, Alkanes, C10-13, chloro*, 4 p.

## CHLOROPHÉNOLS

Chlorophénols	
Exemple : Pentachlorophénol $C_6Cl_5OH$ N° CAS : 87-86-5	Substances de synthèse chlorées utilisées en particulier comme agent de préservation des matériaux et de désinfection en raison de leurs propriétés anti-bactériennes à large spectre. Emissions dues à la fabrication des chlorophénols insignifiantes.
Code SANDRE : 1235	Existents 3 isomères de chlorophénol, 5 isomères de dichlorophénol, 6 isomères de trichlorophénol, 3 isomères de tétrachlorophénol.
	Substances bioaccumulables. <ul style="list-style-type: none"> <li>Pentachlorophénol (PCP) obtenu par chloration catalytique de phénol ou par hydrolyse alcaline d'hexachlorobenzène ; utilisé comme fongicide, libéré dans l'atmosphère par les bois traités, transféré à l'eau par le lessivage des sols contaminés par les dépôts atmosphériques.</li> </ul> Toxicité a priori modérée dans l'environnement, hormis sur les bactéries, mais fonction de la forme de la molécule (protonée ou ionisée) et donc dépendant du pH du milieu.
	Nombreux effets sur la santé en milieu professionnel lors d'intoxications accidentelles. PCP : substance prioritaire (DCE).

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Très nombreuses utilisations des chlorophénols :

- formes polychlorées utilisées comme agents de préservation (des bois, peintures, fibres végétales, cuir) ;
- composés moins chlorés entrant dans la composition de produits pharmaceutiques, de colorants ou de dérivés des chlorophénols.

Autres sources de contamination de l'environnement :

- intermédiaires de dégradation d'autres substances dont pesticides (lindane par exemple),
- résidus de combustion (ou de chloration) du bois et d'incinération des ordures ménagères,
- résidus de chloration des eaux usées.

#### PCP :

- préservation des bois (sauf meubles et contenants alimentaires),
- imprégnation de fibres et textiles (hors habillement et ameublement),
- intermédiaire de synthèse ou de transformation,
- traitement du bois des bâtiments d'intérêt historique (avec autorisation) jusqu'en 2008.

### Comportement dans le milieu aquatique

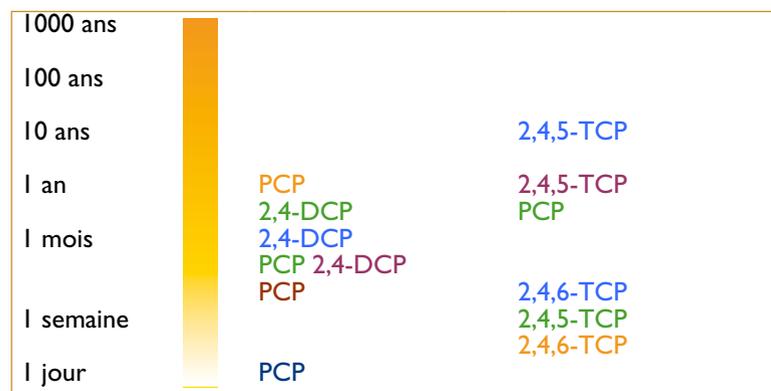
Fonction du pH du milieu

	CP <sup>I</sup>	DCP	PCP
Solubilité dans l'eau	●●●●●	●●●●●	●●
Solubilité dans les graisses		●●●●●	PCP ●● forme protonée
Stockage dans le sédiment			●●●●● <i>en fonction du pH</i>
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Volatilité			●●●●●
Persistance			●●
Biodégradabilité Dégradation abiotique			●●●●● ☀
Bioconcentration Bioaccumulation			jacinthe d'eau 200 ●● truite 250-5000 ●●●●● à ●●●●● moule zébrée 10000-45000 ●●●●●
<i>en fonction du pH</i>			
Bio-magnification			

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●●● moyen, ●●●●● fort

I : Abréviations utilisées ; CP : Chlorophénol, DCP : Dichlorophénol, PCP : Pentachlorophénol

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
 XXX dans le sédiment

## Effets du PCP sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité fonction de la forme de la molécule (protonée ou ionisée) et donc dépendant du pH du milieu.

Toxicité	aiguë	chronique
	algue ●●●●● lentille d'eau ●	
	●●	
	●	
	●●	●
	rat, lapin ●●●	●●●
	●●●	Peu de données

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
 ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition		-
(importance relative, + à +++)		++
		+++
Organes et/ou fonctions atteints		Appareil digestif Irritation muqueuses Poumon, peau Cœur, foie, rein, système nerveux
	C	D'après études sur souris en laboratoire
	PE	Informations insuffisantes
	DI	Informations insuffisantes

## Données toxicologiques et normes concernant le PCP

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 homme	50-500 mg/kg pc
rat lapin	20-200 mg/kg pc
<b>Toxicité sublétales</b>	
DJA (OMS)	
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 lentille d'eau 96h	58 mg/L
daphnie 21 j	76 mg/L
dreissène 7j	49 mg/L
carassin 96h	10 mg/L

NOEC algues 96 h poisson 28 j	0,1 mg/L 760 mg/L
PNEC eau douce	absence de données fiables
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	sans objet
NQEp <sup>2</sup> eau surface intérieure	2 µg/L
NQEp eau de transition	2 µg/L
NQEp eau marine	2 µg/L
Limite de qualité eau potable PCP considéré comme apparenté pesticide	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L
Recommandation OMS eau potable	9 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	2,4 DCP,TCP 3 mg/L si rejet > 1 g/j

### Restrictions d'usages

Interdiction depuis 1992 de mise sur le marché pour le grand public de composés (en particulier dans les produits de conservation des bois) contenant plus de 0,1% de PCP, comme pesticide depuis 2003.  
Pas de production de PCP ni de NaPCP en Europe depuis 1992.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Remettre en déchetterie, ou faire entrer dans le circuit DTQD (pour les ateliers artisanaux), tous les résidus de matériaux.

### Classification environnementale du PCP

Substance DCE	Prioritaire
Liste OSPAR	citée
Catégorie	C 3 (ainsi que Na-PCP) M non classé R non déterminé
Indication du danger	T+, N
Phrases de risque	R 24/25-26-36/37/38-40-50/53
Conseils de prudence	S (1/ 2)-22-36/37/45/52/60/61

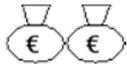
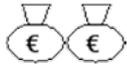
### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le PCP, s'applique de plus :

Texte	Objet
Décret n° 1994-647	Limitation de la mise sur le marché du pentachlorophénol
Arrêté 30 avril 2005	Limites et objectifs de qualité des rejets

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Chlorophénols	Norme	LQ	Coût HT
eau	GC/MS (ou ECD pour PCP)	0,1 µg/L PCP 0,01 µg/L	
sédiment et biote	GC/MS ou ECD	10 µg/kg ps	

2 : Sept autres chlorophénols font l'objet de NQEp.

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau douce	DCP Europe moyenne 0,6 µg/L Normandie 2005-2006 PCP < LQ (2000 analyses)
Poisson eau douce	Brochet lac acide 2-9 µg/kg pf lac non acide 2-3 µg/kg pf

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

Pas d'émissions dans l'eau par les installations ICPE en France, ni en Europe d'après le registre européen des EPER (ce registre ne couvre cependant pas certaines des installations pouvant émettre des PCP, comme celles traitant du bois).

Emissions atmosphériques de NaPCP dues au traitement du bois en France en 1997 de l'ordre de 350 kg/an (OSPAR).

## Bibliographie spécifique

- ASSFA, 2006, *Etat des connaissances relatives aux traitements des matériaux en bois au contact du vin et des boissons alcoolisées, perspectives pour une évaluation du risque*, rapport, 49 p.
- BRANCHEREAU V., FAUCHON N., THIBERT S., 2006, *Perturbateurs endocriniens et résidus médicamenteux dans les rivières d'Ile-de-France*, TSM n° 12, 10p.
- DRASS, DDASS Basse-Normandie, 2007, *Les pesticides dans les eaux, 2005-2006*, rapport.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Pentachlorophénol*.
- RAGUET M., 2005, *fiches concernant les substances prioritaires*, document AESN, non publié.

## ALKYLPHÉNOLS

Alkylphénols	
N° CAS :	Alkylphénols (AP) : substances synthétiques intervenant dans la fabrication de nombreux produits (agents tensio-actifs, résines phénoliques, pesticides), provenant principalement de la biodégradation des alkylphénols éthoxylés (APEO) utilisés comme adjuvants, détergents dans le textile, traitement de surface, additif dans l'industrie papetière, peintures à l'eau.
NP : 25154-52-3	
4-NP : 84852-15-3	
OP : 27193-86-8	
4-OP : 140-66-9	
Code SANDRE :	Nonylphénols (NP) : C9-alkylphénols ramifiés ou non, substitués en différentes positions, comportant dans les mélanges commerciaux 80% de 4-nonylphénols (4-NP), à groupement nonyl en position 4, dont le 4-n-nonylphénol à groupement nonyl linéaire (4-n-NP).
NP : 1957	
OP : 2904	
Molécule :	Octylphénols (OP) : C8-alkylphénols, dont le 4-tert-octylphénol, seul isomère utilisé dans l'industrie.
	Substances lentement biodégradables, bioaccumulables, toxiques. Perturbateurs endocriniens.
NP : R=C9H19	NP : substance dangereuse prioritaire (DCE).
OP : R=C8H15	OP : substance prioritaire (DCE).

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Usages des APEO (tensio-actifs, désinfectants, anti-mousse, nettoyants industriels, dégraissants, pesticides) en forte diminution en Europe (divisés par 8 entre 2000 et 2003 au Royaume-Uni).

**NP** (production européenne de 73 500 tonnes en 1997, soit 80 % de la production d'alkylphénols) :

- production des éthoxylates de NP, des oximes phénoliques, production de certaines matières plastiques (résines)
- entrent dans la composition de cosmétiques, adoucisseurs, détergents, lessives, décapants.

#### OP

- Intermédiaire de synthèse organique (résines)
- peintures, laques, vernis, liants
- encre d'imprimerie
- adhésifs
- isolants

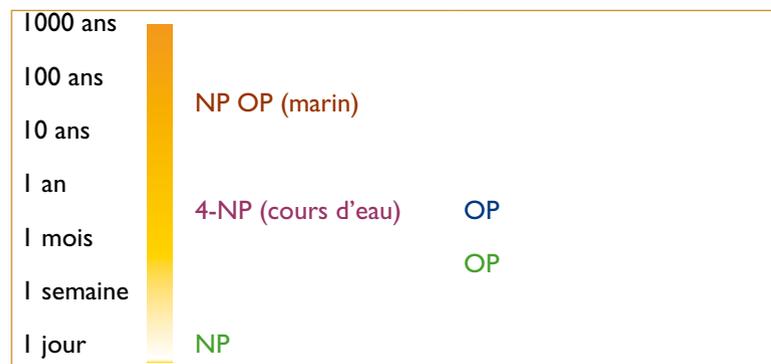
Marché semblant en régression.

### Comportement dans le milieu aquatique

	4-NP	4-OP
Solubilité dans l'eau	● ●	● ●
Solubilité dans les graisses	●	●
Stockage dans le sédiment	● ● ● ●	● ● ● ●
Adsorption sur les m.e.s.	● ● ●	● ● ●
Volatilité	● ●	● ●
Persistance	● ● ●	● ● ●
Biodégradabilité (aérobie) Dégradation abiotique	● ● Eau ●	● ● 
Bioconcentration Bioaccumulation	Végétaux 50-500 ● ● Moule 3 400 ● ● ● ● Crevette 100 ● Saumon 100-200 Truite 20-100 ●	Peu de données  Espèces aquatiques 300 ● ●
Biomagnification		

● nul ou négligeable, ● ● faible, ● ● ● moyen, ● ● ● ● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
 XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

AP plus toxiques que les APEO dont ils proviennent.

Toxicité	aiguë NP	aiguë OP	chronique NP	chronique OP
	?	●●	?	?
	●●● à ●●●	●●●●	●●●●●	●●●●
	●●● à ●●●	●●●●	●●●●●	●●●●
	●●	●●	●●	●●●●?

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
 ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		Si eau et aliments contaminés +
		NP ++ milieu professionnel <sup>1</sup>
		NP +
Organes et/ou fonctions atteints		NP : Appareil reproducteur Détérioration ADN Foie, rein
	C ?	NP : a priori risques faibles OP : ?
	PE	Tous les AP ; toxicité des OP 40 fois celle des NP ; effets oestrogéniques <sup>2</sup>

## Données toxicologiques et normes

Alkylphénols plus persistants et toxiques que leurs composés parents.

Caractéristique	4-NP	OP
<b>Toxicité</b>		
DL50 orale	homme 1200-2400 mg/kg pc	rat 1000-4000mg/kg pc
DL50 cutanée	2000 mg/kg	lapin 2000 mg/kg pc
<b>Toxicité sublétales</b>		
DJA (Danemark)	0,5 µg/kg pc/j	

1: Interdictions progressives

2 : 10 000 fois plus faibles sur culture cellulaire que celle de l'estradiol - (hormone féminine naturelle)

DHA (JEFCA)		
Ecotoxicité		
CL50	0,005 mg/L	végétaux 1-2 mg/L daphnie 48h 0,27 mg/L poisson 0,25-2 mg/L
CE 50		
NOEC	espèces aquatiques 0,005 mg/L	poisson 0,08-1 mg/L
PNEC eau douce	0,33 µg/L	0,06 µg/L
PNEC eau marine		
PNEC sédiment	0,04mg/kg ps	
Normes et seuils		
Bruit de fond	sans objet	
NQEp eau surface intérieure	NP 0,3 µg/L	0,01 µg/L
NQEp eau de transition	NP 0,3 µg/L	0,01 µg/L
NQEp eau marine	NP 0,3 µg/L	suivi
Limite de qualité eau potable	néant	néant
Baignade et loisirs	néant	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant	néant
Norme sol	néant	néant
Norme boues	néant	néant
Rejets (VL émission/j)	néant	néant

### Restrictions d'usages

Interdiction d'emploi et de mise sur le marché des NP et éthoxylates de NP en nettoyage industriel, produits de nettoyage domestique, traitements de textiles et cuirs, médecine vétérinaire, usinage des métaux, cosmétiques et hygiène, coformulant dans les pesticides et biocides.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

A éliminer comme un déchet dangereux, en déchetterie et/ou par circuit spécialisé (DMS, DTQD, DMD).

### Classification environnementale

	NP	OP
Substance DCE	Dangereuse Prioritaire	Prioritaire
Liste OSPAR	Cités	cités
Catégorie C M R	Non déterminé	Non déterminé
Indication du danger	Xn	Non déterminé
Phrases de risque	R 50/53-21- 34- 36/38- 42/22	
Conseils de prudence	S1/2-26-36-37/39- 45-60-61	

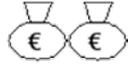
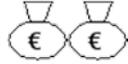
### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les NP, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Directive 2003/53/CE	Interdiction des NP

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrée(s)

NP OP	méthode	LQ	coût HT pour 1 groupe de substances
eau	CG/MS	NP 1 µg/L OP 0,2µg/L	
sédiment et biote	CG/MS	20 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Pluie	OP Pays-Bas <0,08-0,28 µg/L NP Pays-Bas < 0,42 µg/L
Eau douce	OP Seine (Fernet, 2003) 0,006-0,6 µg/L OP Pays-Bas <0,05-6 µg/L NP Pays-Bas <0,1-4 µg/L NP Royaume-Uni 80-180 µg/L NP USA 0,1-0,5 µg/L NP Italie <0,1-2 µg/L
Sédiment cours d'eau	NP Seine 20-3000 µg/kg ps NP Pays-Bas <0,01- 4 µg/kg ps NP Canada 0,2-70 µg/kg ps NP Royaume-Uni <LD-15000 µg/kg ps NP Italie 40-600 µg/kg ps
Eaux souterraines	Bassin Seine-Normandie OP <LD (0,1 µg/L) 34 échantillons 4-OP<LD (0,1 µg/L) 34 échantillons NP <LD (0,1 µg/L) 34 échantillons 4-NP<LD(0,1 µg/L) 34 échantillons
Poisson eau douce	OP Pays-Bas <0,01-0,08 µg/kg pf Allemagne NP 1-10 µg/kg pf NP Pays-Bas <0,01-0,2 µg/kg pf NP Royaume-Uni 5-180 µg/kg pf Allemagne NP 4-24 µg/kg pf NP USA 7-110 µg/kg pf
Estuaire	Seine aval
Sédiment marin	NP Royaume-Uni <30-1700 µg/kg NP Allemagne <10-150 µg/kg Moule, mer du Nord 1985-2001 4-NP : 1-10 µg/kg pf
Mollusques marins	Moules Cotentin et Baie de Seine (NP et OP) <4-10 µg/kg pf NP Adriatique 1-5 µg/kg pf NP Grande-Bretagne 1-5 µg/kg pf
Poisson marin	OP Adriatique 1-20 µg/kg OP Grande-Bretagne 17 µg/kg pf
Oiseau marin	Goéland Chine 2002 10-15 µg/kg pf

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

Les stations d'épuration urbaines, et en particulier leurs boues, sont une source de rejet dans l'environnement.

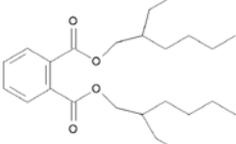
Stations d'épuration (FR, G.B.) ?	Eaux usées alkylphénols 1-3000 µg/L Eaux usées 4OP+ NP+ NP1EO+NP2EO <sup>2</sup> 40 µg/L Rejet step alkylphénols 0,2-100 µg/L Rejet 4OP+ NP+ NP1EO+NP2EO 5 µg/L boues 4OP+ NP+ NP1EO+NP2EO 400 000 µg/kg
-----------------------------------	--

## Bibliographie spécifique

- Anjou-recherche, CIRSEE, 2006, *Présence et devenir des perturbateurs endocriniens, dans les stations de traitement des eaux résiduaires urbaines*, Rapport ADEME, 71 p.
- AESN, DRASS, 2007, *Perturbateurs endocriniens dans les eaux souterraines*, 1<sup>ers</sup> résultats.
- DUCHEMIN J., MIGNARD C., 2005, *Cadmium, phtalates, alkylphénols*, présentation AESN.
- FERNET H., GOME E., FILLON A., ROSAIN D., NICOLAS J.C., CASELAS C., BALAGUER P., 2003, *Estrogenic activity, water and sediments in french river, contribution of alkylphenols*, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 44 : 1-6.
- GUIDOTTI M., 2004, *Nonylphenols in freshwaters of hydrologic system of an italian district*, Chemosphere, 57, 1637-1647.
- INERIS, 2004, *Etude de l'analyse de alkylphénols*, rapport au MEDD, 38p.
- LEVI Y., 2003, *Nouveaux micropolluants détectés : quels effets sanitaires globaux liés à ces nombreuses molécules ?* diaporama colloque.
- QUENEA K., ABARNOU A., 2005, *Distribution et devenir des contaminants persistants dans les écosystèmes littoraux ; comparaison Manche Ouest-Manche Est*, rapport à AESN.
- RAGUET M., 2005, *fiches concernant les substances prioritaires*, document AESN, non publié.
- THIBERT S., 2006, *Perturbateurs endocriniens et résidus médicamenteux dans les rivières d'Ile-de-France*, TSM n°12, 10p.
- VETHAAK A.D., LAHR J., SCHRAP S.M., 2005, *An integrated assesment of estrogenic contamination and biological effects in the aquatic environment of the Netherlands*, Chemosphere, 59 511-524.
- VITALI M., ENSABELLA F., STELLA D., GUIDOTTI M., 2004, *Nonylphenols in freshwaters of the hydrologic system of an italian district*, Chemosphere 57 : 1367-1647.

3 : nonylphénol mono- et di-éthoxylate

## PHTALATES

<p>Ensemble de diesters de l'acide orthophtalique associés à des alcools</p>	<p>Substances de synthèse entrant notamment dans la composition des matières plastiques ; 2,7 millions de tonnes produites dans le monde, dont 1 million en Europe. Se présentent sous forme de fluides visqueux à température ambiante.</p>
<p>DEHP N° CAS : 117-81-7 code SANDRE : 1527 Molécule du DEHP :</p> 	<p>Le plus utilisé : le DEHP (di(2-éthylhexyl)phthalate) appelé aussi DOP (di-sec-octyl phthalate) ; autres composés fréquents : DINP (di-isononyl phthalate), DMP (di-méthyl-phthalate), DEP (Di-éthyl phthalate), DnBP (di-n-butyl phthalate), BBP (butyl-benzyl phthalate).</p> <p>Le DEHP est une substance prioritaire DCE.</p>

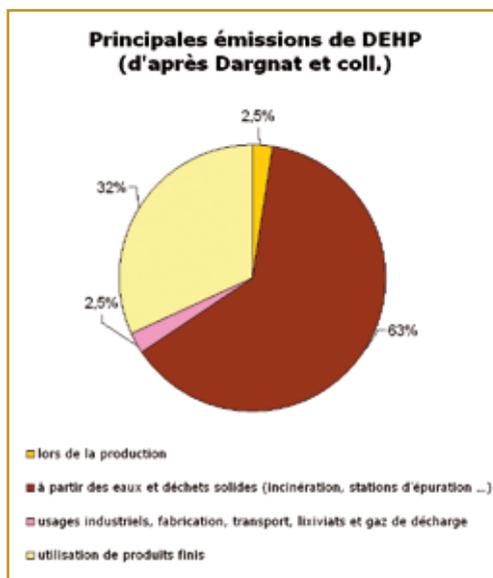
### Utilisation et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Fabrication industrielle depuis les années 30. Production européenne de 1 million de tonnes par an, dont 60 000 tonnes de DEHP en France ; les phtalates de haut poids moléculaire entrent dans la composition des :

- matières plastiques (plastification notamment des PVC souples)
- lubrifiants,
- fluides diélectriques,
- insecticides.

Autres phtalates (à chaîne courte, DMP, DBP, DEP) : cosmétiques et produits de soin.

Utilisation de produits de substitution envisagée mais difficile.

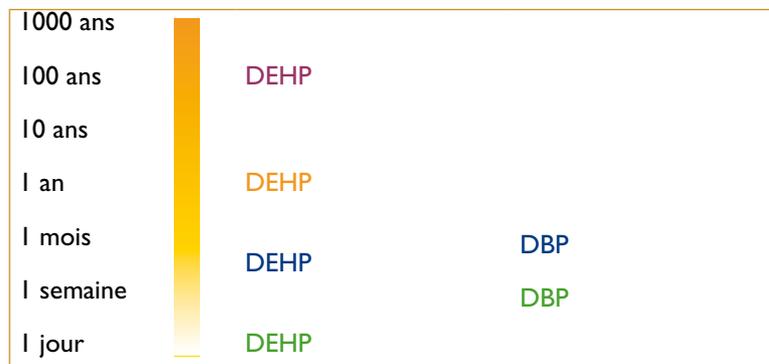


### Comportement des phtalates dans le milieu aquatique

	DEHP haut poids moléculaire	DMP Faible poids moléculaire
Solubilité dans l'eau	●	●●●●
Solubilité dans les graisses	●●●	●●
Stockage dans le sédiment	●●●●●	●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●●	●●
Volatilité	●●	●●
Persistance	Voir demi-vies	
Biodégradabilité Dégradation abiotique	●● ☀	●●●● ☀
Bioconcentration Bioaccumulation	Algue ●●● ? Daphnie ●●●● 1000-3300 Poisson ●●●● 100-1400	
Biomagnification	●	

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air XXX dans l'eau XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

Chez l'homme, excrétion à 75% en 24 heures après ingestion (métabolites dans l'urine).

## Effets du DEHP sur l'environnement et sur l'homme

Aucune étude ne démontre de toxicité aiguë ou chronique sur des organismes aquatiques exposés à des concentrations inférieures au maximum de solubilité apparente<sup>1</sup>.

Toxicité	aiguë	chronique
	● ?	● (exposition par l'eau) mais effets observés sur des poissons exposés par leur nourriture
	●	● ● ?

● peu toxique, ● ● modérément toxique,  
● ● ● toxique, ● ● ● ● très toxique

<sup>1</sup> : Toxicité en milieu aquatique plus élevée pour les molécules de faible poids moléculaire

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative + à +++)	Estimé à 3-30 µg/kg pc/j 	+++ ?
		+ ?
		
Organes et/ou fonctions atteints		Appareil reproducteur Rein Foie
	C ?	
	PE	OE <sup>2</sup>

## Données toxicologiques et normes concernant le DEHP

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50	souris 13 g/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA provisoire	USA 0,5 µg/kg pc/j Europe 37 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
Bruit de fond	Sans objet

<sup>2</sup> : des tests ont montré un effet oestrogénique 100 000 fois inférieur à celui de l'estradiol (hormone féminine naturelle).

CL50	Sans toxicité aiguë à la concentration limite de solubilité
LOEL daphnie 21 j	16 µg/L
NOEC moule 28 j saumon 150 j	42 µg/L 52 µg/L
PNEC eau douce	Non déterminée <sup>3</sup> Calculée 4,2 µg/L
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	100 mg/kg ps f.e. = 10
<b>Normes et seuils</b>	
NQEp	néant
Limite qualité eau potable	Néant
USA eau potable Canada vie aquatique	moins de 6 µg/L 4,8 µg/L
Recommandation OMS eau potable	moins de 8 µg/L DEHP
Baignade et loisirs	Néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	Néant
Rejets industriels	Néant

### Restrictions d'usages

Interdiction d'emploi dans les jouets et cosmétiques.  
 Arrêt de l'utilisation dans les films alimentaires  
 Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition  
 Réserver les films alimentaires aux produits non gras et/ou éviter le contact avec les aliments.

<sup>3</sup> : Valeur de toxicité supérieure à la solubilité du DEHP.

### Classification environnementale du DEHP

Substance DCE	Prioritaire
Liste OSPAR	substance indiquée pour une action prioritaire
Catégorie C M R	2
Indication du danger	T ?
Phrases de risque	R 60 – 61 -62
Conseils de prudence	S 53 – 45

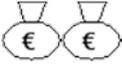
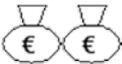
### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les phtalates, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Décision 2003/819/CE Arrêté 21 juillet 2000 Directive 2003/15/CE Arrêté 7 août 1997 Directive 2003/36/CE Directive 2005/90/CE	Conditions d'emploi

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

DEHP	Méthode	LQ	Coût HT
eau	GC/MS d'après Pr EN ISO 18856	0,1 µg/L	
sédiment et biote	GC/MS d'après Pr EN ISO 18856	100 µg/kg ps	

Difficulté analytique due à la nature du flaconnage et du matériel de laboratoire.

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales de DEHP trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation	Niveau relatif du bassin Seine-Normandie
Pluie	Dépôt Paris : 274 µg/m <sup>2</sup> /an	Maximum eau µg/L
Eau douce	Seine : 0,1-1,3 µg/L Allemagne : 0,3-98 µg/L Pays-Bas : 0,1-5 µg/L Suède : 0,5-2 µg/L Italie : 0,2-25 µg/L Canada : 0-0,1 µg/L USA : 0,01-1 µg/L Malaisie : 2-50 µg/L	100 Allemagne Malaisie Italie
Eau estuarienne	Seine 1995-2005 4 stations 1-60 µg/L	
Sédiment cours d'eau	RNB SN 2005 Eure : 550 µg/kg ps Touques : 300 µg/kg ps Dives : 100 µg/kg ps Rhin : 1,8-18 mg/kg ps Allemagne : 0,2-8 mg/kg ps Pays Bas : 0,1-7 mg/kg ps	10 Pays-Bas
Moule St Jacques Bigorneau Bulot Huître	Manche (AESN) 2004-2006 100-350 µg/kg pf 100-200 µg/kg pf 100-180 µg/kg pf 100-350 µg/kg pf 100-160 µg/kg pf	
Poissons	Manche (AESN) 2004-2006 100-350 µg/kg pf Synthèse France 1-1500 µg/kg pf brème Allemagne 70-1500 µg/kg ps Brème Pays-Bas 70-1500 µg/kg pf Flet Pays-Bas <2-144 µg/kg pf	1 Suède Seine USA
Oiseau marin	Manche (AESN) 2004-2006 100-150 µg/kg pf	
Rejet station d'épuration	Allemagne eaux usées (30 step): 1,7-182 µg/L Boues (30 step) : 28-150 mg/kg ps	0,1 Canada

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Rejets de DEHP dans les eaux du bassin estimés à 600 kg/an (164 g/j) à partir d'une évaluation des apports aux eaux de 0,001% de la production totale. Relations étroites entre les concentrations mesurées dans les cours d'eau et le régime hydrologique.

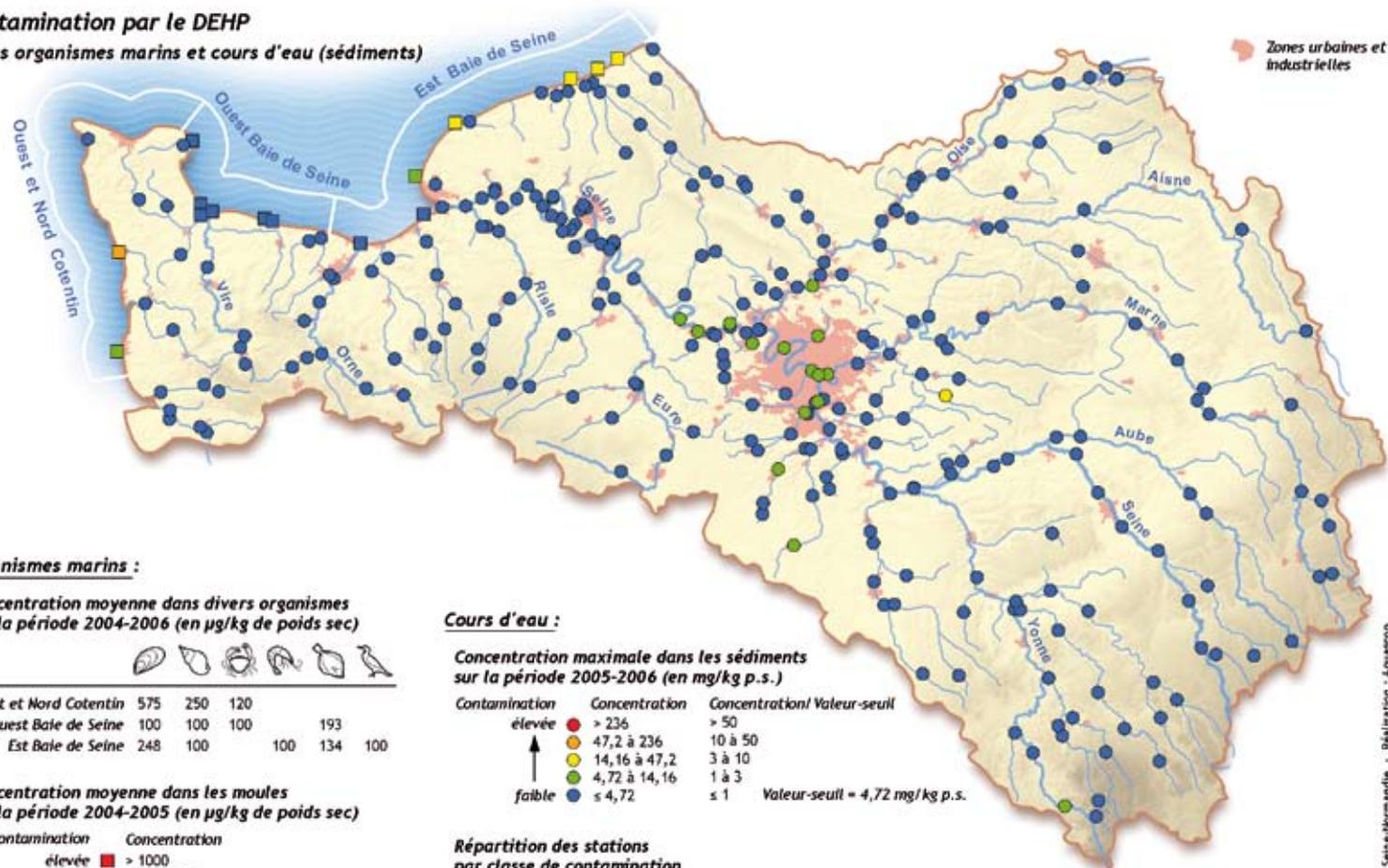
Flux annuel (6 phtalates) de 170 kg (dont 37% de DEHP) mesuré à Poses en 2005.

## Bibliographie spécifique

- DARGNAT C., BLANCHART M., TEIL M.J., CONTRAT M., 2005, *Sources, transfert et devenir des phtalates sur le bassin versant de la Seine. Evaluation des risques environnementaux et sanitaires*, rapport à l'AESN.
- FROMME H. et coll., 2002, *Occurrence of phtalates and bisphenol A and F in the environment*, *Water Research*, 36, 1429-1438.
- HERMANT, 2005, *fiche DEHP*, note AESN non publiée.
- GIP Seine-aval, 2006, *La contamination chimique, quel risque en estuaire de la Seine ?*
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- QUENEA K., ABARNOU A., 2005, *Distribution et devenir des contaminants persistants dans les écosystèmes littoraux ; comparaison Manche Ouest-Manche Est*, rapport à AESN.

## Contamination par le DEHP

→ Les organismes marins et cours d'eau (sédiments)



### Organismes marins :

Concentration moyenne dans divers organismes sur la période 2004-2006 (en  $\mu\text{g/kg}$  de poids sec)



	Moules	Coquilles	Coquilles Saint-Jacques	Poissons	Coquilles	Oiseaux
Ouest et Nord Cotentin	575	250	120			
Ouest Baie de Seine	100	100	100			193
Est Baie de Seine	248	100		100	134	100

Concentration moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en  $\mu\text{g/kg}$  de poids sec)

Contamination	Concentration
élevée	> 1000
↑	500 à 1000
	200 à 500
↓	100 à 200
faible	≤ 100

### Cours d'eau :

Concentration maximale dans les sédiments sur la période 2005-2006 (en  $\text{mg/kg p.s.}$ )

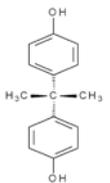
Contamination	Concentration	Concentration/Valeur-seuil
élevée	> 236	> 50
↑	47,2 à 236	10 à 50
	14,16 à 47,2	3 à 10
↓	4,72 à 14,16	1 à 3
faible	≤ 4,72	≤ 1

Valeur-seuil = 4,72 mg/kg p.s.

### Répartition des stations par classe de contamination



# BISPHÉNOL A

Phénol	Composé chimique synthétique issu de la réaction entre le phénol et l'acétone.
N° CAS : 80-05-7 Code SANDRE : 2766	Généralement associé à d'autres produits pour la fabrication des plastiques et résines.
 $C_{15}H_{16}O_2$	Synonymes : 2,2-bis-(4-hydroxyphényl) propane, 4,4'-Isopropylidène diphéol, p,p'-Bisphénol A, 4,4'-(1-Méthyléthylidène) bisphénol, 4,4'-Dihydroxydiphényl-2,2-propane, Diphénylpropane, DPP

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Utilisation européenne actuelle : 700 000 tonnes.

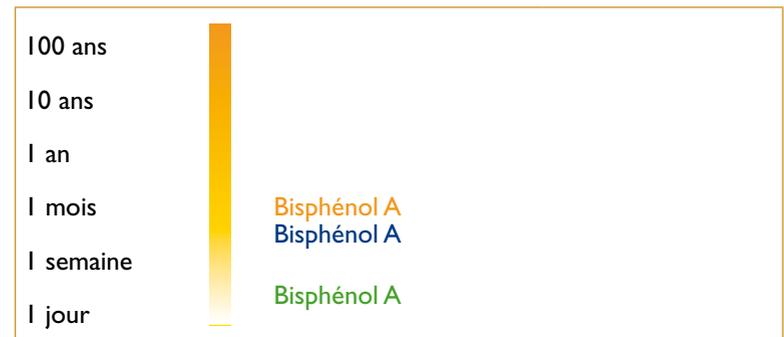
- Production de plastiques polycarbonates (bonbonnes eau de boisson, biberons, CD, pare-brises de véhicules légers)
- Production de résines époxy, en tant que durcisseur
- Emballages alimentaires.

## Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	● ● ●
Solubilité dans les graisses	● ●
Stockage dans le sédiment	● ● ●
Adsorption sur les m.e.s.	
Volatilité	●
Persistance	● ● ●
Biodégradabilité	● ● ● ● ●
Dégradation abiotique	
Bioaccumulation	carpe 70 ●
Bioconcentration	palourde 140 ● ●
Biomagnification	●

● nul ou négligeable, ● ● faible, ● ● ● moyen, ● ● ● ● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air XXX dans l'eau XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité	aiguë	chronique
	● ●	● ●
	●	● ●

	●	●●
	●	●●●●
	● ?	●● ? perturbation endocrine

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Valeurs seuils
<b>Toxicité</b>	
DL50 rat (orale)	≈5000 mg/kg pc
Toxicité sub létale	
DJA (EFSA)	50 µg/kg pc/j
DHA (OMS)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CL50 algue 16h	2,5 mg/L
CL50 daphnie 48h	10,2 mg/L
CL50 chironome 24h	6 mg/L
CL50 poisson 96h	4,6 mg/L
NOEC algue eau douce	1,36 mg/L
NOEC daphnie	3 mg/L
NOEC poisson	0,016 mg/L
PNEC eau douce	1,6 µg/L
PNEC sédiment	26 µg/kg ph
<b>Normes et seuils</b>	
NQEp eaux	néant
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages	néant
Chair poissons et crustacés	néant
Normes sols	néant
Normes boues	néant
Rejets industriels	néant

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		++
		
		++ ? sensibilisation cutanée <sup>1</sup>
Organes et/ou fonctions atteints		Yeux Peau Voies respiratoires
	C ?	Prostate chez le rat Sein ?
	PE	OE ●

<sup>1</sup> : Recherche en cours sur le passage percutané chez le rat par l'INRS.

## Restrictions d'usages

Néant

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Migrerait des matériaux plastiques au contact de la nourriture et serait ingéré. Des concentrations de l'ordre de 100 µg/L ont été trouvées dans l'eau de bonbonnes<sup>2</sup> en polycarbonate.

Éviter d'utiliser les films plastiques pour les produits gras. Ne pas réchauffer les boissons ou cuire les aliments au micro-ondes dans des contenants ou emballages de plastique (utiliser verre ou céramique), où les surchauffes locales augmentant la migration des plastifiants.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non cité
Liste OSPAR	Potentiellement préoccupant
Catégorie	C 3 M non déterminé R non déterminé
Indication du danger	Xn
Phrases de risque	R 36 R 38 R 37 – 41 – 43 – 62
Conseils de prudence	S 2 – 26 – 36/37 – 39 – 46

### Textes réglementaires spécifiques

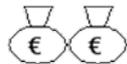
Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le bisphénol A, s'applique de plus :

Texte	Objet
Directive 2002/72/CE	Matériaux et objets en matières plastiques destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires

2 : Ce n'est pas le cas des bouteilles d'eau en PET (polyéthylène téréphtalates) ne nécessitant pas d'ajout de plastifiants.

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Bisphénol A	Méthode	LQ	Coût HT
eau	EPA 8270 D (1998), composés organiques semi-volatils	0,01 µg/L	

### Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau douce	Rhin 1989 : ND (seuil 0,1 µg/L) 1 échantillon 0,12 µg/L Le Pô (Italie) 2006 : 1 µg/L USA 1996 : ND 30 échantillons USA 2000 : 0,5 µg/L (moyenne)
Eau de source en bonbonne	Jusqu'à 140 µg/L (CRECEP)
Rejets industriels	Tokyo 1970 : 0,01-1,9 µg/L

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

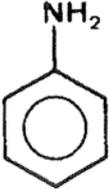
Restent à établir.

Aux USA, rejets estimés à 0,075% de la production (1993), soit 600 T/an.

### Bibliographie spécifique

- EFSA, 2007, *L'EFSA réévalue le bisphénol A et fixe la dose journalière acceptable*, Communiqué de presse, 2 p.
- INERIS, 2005, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*, 2 p.
- POLLEZ L., 2007, *Une étude américaine relance les inquiétudes sur le bisphénol A*, Journal de l'Environnement, 6 juin 2007.
- STPALES Ch. et coll., 1998, *A review of the environmental fate, effects and exposures of bisphenol A*, vol. 36 (10), 2149-2173.

## CHLOROANILINES

Substances organiques aromatiques	
<p>Aniline N° CAS : 62-53-3 Code SANDRE : 2605</p>  <p>3,4 dichloroaniline N° CAS : 27134-26-5 Code SANDRE : 1586</p>	<p>Aniline, substance aromatique, utilisée dès le 19e siècle pour la production de teintures (mauvéine) et de médicaments, alors extraite de substances naturelles comme l'indigo. Appelée aussi phénylamine ou aminobenzène. Actuellement, obtenue par processus chimique (à partir du nitrobenzène).</p> <p>Les chloroanilines sont issues de la chloration des précurseurs de l'aniline : 3 isomères de chloroaniline, 6 isomères de dichloroaniline, 4 isomères de trichloroaniline.</p> <p>Bioaccumulation généralement faible ; facilement dégradables dans l'environnement (photolyse) excepté dans les sols et sédiments.</p> <p>Aniline et chloroanilines toxiques pour l'homme et très toxiques pour l'environnement (organismes aquatiques notamment). Impact sur l'activité respiratoire par transformation de l'hémoglobine ; troubles généralisés induits à effets irréversibles potentiels. Effets cancérogènes non exclus.</p>

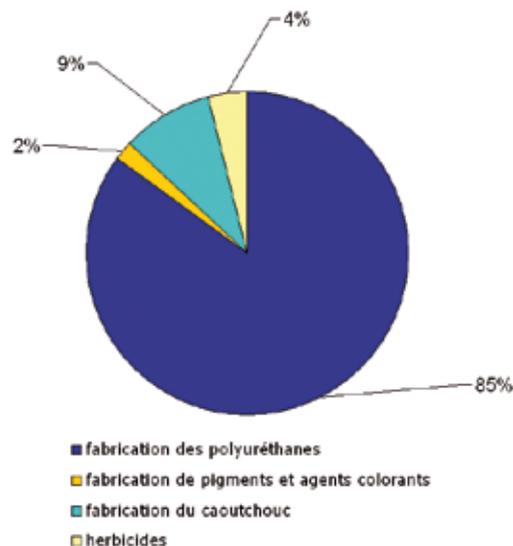
### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Les chloroanilines sont utilisées pour la fabrication industrielle de nombreux produits :

- Isocyanates, intermédiaires de synthèse des polyuréthanes,
- Antioxydants et accélérateurs de vulcanisation (industrie du caoutchouc),
- Industrie des colorants,
- Produits pesticides (diuron, linuron), pharmaceutiques ou de chimie fine.

Sources potentielles de rejet dans l'environnement : produits de dégradation de certains composés organiques de synthèse (notamment 3,4-dichloronitrobenzène et certains pesticides).

Répartition de la consommation d'aniline et de ses composés (source Wikipédia)

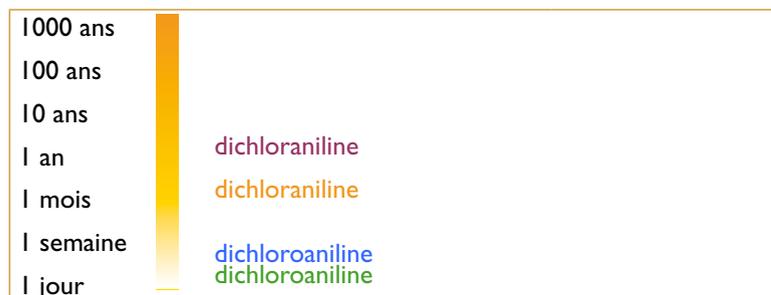


### Comportement dans le milieu aquatique

	aniline	dichloroaniline
Solubilité dans l'eau	●●	●●●
Solubilité dans les graisses		●
Stockage dans le sédiment		●●●
Adsorption sur les m.e.s.		
Volatilité	●●●●	●●●●
Persistance		● eau ●●●● sol
Bio-dégradabilité Dégradation abiotique		n 
Bio-concentration Bio-accumulation		macrophytes ●● invertébrés ●● daphnie ●● 74-590 ●● gambusie 6 ● carpe 4-14 ● poisson zèbre 38 ● saumon 45 ●
Bio-magnification		Possible dans certains cas

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air XXX dans l'eau XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

### Effets sur l'environnement et sur l'homme (3,4 dichloroaniline)

Toxicité	aiguë	chronique
	algue ●●● lentille d'eau ●●	algue ●●●
	●●● notamment crustacés	●●●●
	●●	●●●●
	●● souris, rat, chien ●●● chat	●● rat
	●●●	●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		++ si eau et aliments contaminés
		+ cadre professionnel
		+ + cadre professionnel

Organes et/ou fonctions atteints		Sang (cyanose bleue ardoisée, méthémoglobinémie), faiblesse musculaire, gêne respiratoire, coma, céphalées. Rate, foie et rein.
	C ?	Aniline : suspicion Chloroanilines : effets non connus
	PE	Inconnu
	DI	Inconnu

### Données toxicologiques et normes (3,4 dichloroaniline)

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50 cutanée – rat	530-880 mg/kg pc
DL50 cutanée – lapin	631-1000 mg/kg pc
DL50 cutanée homme	8750 mg/ind
<b>Toxicité sublétales</b>	
DJA (Canada)	1,44 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 algues	0,7 mg/L
CE50 lentille d'eau	8 mg/L
CE50 daphnie 48 h	0,44 mg/L
CE50 poisson	2-20 mg/L
NOEC algue 96 h	1000 µg/L
NOEC daphnie 21 j	5 à 10 µg/L
NOEC limnée 16 j	130 µg/L
NOEC poisson zèbre 42 j	2 µg/L
PNEC eau douce	0,2 µg/L
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	0,05 mg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	Sans objet

NQEp	
eaux surface intérieure, de transition et marines	
2-chloroaniline	0,64 µg/L
3-chloroaniline	1,3 µg/L
4-chloroaniline	1 µg/L
Dichloroaniline-2,4	0,2 µg/L
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets (VL émission/j)	néant

### Restrictions d'usages

Limitation dans les matériels destinés à être au contact des denrées alimentaires.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Néant hors contexte professionnel.

### Classification environnementale de l'aniline et des chloroanilines

Substance DCE	Non citées
Liste OSPAR	Non inscrites
Catégorie C	non classées
M	non classées
R	non étudiées
Indication du danger	Aniline : T-N
Phrases de risque	Aniline : R20/21/22-R40-R48/23/24/25
Conseils de prudence	Aniline : S28-S36/37-S45-S61

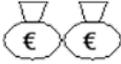
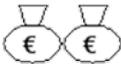
## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour l'aniline et ses dérivés s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Directive 2001/62/CE	Limitation relative aux matériels destinés au contact des denrées alimentaires
Directive 2003/3/CE	Limitation de la mise sur le marché et de l'emploi du « colorant bleu ».

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Chloroanilines	Norme	LQ	Coût HT l substance
eau	NF EN ISO 6468 (T90-120)	0,1 µg/L	
sédiment et biote	GC/MS	100 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau douce	Aniline, Pays-Bas, Allemagne, USA : jusqu'à 13 µg/L Dichloroaniline, Allemagne : 0,1 µg/L Parachloroaniline, Rhin et affluents : 0,1 à 1 µg/L

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Absence de détection de chloroanilines dans les eaux du bassin Seine-Normandie lors de l'inventaire exceptionnel (AESN, 2005).

## Bibliographie spécifique

- INERIS, 2005, 3, 4 *Dichloroaniline, fiche de données toxicologiques et environnementales*, 31 p.
- INRS, 1997, *Aniline, fiche toxicologique n° 19*, 9 p.
- Santé Canada, 1994, *Liste des substances d'intérêt prioritaire, rapport aniline*, 31 p.

## MTBE

Composés organiques volatils	Methyl-tert-butyl éther, appelé aussi Ether de méthyle et de butyle tertiaire, nombreux synonymes.
N° CAS : 1634-04-4	Liquide à forte odeur nauséabonde, fabriqué à partir du méthanol d'origine pétrolière. Effet sur la saveur de l'eau.
Code SANDRE : 1512	98% du MTBE utilisé comme additif oxygéné de l'essence sans plomb (régule la combustion). MTBE de haute pureté utilisé en industrie pharmaceutique, chromatographie, comme agent thérapeutique chez l'homme.
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Relativement peu toxique pour l'environnement. Effets sur la santé mal connus.

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Sites industriels de production, de mélange avec l'essence, de stockage, de distribution.
- Ecoulements liés à des débordements ou à des fuites provenant des stations services.
- Retour éventuel au sol par le biais des précipitations des rejets atmosphériques : remplissage (cuves, réservoirs de voiture), démarrage des véhicules (premières réactions de combustion).

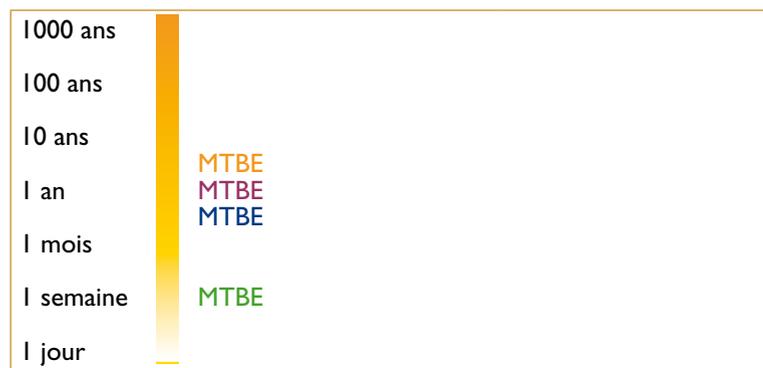
## Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	●●●●
Solubilité dans les graisses	●●
Stockage dans le sédiment	●
Adsorption sur les m.e.s.	●
Volatilité	●●●●
Persistence	●● air ●●●● sol et eaux souterraines

Biodégradabilité Dégradation abiotique	environnement aquatique ●●
Bioconcentration Bioaccumulation	carpe 2 ●
Biomagnification	

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air   XXX dans l'eau   XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité	aiguë	chronique
	●	●
	●	●
	●	
	●	●
	●●	
	Aucune donnée (inhalation ingestion)	●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+
		++
		+

Organes et/ou fonctions atteints		SNC, systèmes respiratoire et digestif Sang, foie (souris). Vésicule biliaire et duodénum : utilisation pour traiter les calculs biliaires.
	C ?	Aucune étude
	PE ?	Aucune étude

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50	rat 3800 mg/kg pc souris 4000 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 96h	algue 184 mg/L invertébrés 340 mg/L daphnie 96h 681 mg/L moule 1950 mg/L poissons 700-1000mg/L
NOEC	algues 103 mg/L invertébrés 51 mg/L poissons 279 mg/L
PNEC eau douce	2,6 mg/L
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	2,0 mg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	sans objet
NQEp	néant
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	néant

Californie Canada USA, EPA Colombie britannique	Eau potable 5 µg/L Eau potable 15 µg/L Eau potable 0,04 µg/L Vie aquatique 3 µg/L
--	--

### Restrictions d'usages

Néant.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Utiliser des pompes à essence avec robinets munis de récupérateurs de vapeurs.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non cité
Liste OSPAR	Non cité
Catégorie	C Non déterminé M Non classé R Aucune donnée
Indication du danger	F, Xi
Phrases de risque	R 11, 38
Conseils de prudence	S 16, 2, 4, 9

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrés

MTBE	Norme	LQ	Coût HT l substance
eau	NF EN ISO 15680	10 µg/L	
sédiment et biote	Purge and Trap/ GC/FID ou MS	100 µg/kg ps	

### Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau douce	Californie ruissellement : 10 µg/L
Eau souterraine	région de Santa Monica (USA) jusqu'à 600 µg/L (fuites de stockage) Canada : 5-3000 µg/L (250 échantillons à proximité de stations-service) Suisse : <20 µg/L

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

### Bibliographie spécifique

- BELLAMY J., GUTHRIE J., GROVES S., 2003, *Usages et rejets de MTBE au Canada*, rapport Direction du pétrole, du gaz et de l'énergie, 46p.
- Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable, 2005, *Le MTBE dans l'eau potable, document pour consultation publique*, 28 p.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Ether de méthyle et de butyle tertiaire*.
- Office Fédéral Environnement, 2002, *Le remplacement du MTBE dans l'essence en Suisse*.  
<http://www.umwelt-schweiz.ch>
- WERNER I., KOGER C.S., DEANOVIC L.A., HINTON D.E., 2001, *Toxicity of methyl-tert-butyl ether to freshwater organisms, Environmental Pollution*, 111 (2001) : 83-88.

## FORMALDÉHYDE (FORMOL)

Composé organique volatil Biocide	Formaldéhyde appelé aussi formol, aldéhyde formique, méthanal, oxométhane, formaline (pour les solutions aqueuses).
N° CAS : 50-00-0 Code SANDRE : 1702	Gaz incolore, d'odeur piquante et suffocante, préparé par oxydation catalytique de méthanol. Très soluble dans l'eau, commercialisé en solutions aqueuses à des concentrations de 30 à 40% en masse. Bioaccumulation faible ; forte biodégradabilité. Manque de données sur les niveaux de toxicité pour l'environnement. Effets sur la santé : allergène fort. Suspicion de cancérogénicité et perturbation endocrinienne.
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$	

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Intermédiaire de synthèse : fabrication de résines (industries du bois, du papier...), de produits chimiques, d'engrais.
- Agent désinfectant, biocide : désinfectant industriel, additif pour la conservation des aliments (industrie agroalimentaire), industries pharmaceutique et cosmétique, médecine humaine et vétérinaire.
- Présence dans l'environnement d'origine anthropique et résultant d'émissions gazeuses (dont échappements non catalysés des automobiles) et rejets d'eaux usées provenant de la fabrication ou de l'utilisation du formol comme désinfectant (hôpitaux, aquaculture) ou produits de laboratoire.

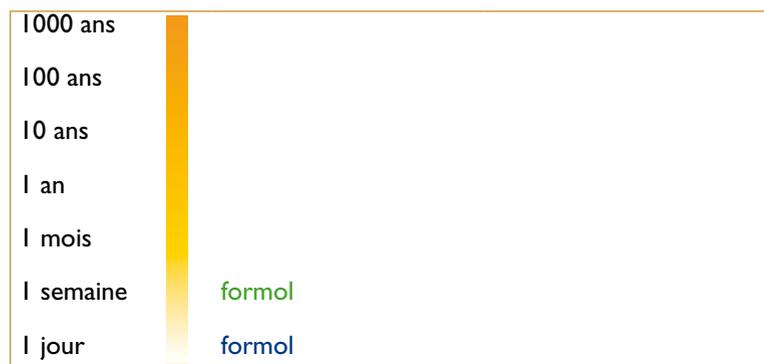
### Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	●●●● Devenir inconnu en eau souterraine
Solubilité dans les graisses	●
Stockage dans le sédiment	●
Adsorption sur les m.e.s.	
Volatilité	● en solution aqueuse ●●●● produit pur
Persistence	●●

Biodégradabilité Dégradation abiotique	●●●● ☀
Bioconcentration Bioaccumulation	●
Biomagnification	●

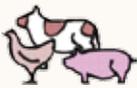
● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité	aiguë	chronique
	Pas de données	● ● ●
		Pas de données
	●	Pas de données
	●	Pas de données
	lapin rat, cobaye ● ● ●	souris ● ● ●
	● ● ●	● ● ●

● peu toxique, ● ● modérément toxique,  
● ● ● toxique, ● ● ● ● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		-
		+++
		+

Organes et/ou fonctions atteints		Yeux, nez, gorge  Allergène fort : système respiratoire, peau
	C ?	Pharinx ? cavité nasale ? poumon ?
	PE	?

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50	lapin 270 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJT (OMS)	0,15 mg/kg pc/J
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50	daphnie 48h 3 mg/L corbicule 50 mg/L saumon 96h 70 mg/L p.-chat 96h 25mg/L
NOEC	algue verte 0,9 mg/L algue bleue 0,1 mg/L
PNEC eau douce	0,94 µg/L
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	0,36 µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	sans objet
NQEp	néant
Limite de qualité eau potable	Produit apparenté pesticide : 0,1 µg/L
Directive OMS	0,5 µg/L total pesticides 0,9 mg/L
Baignade et loisirs	néant

Chair coquillages Poissons, crustacés	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	néant

### Restrictions d'usages

Néant. Progressivement retiré des usages de laboratoire.

Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

A éliminer comme un déchet dangereux en déchetterie et/ou par circuit spécialisé (DMS, DTQD, DMD).

Neutraliser à l'ammoniaque ou à la soude les désinfectants hospitaliers (formol et autres aldéhydes) avant rejet.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non cité
Liste OSPAR	Non cité
Catégorie C M R	3 non classé
Indication du danger	T
Phrases de risque	R 23/24/25-34-40-43
Conseils de prudence	S 1/2-26-36-37-38-45-51

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Formol	Norme	LQ	Coût HT
eau	Polarographie	0,2 mg/L	
sédiment et biote	Polarographie	5 mg/kg ps	

### Niveaux d'imprégnation

Restent à établir.

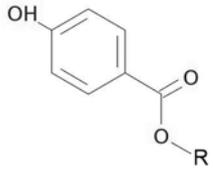
### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

### Bibliographie spécifique INERIS, fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : formaldéhyde.

- INRS, 2006, fiche toxicologique Aldéhyde formique et solutions aqueuses, n° FT 7.

## PARABENES

<p>Désinfectants et biocides</p> <p>Molécule d'un parahydroxybenzoate</p>  <p>avec R = éthyl, méthyl, propyl, butyl ...</p>	<p>Parabènes ou Parabens (PARAOxyBENzoateS) : esters de l'acide parahydroxybenzoïque. Les parabènes les plus courants sont : méthylparaben, éthylparaben, propylparaben et butylparaben.</p> <p>Existent à l'état naturel dans la mûre, l'orge, la fraise, le cassis, la carotte et l'oignon. Présents naturellement dans le corps humain (précurseur du coenzyme Q10) où ils sont rapidement absorbés, métabolisés et excrétés.</p> <p>Fabriqués à partir de l'acide benzoïque, ils sont souvent dilués dans un solvant, le phénoxyéthanol, qui est lui-même un conservateur.</p> <p>Groupe de produits largement utilisés comme conservateurs dans l'industrie alimentaire, cosmétique et pharmaceutique depuis plus de cinquante ans pour empêcher la croissance des champignons et des bactéries.</p> <p>Utilisés comme additifs dans certains aliments (E214 à E219).</p> <p>Comportement dans l'environnement très mal connu.</p> <p>Toxicité faible, mais perturbations endocriniennes potentielles à ré-évaluer.</p>
--	--

### Parabens les plus utilisés

N°CAS	Nom scientifique	Nom de l'ester	Code additif ester et sel
99-76-3	Paraoxybenzoate de méthyle	Methylparabène	E218 E 219
120-47-8	Paraoxybenzoate d'éthyle	Ethylparabène	E214 E 215
94-3-3	Paraoxybenzoate de propyle	Propylparabène	E216 E 217
94-26-8	Paraoxybenzoate de butyle	Butylparabène	-
4247-02-3	Paraoxybenzoate d'isobutyle	Isobutylparabène	-

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Parabens usuellement trouvés dans les composés suivants (liste non exhaustive) :

- Produits cosmétiques : crèmes dépilatoires, crèmes solaires, dentifrices, déodorants, lotions après rasage, poudres, savons, bâtons à lèvres, teintures capillaires.

- Produits de soin : gouttes nasales, ophtalmologiques et auriculaires, aérosols, potions et sirops, pansements, ovules et suppositoires, solutions injectables.
- Aliments : assaisonnements, œufs de poisson, conserves de poisson, crèmes, gelées, jambons, jus de fruits, préparation à base de lait, sauces industrielles, sirops, viandes hachées.
- Colles, cirages, graisses industrielles et huiles.

## Comportement dans le milieu aquatique

Solubilité dans l'eau	?
Solubilité dans les graisses	Méthylparabène ●
	Ethylparabène ●●
	Propylparabène ●●●
	Butylparabène ●●●●
Stockage dans le sédiment	?
Adsorption sur les m.e.s.	
Volatilité	?
Persistance	Méthylparabène ●
Biodégradabilité (aérobie)	?
Dégradation abiotique	?
Bioconcentration	● chez l'homme, en conditions d'emploi réglementaires en cosmétique
Bioaccumulation	
Biomagnification	

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement

Environ 3 à 4 mois (conditions de pH alcalin)

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité	aiguë	chronique
	●	
	●	
		
	●	●
		
	● ?	●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+
		-
		+
Organes et/ou fonctions atteints		Peau : réaction cutanée mais pouvoir allergisant limité
	C ?	Cancérogènes à haute dose chez le rat. Effets du propylP sur la reproduction du rat mâle
	PE ?	Activité oestrogénique des parabènes in vitro ; aucun effet détecté in vivo chez le rat ou la souris
	DI ?	Suspicion d'effet immunotoxique

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
DL50	
Toxicité sublétales	
DJA (EFSA)	Total esters de méthyl éthyl propyl et sels sodiques 10 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50 méthylparabène	algue (72h) 91 mg/L daphnie (48h) 11 mg/L poisson ide (48h) 50 mg/L
CE50 éthylparabène	algue (72h) 18 mg/L daphnie (48h) 20-50 mg/L poisson ide (48h) 50 mg/L

CE50 propylparabène	algue (72h) 15 mg/L daphnie (48h) 15 mg/L poisson ide (48h) 5 mg/L
NOEC	
PNEC eau douce	
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	?
NQEp	néant
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, poissons et crustacés	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	néant

### Restrictions d'usages

Limitation de la concentration de chaque parabène dans les cosmétiques à 0,4%, le total ne pouvant dépasser 0,8% (en masse d'ester). L'AFSSAPS a indiqué le 29 septembre 2005 : « la commission de cosmétologie s'est prononcée favorablement à la poursuite de l'utilisation, aux conditions prévues par la réglementation actuelle, de 4 des 5 parabènes les plus couramment utilisés (méthyl, éthyl, propyl et butyl parabènes). »

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Néant.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non cités
Liste OSPAR	Non cités
Catégorie C	Non déterminées
M	
R	
Indication du danger	?
Phrases de risque	?
Conseils de prudence	?

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les parabènes, s'appliquent également :

Texte	Objet
Directive 96/45/CE	Méthodes d'analyse nécessaires au contrôle de la composition des produits cosmétiques
Directive 2003/114/CE	Conditions d'utilisation des additifs E 214 à E 219 dans les produits alimentaires

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Parabènes	Méthode directive 96/45/CE	LQ	Coût HT
eau	Chromatographie CLHR	20 µg/L	

### Niveaux d'imprégnation

Absence de données.

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

### Bibliographie spécifique

- EFSA, 2004, *Avis du groupe scientifique sur les additifs alimentaires, les arômes, les auxiliaires technologiques et les matériaux en contact avec les aliments concernant les para hydroxybenzoates (E214-219)*, Question n° EFSA-Q-2004-063.
- ROUSSELLE C., 2005, *Evaluation du risque lié à l'utilisation des parabens dans les produits cosmétiques*, Vigilances ; 30 :3 (Lettre de l'Afssaps).
- Ministère de la Santé du Danemark, *Environmental and Health Assessment of substance in household Detergents and Cosmetic Detergents Products*, 26 p.

## PESTICIDES

Pesticides	<p>Les pesticides sont des produits destinés à lutter contre les parasites animaux et végétaux et les adventices indésirables des cultures, des plantes des voiries et espaces de loisirs. Ils sont constitués d'une ou plusieurs substances actives associées à des agents de formulation.</p> <p>On peut les classer selon leur mode d'action : herbicides, insecticides, fongicides... ou selon leur composition chimique : carbamates (amides), organochlorés, triazines...</p> <p>Ils peuvent être dommageables pour la santé et l'environnement à cause de leur toxicité, notamment chronique en cas de persistance et d'accumulation dans les tissus organiques.</p> <p>9 substances sont listées comme dangereuses prioritaires selon la DCE 2006. 47 substances sont inscrites au Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides (PIRRP)</p>
------------	---

### Classification selon leur mode d'action

- Les herbicides : destinés à limiter l'installation d'espèces végétales adventices. Peuvent être sélectifs ou totaux. Les familles de substances les plus importantes sont les acides amino-phosphoriques (glyphosate), les urées (diuron, isoproturon), les triazines (atrazine, simazine). En France, plus de 300 spécialités contenant du glyphosate sont commercialisées.
- Les insecticides : destinés à tuer les insectes ou à empêcher le déroulement normal de leur cycle de vie. Les familles les plus rencontrées sont les organophosphorés (malathion), les carbamates insecticides (carboxyl), les pyréthrinoides (deltaméthrine) et les organochlorés (endosulfan).

- Les fongicides : destinés à éliminer les champignons. On distingue trois modes d'action différents. Les multisites s'attaquent aux spores des champignons. Ils sont donc préventifs. Les unisites attaquent la perméabilité membranaire des champignons. Les antimétabolites bloquent la division cellulaire. La famille la plus présente est celle des carbamates.
- Les molluscicides et autres pesticides : les molluscicides sont destinés à éliminer les escargots et les limaces. Ils sont épandus essentiellement sous forme de granulés. Les rotenticides agissent contre les rongeurs. Les anticoagulants représentent 85% du marché. Quelques produits de gazage sont encore utilisés. Les nématicides agissent sur les nématodes.

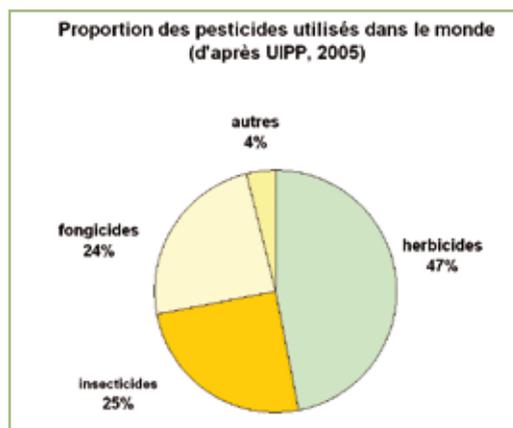
### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

	Herbicides	Insecticides	Fongicides	Autres
Acides amino-phosphoriques <b>(Glyphosate)</b>	❖			
Acides phénoxycarboniques	❖			
Acides phtaliques			❖	
Acylalanines			❖	
<b>Amides</b>		❖	❖	
Azoles			❖	
Aryloxyacides (Phytohormones)	❖			
Benzilates		❖		
Benzimidazoles			❖	
Benzoylurées		❖		

	Herbicides	Insecticides	Fongicides	Autres
<b>Carbamates</b>	❖	❖	❖	❖
Chloro-acétanilides	❖			
Cuivre inorganique			❖	
Cyclodiènes organochlorés		❖		
Diazines	❖			
Dicarboximides			❖	
Dinitroanilines	❖			
Dithiocarbamates			❖	❖
Huiles minérales		❖		
Hydroxybenzonnitriles	❖			
Morpholines			❖	
<b>Organochlorés</b>		❖		
<b>Organophosphorés</b>		❖		❖
Oxime-carbamates		❖		
Phosphates d'éthyle			❖	
<b>Pyréthroïdes</b>		❖		
Soufre inorganique		❖	❖	
Thiocarbamates	❖			
<b>Triazines</b> (Organoazotés)	❖			
Triazinomes	❖			
<b>Urées</b>	❖		❖	

N.B. : Les familles en gras font l'objet d'une fiche particulière

Les principaux types de pesticides utilisés sont dans les proportions suivantes :



Toutes les actions liées à la production, au stockage et à l'utilisation des pesticides sont des sources potentielles d'émission dans l'environnement (non respect des pratiques d'épandage, traitement systématique, déversements accidentels ou volontaires, rinçage du matériel).

De plus, dans l'environnement, ils contaminent l'air (brouillards de pulvérisation), les sols (reliquats), les eaux superficielles (ruissellement, drainage, érosion, retombées atmosphériques) et les eaux souterraines (infiltration).

## Effets sur l'environnement

### • Toxicité

De par leur caractère biocide, les pesticides peuvent être toxiques pour tous les organismes vivants. En fonction de leur mode d'action, de leur persistance et de leur capacité de bioaccumulation, cette toxicité s'exprime différemment selon les espèces. Les animaux peuvent être touchés directement, notamment en bout de chaîne trophique (biomagnification), ou par le biais de la destruction de leur habitat sous l'effet des herbicides.

### • Produits de dégradation

Les substances actives se dégradent en de nombreux produits (métabolites) qui sont parfois plus toxiques que leur substance mère.

### • Bioconcentration/Bio-accumulation

Même s'il existe d'importantes variations du potentiel de bioconcentration des pesticides selon l'espèce, voire même à l'intérieur d'un même taxon, certains pesticides, lipophiles en particulier, sont fortement bioaccumulables.

### • Bioamplification

Les insecticides organochlorés font notamment l'objet d'une forte bioamplification dans les réseaux trophiques aquatiques.

### • Résistance

Il est observé depuis une cinquantaine d'années que des insectes, des champignons phytopathogènes et des plantes adventices deviennent résistantes aux pesticides. Leur nombre est d'ailleurs en croissance constante. La résistance s'accompagne d'un accroissement des CL/DL50. Il existe de plus, une résistance croisée : l'espèce devient également résistante à d'autres groupes de matières actives.

## Exposition humaine et risques pour la santé

Tous les pesticides sont potentiellement dangereux pour l'homme, la toxicité dépendant du mode de pénétration dans l'organisme. Dans la littérature scientifique, l'exposition à certains pesticides a été liée chez l'homme à des cancers associés à la suppression immunitaire, des réactions allergiques, des réponses auto-immunes, la suppression de la fonction immunitaire et une plus grande sensibilité aux agents pathogènes.

Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		Consommateurs exposés par le biais des résidus présents dans l'alimentation (fruits et légumes) <b>++</b>
		Pénétration dans les poumons par les poussières émises par les formulations solides, par les gouttelettes, brouillards et vapeurs émis lors des aspersions. Voie la plus redoutable car les produits sont acheminés rapidement au sang par l'intermédiaire de l'air pulmonaire. <b>+++</b>
		Pénétration des produits à travers la peau accélérée par les formulations huileuses ou additionnées de solvants. Les plaies sont autant de passages facilités. <b>+ (+++ applicateur)</b>
Organes et/ou fonctions atteints		Irritants ou corrosifs pour la peau, les yeux et les muqueuses. Graves troubles par absorption accidentelle (aiguë) pouvant entraîner la mort. Atteinte à la fonction de reproduction et toxicité sur le fœtus en développement Intoxications à long terme possibles mais rares : effets cumulatifs dans l'organisme (foie, reins, sang, système nerveux central, système immunitaire).
	C	Beaucoup de pesticides sont suspectés d'être cancérogènes d'après les expérimentations sur l'animal : leucémie, cancer du cerveau ?
	PE	Perturbateurs endocriniens potentiels (peu de certitudes, hors organochlorés et atrazine).

## Restrictions d'usages

Le plan interministériel des réductions des risques liés aux pesticides a pour objectif de réduire de moitié la quantité des substances actives les plus dangereuses vendues en France (estimée actuellement à 8000 T) d'ici fin 2009, dont celles suspectées d'être cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction et celles classées dangereuses prioritaires au titre de la DCE.

## Textes réglementaires spécifiques

Les pesticides sont réglementés, entre autres, par la directive 91/414/CEE concernant leur mise sur le marché, qui stipule notamment que l'utilisation des substances chimiques ou micro-organismes n'est autorisée que s'ils font l'objet d'une évaluation préalable de sécurité d'utilisation. Des dispositions réglementaires concernent alors une ou plusieurs molécules en termes de limitation de l'utilisation (types de cultures, période...) et/ou de résidus dans les denrées alimentaires.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

- Pour limiter la pollution, il faut appliquer les produits adaptés à ses besoins, respecter les doses recommandées, tenir compte des conditions météorologiques, vérifier l'état de son matériel, régler son pulvérisateur et respecter la réglementation (périodes d'épandage, distances, bandes enherbées). Les fonds de contenants doivent être traités comme des DTQD et en aucun cas rejetés au milieu naturel ou dans le réseau d'assainissement (bonnes pratiques agricoles). Les effluents de rinçage de matériel peuvent être épandus sur les sols de culture ou traités en biobacs (ou autres systèmes agréés).
- Pour limiter l'exposition, l'utilisateur se doit de respecter les consignes de sécurité propres à l'utilisation des produits chimiques toxiques (conseils de prudence), de porter des protections adaptées (gants, lunettes, vêtements, masque à cartouche filtrante) et de manipuler les produits avec soin (selon les bonnes pratiques).

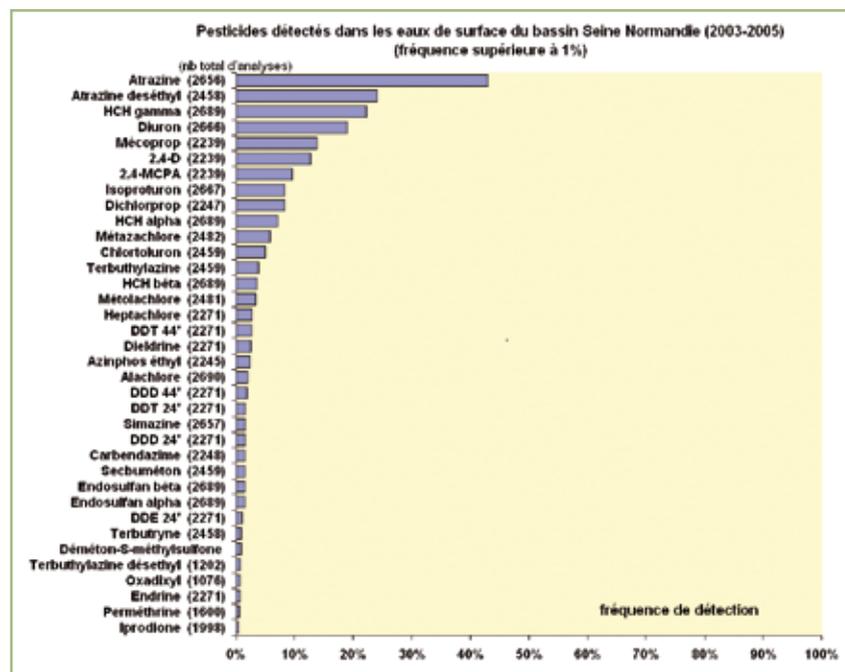
## Niveaux d'imprégnation

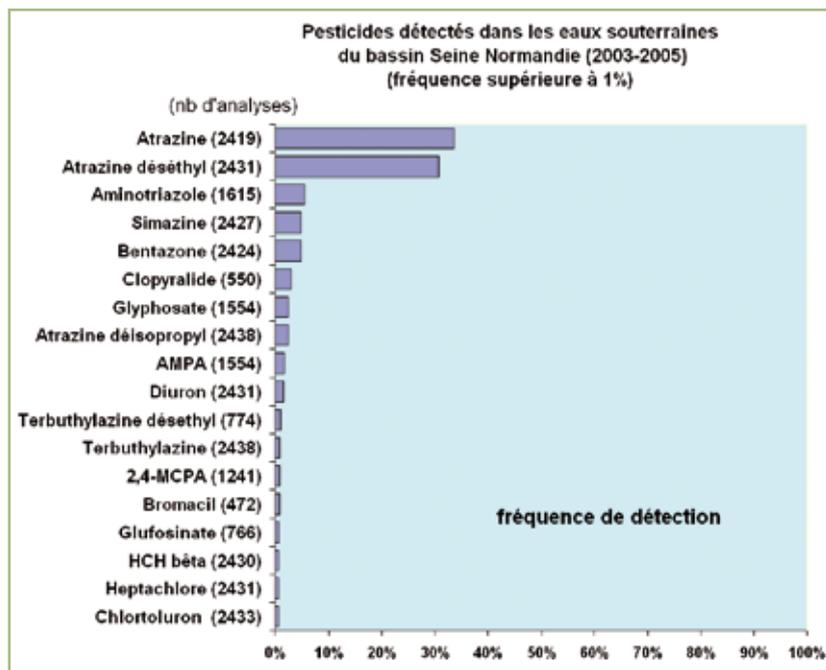
Le nombre de substances recherchées et détectées dans les eaux du bassin Seine-Normandie s'établit comme suit :

	Nombre substances recherchées période 2003-2005	Nombre substances détectées période 2003-2005	Proportion
Eaux de surface	408	240	60 %
Sédiments	123	26	20 %
Eaux souterraines	230	108	47 %

Dans les eaux de surface, c'est l'AMPA, produit de dégradation du glyphosate, l'atrazine, la DEA, un des ses produits de dégradation, le glyphosate et le lindane qui sont les plus fréquemment détectés. Dans le sédiment, il s'agit des organochlorés : endosulfan, DDT (interdit depuis 1972) et ses produits de dégradation DDE et DDD.

L'atrazine et la DEA se retrouvent également fréquemment dans les eaux souterraines.



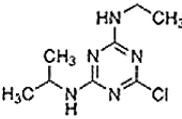
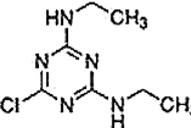


### Bibliographie spécifique

- British Crop Protection Council, *The Pesticide Manual* (Twelfth Edition).
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46p.
- DUCHEMIN J., 2006, *Exposition humaine aux produits phytosanitaires et risques pour la santé humaine*, note AESN.
- IFEN, 1998, *Les pesticides dans les eaux : Usages, origines, pertinence du suivi*, 15 p.
- REPETTO R., BALIGA S., 1996, *Pesticides and the Immune System : the public health risks*, World resources institute, ISBN, 1-56973-087-3.

## TRIAZINES

Pesticides Herbicides organoazotés	<p>Détectés régulièrement dans plus de 30% des ressources d'eau souterraine du bassin Seine-Normandie, comme ailleurs en France, d'où leur interdiction récente, ces produits étaient utilisés pour le traitement herbicide préventif des grandes cultures (atrazine) et en viticulture (simazine) ; désherbants des zones non cultivées (bord des routes et voies ferrées) ; non sélectifs, perturbent la photosynthèse.</p> <p>Famille comptant plusieurs substances, dont une dizaine utilisées en France : atrazine et simazine ont été les plus utilisées et sont les plus connues.</p> <p>Substances et produits de dégradation persistants, très toxiques sur la flore aquatique, mais aussi sur certains organismes animaux.</p> <p>Irritation possible de la peau et des yeux ; sensibilisation cutanée ; effets possibles sur le foie et les reins ; perturbateurs endocriniens avérés (atrazine) ou suspectés (simazine) ; simazine cancérogène suspecté.</p> <p>Atrazine et simazine : substances prioritaires (DCE).</p>
--	---

	N° CAS	Code SANDRE	Molécule	Exemples de produits de dégradation	N° CAS
atrazine	1912-24-9	1107		Déséthylatrazine (DEA) Désidopropylatrazine (DIA) Hydroxyatrazine Déséthyl-désidopropylatrazine (DEDIA)	6190-65-4 1007-28-9 2136-68-0 3397-62-4
simazine	122-34-9	1263		Hydroxysimazine Désidopropylatrazine (DIA) <sup>1</sup> = Déséthylsimazine Déséthyl-désidopropylatrazine <sup>1</sup> (DEDIA) 6 Amino 2,4 dihydroxysimazine (Ammelide)	2599-11-3 1007-28-9 3397-62-4 645-93-2

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Volumes produits en 2000 dans l'UE : atrazine 700 T, simazine 300 T (utilisation de 4500 T en France en 1992).
- Estimation des pertes lors du traitement aérien de l'ordre de 50% de la matière active épanchée.
- Aucun site de production français de la substance active, mais un site de formulation utilisant l'atrazine.
- Seule source actuelle de rejet potentiel : lieux de stockage et/ou de formulation de produits destinés à l'exportation.

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
 XXX dans le sédiment

<sup>1</sup> : Il s'agit bien de la même molécule que celle issue de la dégradation de l'atrazine.

## Comportement dans le milieu aquatique

	atrazine	simazine
Solubilité dans l'eau	●●	●●
Solubilité dans les graisses	●●	
Stockage dans le sédiment	●●●	●●●
Adsorption sur les m.e.s.		
Volatilité	●●	●
Persistance	●●●●	●●●●
Bio-dégradabilité	●●	●●
Dégradation abiotique	☀	☀
Bio-concentration	algues 9-83 ●	poisson 1 ●
Bio-accumulation	invertébrés 1-2800 ●● poissons 12 ●	
Bio-magnification	●	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen,  
●●●● fort

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité aiguë	atrazine	simazine
	●●●●	●●●
	●●	●●●
		
	●●	●
	●●	●●
	●●●●	●●●●
	●	●
	●	●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

Toxicité chronique	atrazine	simazine
	●●●●	●●●●
	●●●	●●●
		
	●●●	●●
	●●●●	●●●●
	●	●
	●●●	●●●
	●●●	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
 ●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

		atrazine	simazine
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++	+++
			
		-	-
Organes et/ou fonctions atteints		Peau, yeux, foie, rein	Peau, yeux, foie, rein
	C	considérée comme non cancérigène	cancérigène possible
	PE	Perturbateur endocrinien avéré	Perturbateur endocrinien potentiel

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	atrazine	simazine
<b>Toxicité</b>		
DL50	rat 2000 mg/kg pc	rat 5000 mg/kg pc
Toxicité sublétales		
DJA (OMS)	0,5 µg/kg pc/j	1 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)		
<b>Ecotoxicité</b>		
CE50	algues 96h : 51 µg/L truite 96h : 8 800 µg/L daphnie 6 900 µg/L	algue 221 µg/L carpe 96h 100 000 µg/L daphnie 48h 1 000 µg/L
NOEC	algue bleue 8j 1,5 µg/L daphnie 64j 250 µg/L	algues 100 µg/L daphnie 26j : 4 000 µg/L truite 2500 µg/L
PNEC eau douce	0,6 µg/L	1 µg/L
PNEC eau marine		
PNEC sédiment	5,2 µg/kg ps	15,5 µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>		
Bruit de fond	sans objet	sans objet
NQEp eau surface intérieure	0,6 µg/L	1 µg/L
NQEp eau de transition	0,6 µg/L	1 µg/L
NQEp eau marine	0,6 µg/L	1 µg/L
Limite de qualité eau potable	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L
OMS	2 µg/L	2 µg/L
Baignade et loisirs	néant	néant
Chair coquillages poissons et crustacés	néant	néant
Norme sol	néant	néant
Norme boues	néant	néant
Rejets industriels	4 mg/L si rejet > 10g/j	1,5 mg/L si rejet > 1g/j

## Restrictions d'usages

Atrazine : commercialisation interdite en France depuis 2002, distribution et utilisation interdites depuis 2003 sur une décision de 2001.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche générale pesticides.

## Classification environnementale

	atrazine	simazine
Substance DCE	Prioritaire	Prioritaire
Liste OSPAR	Non citée	Non citée
Catégorie	C	
M	non classée	
R	non classée	3
Indication du danger	N, Xi, Xn	Xn, N
Phrases de risque	R 43-48/22-50/53	R 40-50/53
Conseils de prudence	S 2, 36/37, 60, 61,	S 2, 36-37, 46, 60, 61, 50/53

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

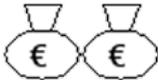
Pour les triazines, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Arrêté du 10 février 1989	Quantités admises dans les céréales destinées à la consommation humaine
Arrêté du 05 août 1992	Quantités admises dans les produits d'origine végétale
Arrêté du 27 novembre 2001	Retrait d'autorisation de mise sur le marché de l'atrazine

## Norme(s) analytique(s) de quantification dans l'eau

AFNOR (T90-121), dosage de l'atrazine et de la simazine en chromatographie phase gazeuse après extraction liquide-liquide.

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Triazines	Norme	LQ	Coût HT l substance
eau	NF EN ISO 10695 (GC/NPD)	0,02 µg/L pour la plupart	
sédiment et biote		50 µg/kg ps	

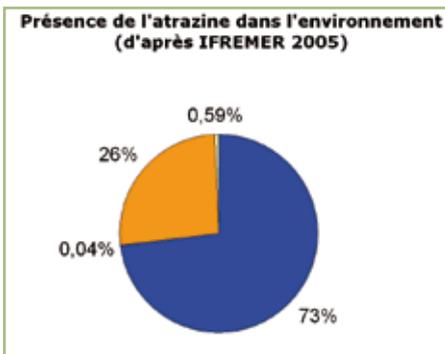
## Niveaux d'imprégnation

Répartition de l'atrazine dans l'environnement :

Dans le bassin Seine-Normandie (données 2003-2005), l'atrazine est le pesticide le plus fréquemment détecté dans les eaux souterraines (dans un tiers des échantillons) et le 2e dans les eaux de surface (dans la moitié des échantillons). Son produit de dégradation la DEA est détecté avec des fréquences immédiatement inférieures (30% des échantillons de surface ou souterrains).

A cet égard, si certains captages comme ceux du Calvados<sup>2</sup> montrent depuis quelques années une diminution des concentrations en atrazine, liée à son interdiction, celles de la DEA augmentent en parallèle.

La simazine est beaucoup moins fréquente (dans 5 et 2% des échantillons). Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique.



	atrazine	simazine
Cours d'eau	Seine à Poses 1995-2005 : 0-0,5 µg/L	Seine à Poses 1995-2005 : 0-0,4 µg/L
	Seine à La Bouille 1995-2005 : 0-0,5 µg/L	Seine à La Bouille 1995-2005 : 0-0,3 µg/L
	Eure à Lery 1995-2005 : 0-0,2 µg/L	Eure à Lery 1995-2005 : 0-0,3 µg/L
	Risle à Pont-Audemer 1995-2005 : 0-0,05 µg/L	Risle à Pont-Audemer 1995-2005 : 0-0,05 µg/L
	Dives à Troarn 1995-2005 : 0-0,7 µg/L	Dives à Troarn 1995-2005 : 0-0,1 µg/L
Eau souterraine	Seine à Caudebec 1995-2005 : 0-0,5 µg/L	Seine à Caudebec 1995-2005 : 0-0,4 µg/L
	Moyennes inter-annuelles Mini et maxi 0,06-0,11 µg/L	Moyennes inter-annuelles Mini et maxi 0,01-0,03 µg/L

Autres triazines recherchées mais non détectées dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie : hydroxyatrazine, DEDIA, cyanazine, desméthrine, prométo, prométryne, propazine (100 à 2500 analyses sur eau et sédiment).

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Les pertes annuelles d'atrazine représentaient de l'ordre de 0,1 à 0,6 % des quantités appliquées sur les cultures. Flux à Poses en 2003 estimés à :

. atrazine 405-430 kg/an

. simazine 60-655 kg/an

. DEA : 0-260 kg/an

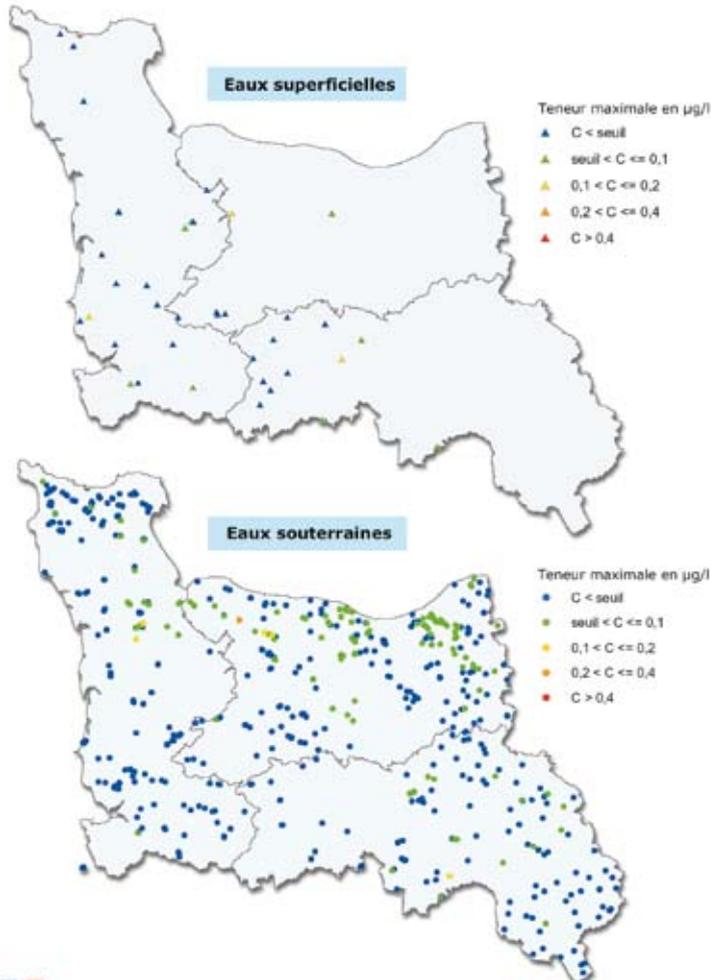
Incertitude liée au mode de prise en compte des concentrations inférieures à la limite de détection.

## Bibliographie spécifique

- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 50 p.
- GIP Seine aval, 2006, *fiche pesticides organoazotés*, version 1, 8 p.
- IFREMER (Tissier et coll.), 2005, *Les substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) – Fiches de synthèse atrazine et simazines*, 4 p.
- INERIS, *atrazine, fiche de données toxicologiques et environnementales*, 2p.
- NARCY J.B., 1996, *Le point sur les triazines*, rapport AESN, 80 p.

<sup>2</sup> : voir page 193

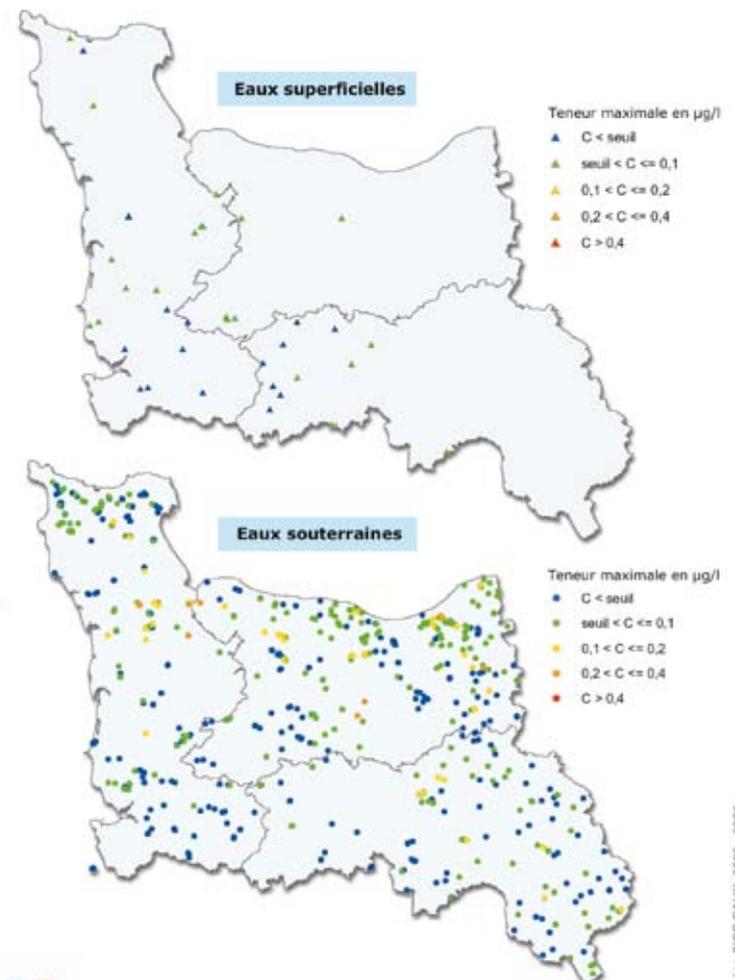
**Concentrations maximales en atrazine mesurées en Basse-Normandie sur les ressources utilisées en eau potable (période 2005-2006)**



Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Basse Normandie  
 Directions départementales des affaires sanitaires et sociales - Calvados - Manche - Orne

Données SISE EAUX 2005 - 2006

**Concentrations maximales en déséthylatrazine mesurées en Basse-Normandie sur les ressources utilisées en eau potable (période 2005-2006)**



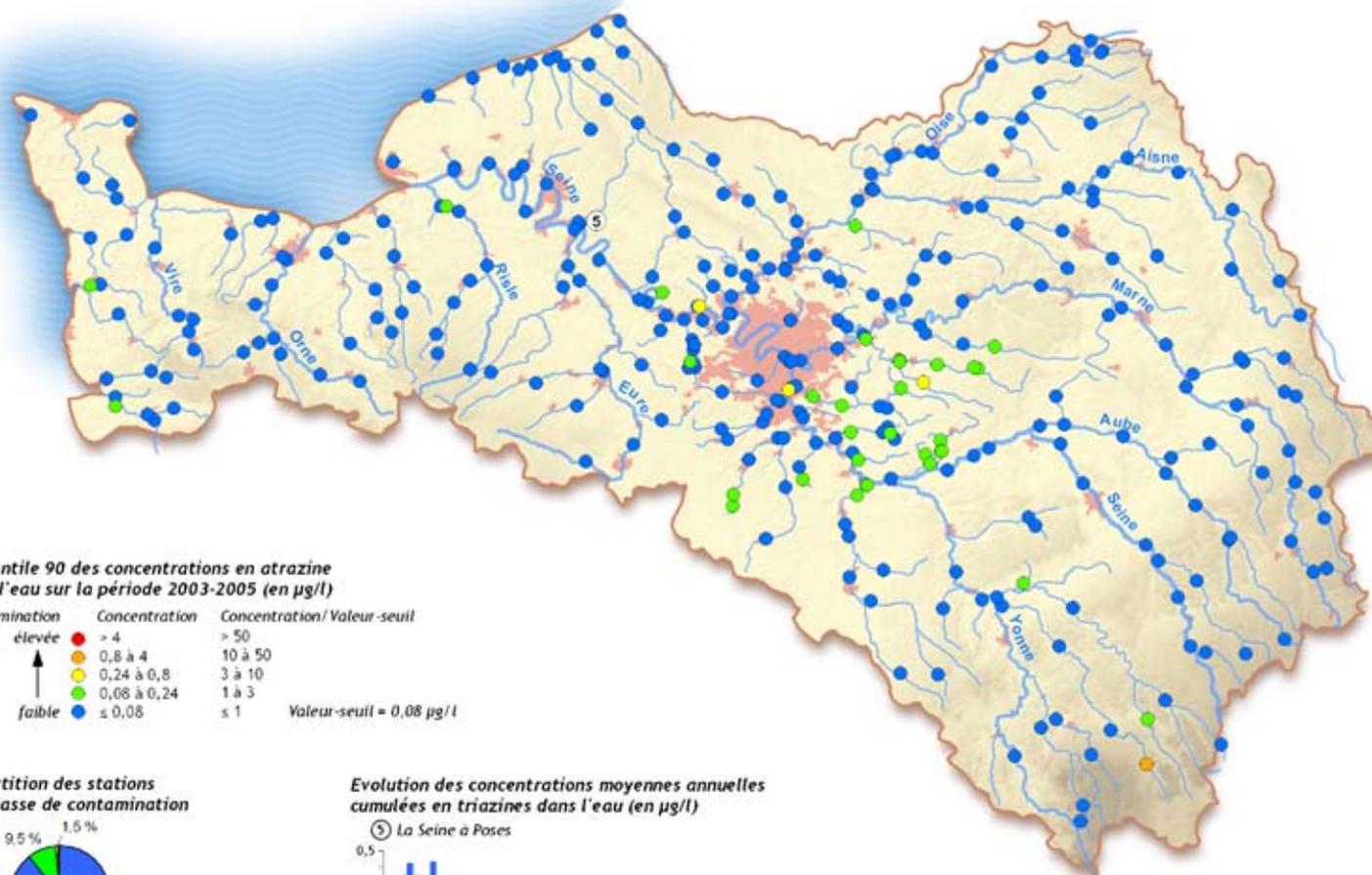
Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Basse Normandie  
 Directions départementales des affaires sanitaires et sociales - Calvados - Manche - Orne

Données SISE EAUX 2005 - 2006

## Contamination par les triazines ou l'atrazine

→ Les cours d'eau

 Zones urbaines et industrielles



### Percentile 90 des concentrations en atrazine dans l'eau sur la période 2003-2005 (en µg/l)

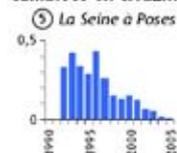
Contamination	Concentration	Concentration / Valeur-seuil
élevée	> 4	> 50
	0,8 à 4	10 à 50
	0,24 à 0,8	3 à 10
	0,08 à 0,24	1 à 3
faible	≤ 0,08	≤ 1

Valeur-seuil = 0,08 µg/l

### Répartition des stations par classe de contamination



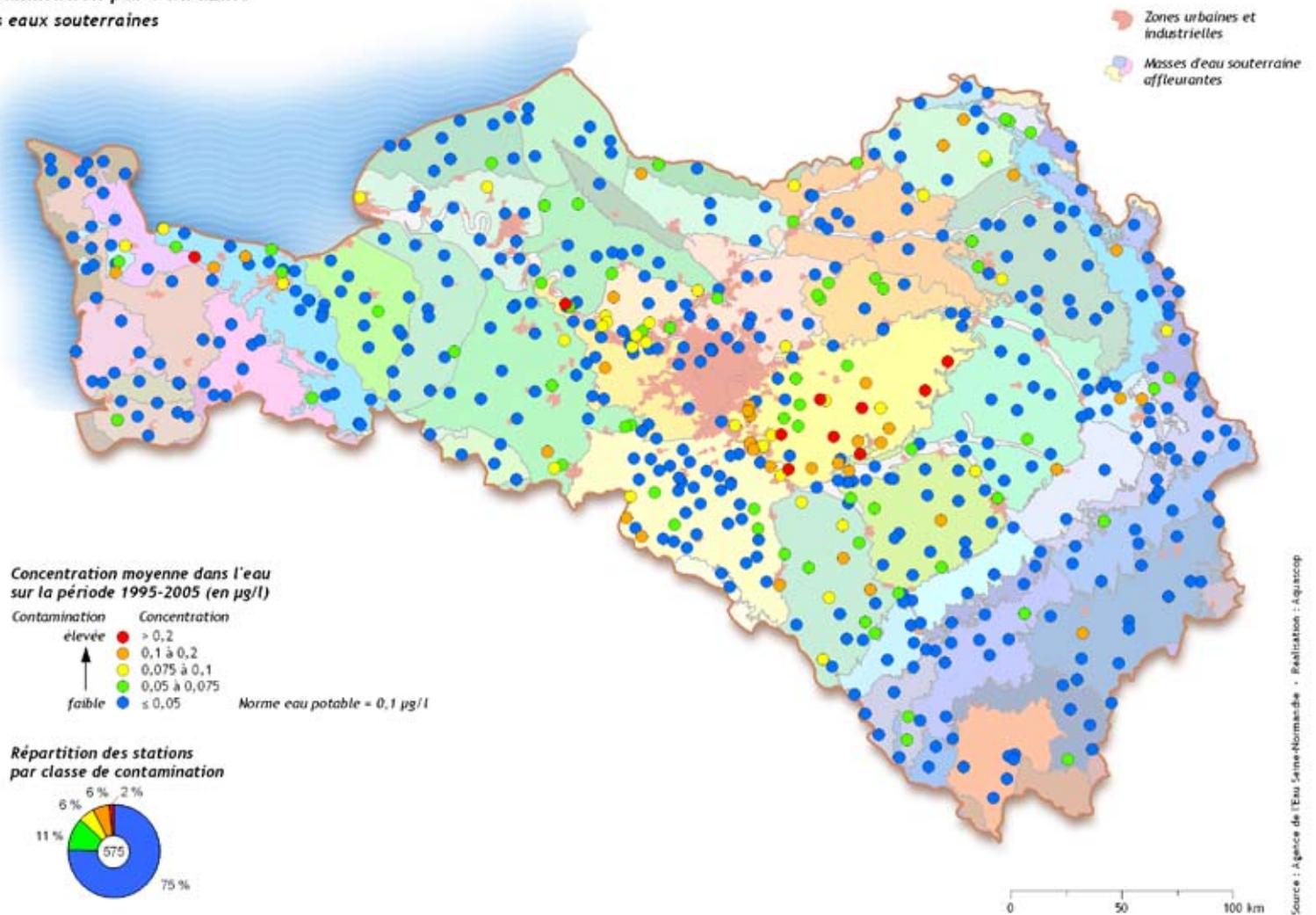
### Evolution des concentrations moyennes annuelles cumulées en triazines dans l'eau (en µg/l)



Source : Agence de l'Étu Seine-Normandie / Service de Navigation de la Seine - Réalisation : A. Gascoy

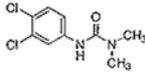
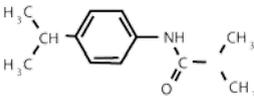
### Contamination par l'atrazine

→ Les eaux souterraines



## URÉES SUBSTITUÉES

Pesticides	<p>Herbicides non sélectifs inhibant la photosynthèse</p> <p>Diuron : utilisé en agriculture, par les particuliers et les services techniques (communes, SNCF, industries).</p> <p>Isoproturon : utilisé seulement en agriculture.</p> <p>Autres matières actives de cette famille principalement utilisées : néburon, monolinuron.</p> <p>Néfastes pour la santé, irritants.</p> <p>Diuron, Isoproturon : substances prioritaires (DCE) et visées par le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides.</p>
------------	---

Quelques substances de la famille	N° CAS	Code SANDRE	Molécule	Quelques produits de dégradation
Diuron	330-54-1	1177		3,4-dichloroaniline
Isoproturon	34123-59-6	1208		Desmethylisoproturon Isoproturon monométhyle

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

• Diuron : Volume utilisé en UE : 3000 T/an, en France : 300 T/an.

70 tonnes de diuron ont été épandues, en 2001, par la SNCF. Produit majeur de dégradation : 3,4-dichloroaniline, dont la toxicité est importante et pourrait être supérieure à celle du diuron.

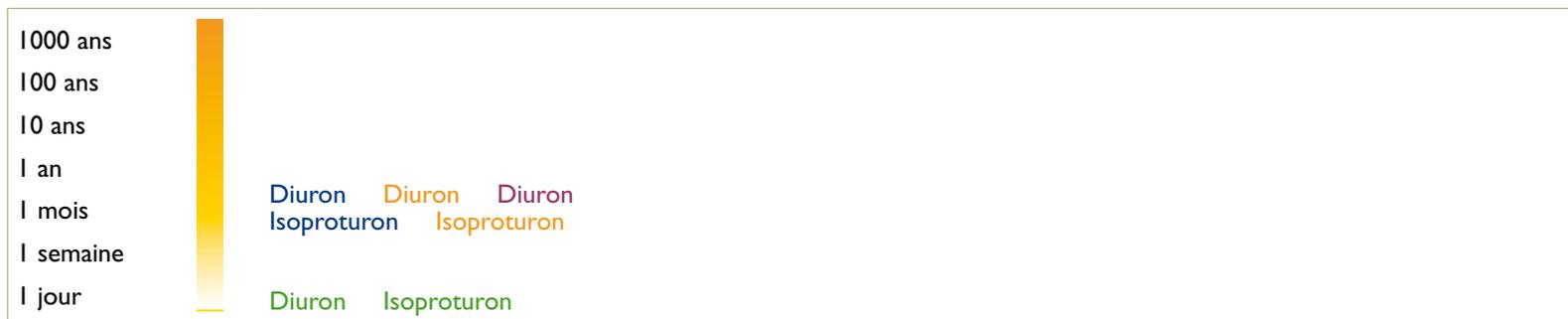
• Isoproturon : Volume utilisé en France : 1 000 T/an.

## Comportement dans le milieu aquatique

	Diuron	Isoproturon
Solubilité dans l'eau	●●●	●●●
Solubilité dans les graisses	●●	●●
Stockage dans le sédiment	●●● à ●●●●	●●● à ●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●	●
Volatilité	●●	●
Persistance	●●●●●	●●●●●
Biodégradabilité (aérobie)	●●	●●
Dégradation abiotique	☀	☀
Bioconcentration	Poissons <3-70 ●	Truite 3 ●
Bioaccumulation		
Biomagnification	●	●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air   XXX dans l'eau   XXX dans le sol   XXX dans le sédiment

### Effets sur l'environnement et l'homme

Toxicité aiguë	Diuron	Isoproturon
	● ● ● ●	● ● ● ●
	● ● ●	● ● ●
	● ●	● ● ●
	● ● ●	● ● à ● ● ●
	● ● ● ●	● ● ● ●
	●	●
	● ● ●	● ●
	● ●	● ●

Toxicité chronique	Diuron	Isoproturon
	●●●●	●●●●
	●●●	●●●
	●●●	●●●
	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●
	●	●
	●●●	●●●
	●●●	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

		Diuron	Isoproturon
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		++	++
		+++	+++
		+	+
Organes et/ou fonctions atteints		Peau (irritation) Système respiratoire Sang (anémie, globules rouges anormaux), vessie, reins	Peau (irritation) Système respiratoire Anémie hémolytique, foie (dégénérescence)
	C ?	effets possibles, suspectés chez l'animal	effets possibles, suspectés chez l'animal
	PE ?	suspicion	suspicion

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Diuron	Isoproturon
<b>Toxicité</b>		
DL50	rat 437 mg/kg pc	rat >2000 mg/kg pc caille 1931 mg/kg pc
Toxicité sublétales		
DJA (UE)	0,007 mg/kg pc/j	0,015 mg/kg pc/j
ADI (USA)	0,002 mg/kg pc/j	0,0062 mg/kg pc/j
<b>Ecotoxicité</b>		
CE50	microalgues 24 µg/L algues 1,9 µg/L gammare 160 µg/L huître 1800 µg/L truite 710 µg/L	microalgues 13 µg/L algues 13 µg/L daphnie 580 µg/L huître 250 µg/L truite arc-en-ciel 18 000 µg/L poisson-chat 9000 µg/L

NOEC	microalgues 0,46 µg/L algues 1,96 µg/L daphnie 56 µg/L palourde 1000 µg/L poisson 33,4 µg/L	algues 3,2 µg/L daphnie 64 µg/L chironome 500 µg/L poisson 1000 µg/L
PNEC eau douce	0,2 µg/L	0,32 µg/L
PNEC eau marine	0,2 µg/L	0,32 µg/L
PNEC sédiment		
<b>Normes et seuils</b>		
Bruit de fond	sans objet	sans objet
NQEp eau surface intérieure	0,2 µg/L	0,3 µg/L
Limite de qualité eau potable Recommandation OMS	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L 4,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L 9 µg/L
Baignade et loisirs	néant	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant	néant
Norme sol	néant	néant
Norme boues	néant	néant
Rejets industriels	néant	néant

### Restrictions d'usages

Diuron : Depuis 2002, interdiction d'utilisation du diuron seul, non associé à d'autres substances actives. Interdiction d'utiliser des produits contenant du diuron, en utilisation non agricole, entre le 1er novembre et le 1er mars.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche générale pesticides.

### Classification environnementale

	Diuron	Isoproturon
Substance DCE	Prioritaire	Prioritaire
Liste OSPAR	Non cité	Non cité
Catégorie	C 3	3
	M Non classé	Non classé
	R Non classé	Non classé
Indication du danger	Xn, N	Xn, N
Phrases de risque	R22 - R40 - R48/22 - R50/53	R40, R50/53
Conseils de prudence	S13, S2, S22, S23, S37, S46, S60, S61	S2, S36/37, S60, S61

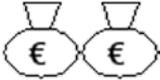
## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le diuron et l'isoproturon, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Avis Ministère de l'agriculture et de la pêche JO n°80 du 05 avril 2002	Retrait des autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques contenant du diuron non associé à d'autres substances actives, pour tous les usages agricoles
Avis Ministère de l'agriculture et de la pêche JO n°116 du 19 mai 2002	Interdiction d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant du diuron, en utilisation non agricole, entre le 1er novembre et le 1er mars
Avis Ministère de l'agriculture et de la pêche J.O n° 41 du 18 février	Limitation de l'isoproturon à une seule application par campagne Dose maximale : 1 200 g/ha
Directive n° 91/414/CEE	Réglementation concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Urées	Norme	LQ	Coût HT   substance
eau	HPLC barettes diodes	0,05 à 0,1 µg/L	
sédiment et biote	HPLC barettes diodes	100 à 200 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations dans le milieu aquatique

	Diuron	Isoproturon
Cours d'eau	Ile de France (DIREN) 2004-2005 : 0,01-6,8 µg/L bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 0,02-8 µg/L	Ile de France (DIREN) 2003-2004 : 0,01-32 µg/L bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 0,02-12 µg/L
Sédiment cours d'eau	bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 141 µg/kg (1 valeur)	
Eau souterraine	voir cartes p. 204 et 205	voir cartes p. 204 et 205
Estuaire	Seine (SNS) moyennes annuelles 2005 : 0,09-0,12 µg/L	Seine (SNS) moyennes annuelles 2005 : 0,055-0,06 µg/L

Autres urées recherchées mais non détectées dans les eaux du bassin Seine-Normandie de 2003 à 2005 : choroxuron, diméfuron, éthidimuron, fénuuron, linuron, métabenzthiazuron, métobromuron, métoxuron, monolinuron, monuron, néburon, tébuthiuron (2500 analyses sur eau et sédiment).

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Flux de diuron et d'isoproturon à Poses (données provisoires, SNS 2006) :

Année 2003	Diuron	Isoproturon
Flux (kg/an)	835-1670	45-1320

Les écarts de valeurs sont dus à un traitement différent des concentrations non quantifiées. Le flux réel se trouve entre ces deux valeurs, soit environ 1 T/an de diuron et 0,6 T/an d'isoproturon. La tendance générale est une diminution des flux de diuron et d'isoproturon, depuis l'année 1999.

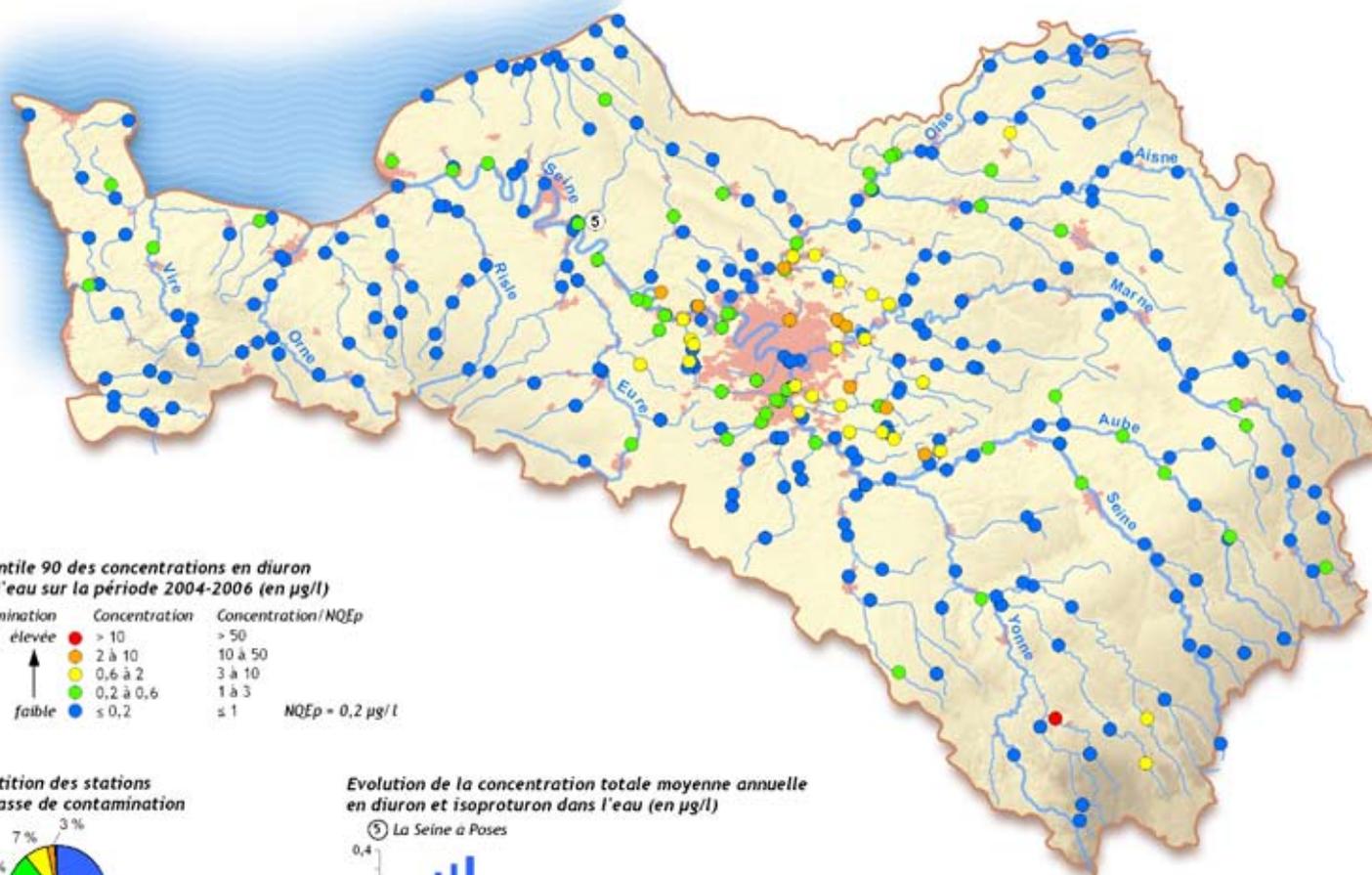
### Bibliographie spécifique

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Base de données AGRITOX, <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46 p.
- DIREN Ile de France, 2005, Info Toxiques n°1 : *Etat de la contamination des eaux superficielles par les toxiques en région Ile de France*, 36 p.
- GIP Seine aval, 2006, fiche substance : *Urées substituées*, 9 p.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique : Quel risque en estuaire de Seine ?*, 63 p.
- IFREMER (Tissier et coll.), 2005, *Les substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) – Fiches de synthèse diuron et isoproturon*
- INERIS, 2004, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Diuron*, 2 p.
- INERIS, 2005, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Isoproturon*, 2 p.
- SNS, Cellule Antipollution de la Seine, 2005, *Micropolluants, Bilan et évolution*.

## Contamination par le diuron et l'isoproturon

→ Les cours d'eau

Zones urbaines et industrielles

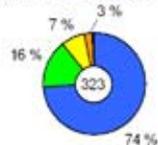


## Percentile 90 des concentrations en diuron dans l'eau sur la période 2004-2006 (en µg/l)

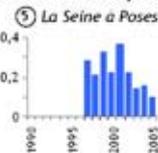
Contamination	Concentration	Concentration / NQEp
élevée	> 10	> 50
	2 à 10	10 à 50
	0,6 à 2	3 à 10
	0,2 à 0,6	1 à 3
faible	≤ 0,2	≤ 1

NQEp = 0,2 µg/l

## Répartition des stations par classe de contamination



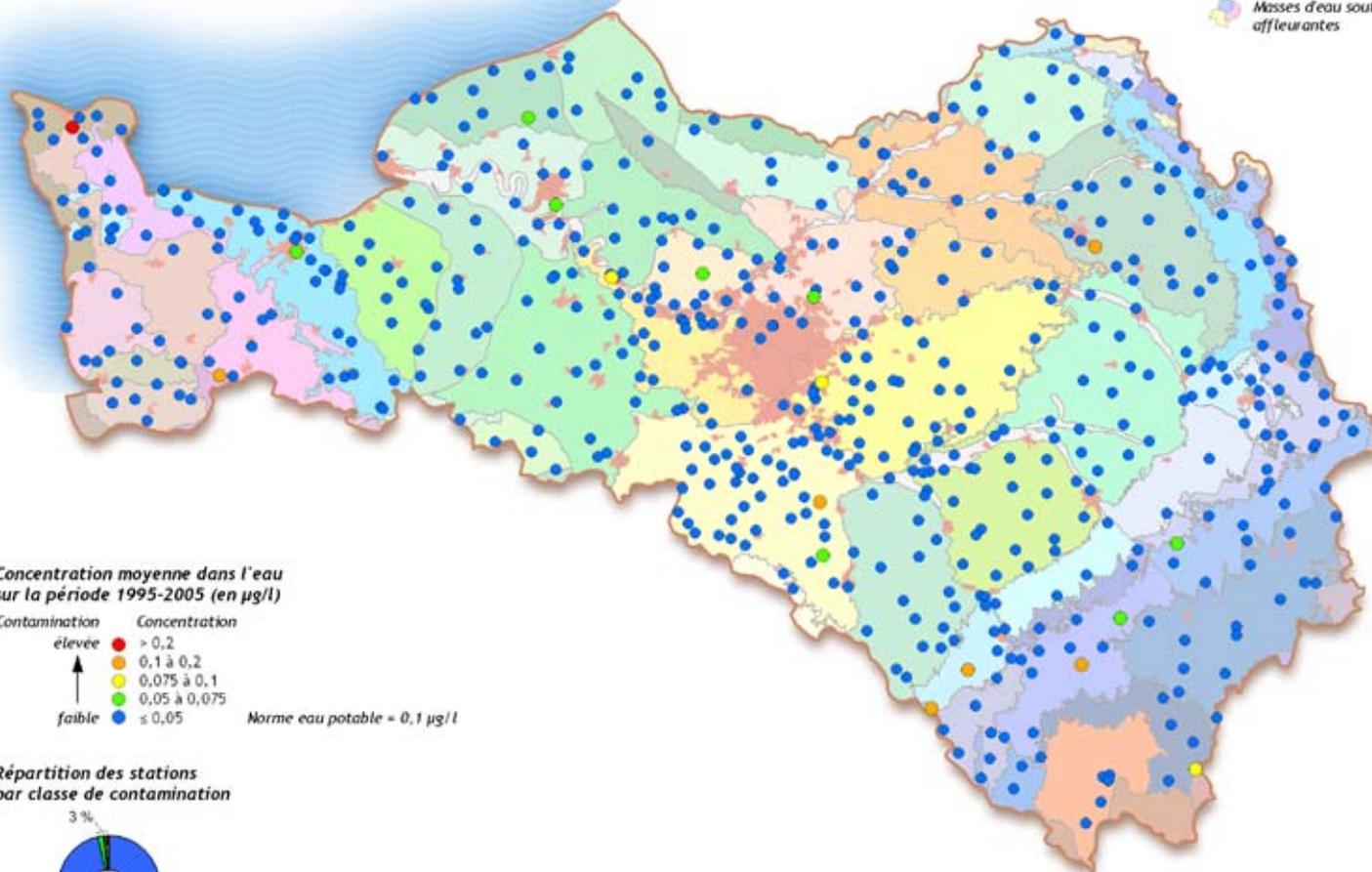
## Evolution de la concentration totale moyenne annuelle en diuron et isoproturon dans l'eau (en µg/l)



## Contamination par le diuron

→ Les eaux souterraines

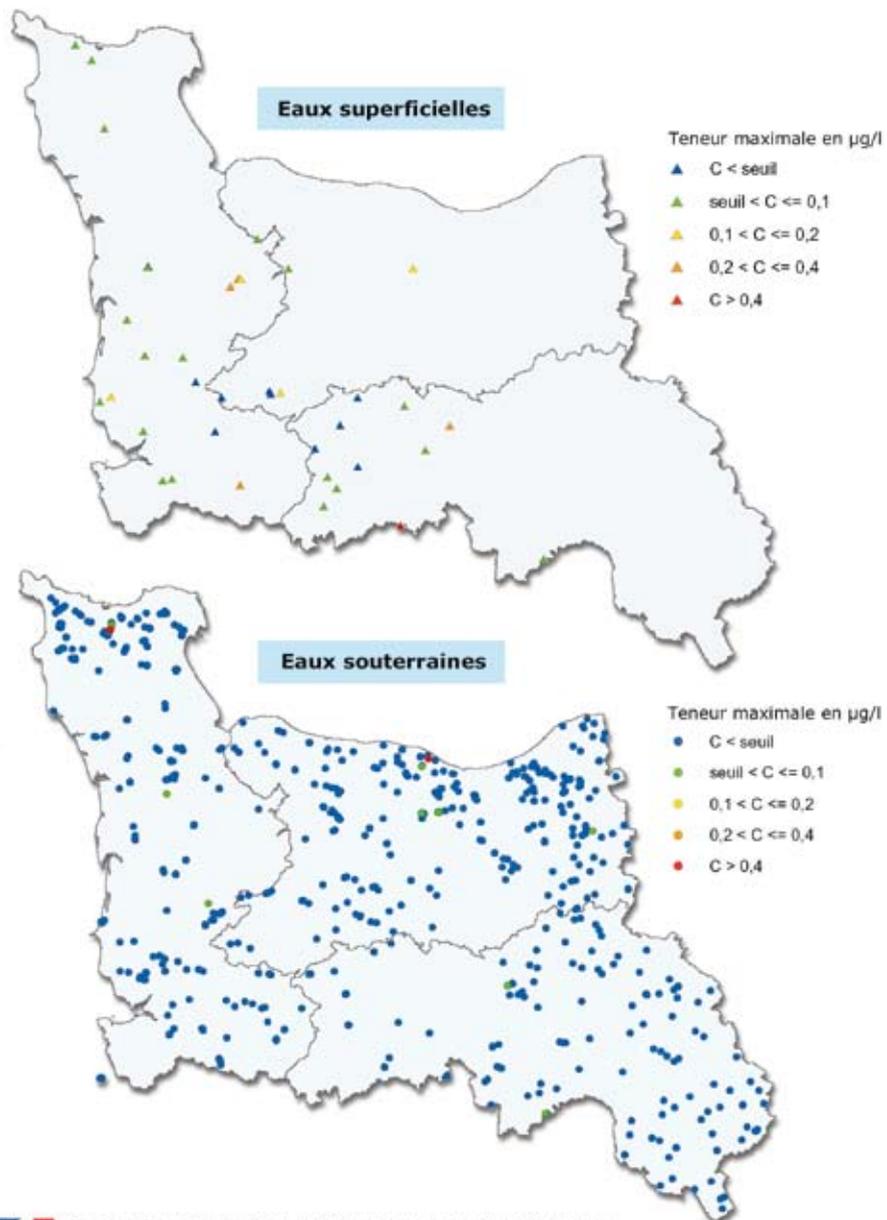
- Zones urbaines et industrielles
- Masses d'eau souterraine affleurantes



0 50 100 km

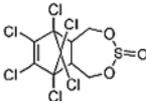
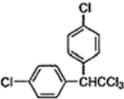
Source : Agence de l'Eau Seine-Normandie - Realisation : Aquascope

**Concentrations maximales en diuron  
mesurées en Basse-Normandie sur les ressources utilisées en eau potable (période 2005-2006)**



## ORGANOCHLORÉS

Pesticides	<p>Insecticides de contact (excepté le HCB, utilisé comme fongicide).            Endosulfan : utilisé en agriculture avec restrictions.            Lindane : utilisé en industrie du bois, médecine humaine et vétérinaire (jusqu'en 2008).            DDT : interdit de vente depuis 1972.            HCB : interdit de vente et de production depuis 1988 (traces potentielles dans l'industrie des solvants chlorés et lors de l'incinération des déchets).            Très dangereux pour l'environnement en raison de leur forte capacité de bioaccumulation et du phénomène de bioamplification.            Effets néfastes sur la santé humaine (stockage dans le foie, les reins, le sang et les graisses, effets sur le système nerveux, perturbations de la reproduction, cancer).            Substances dangereuses prioritaires (DCE) : Lindane (HCH), HCB            Substance prioritaire (DCE) : Endosulfan</p>
------------	--

Quelques substances de la famille	Abréviation ou synonyme	N° CAS	Code SANDRE	Molécule	Exemples de produits de dégradation
Endosulfan alpha	Endosulfan.a	959-98-8	1178		endosulfan diol sulfate d'endosulfan
Endosulfan bêta	Endosulfan.b	33213-65-9	1179		
Hexachlorocyclo-hexane gamma	HCH gamma, Lindane	58-89-9	1203		
Dichloro diphenyl trichloréthane op'	DDT op'	789-02-6	1147		DDD op 1143 DDE op 1145
Dichloro diphenyl trichloréthane pp'	DDT pp'	50-29-3	1148		DDD pp 1144 DDE pp 1146
Hexachloro-benzène	HCB	118-74-1	1199	C6H6	

### Utilisations et sources potentielles d'émissions dans l'environnement

• DDT : autrefois commercialisé en mélange de deux isomères, différant par la position d'un atome de chlore (DDT pp et DDT op). Interdit depuis 1987 en agriculture.

- Lindane : 1396 T. de substance active utilisées en 1997. Interdit en grande culture depuis 1998. Interdiction totale d'utilisation et de production prévue fin 2007.
- Endosulfan : production européenne en 2005, 4000 T. Utilisation en France en 1999, 70,8 T. Synthétisé en mélange de deux isomères : endosulfan alpha et endosulfan bêta.
- HCB : produit par combustion de transports routiers et fumées d'incinération de déchets (18 kgs en France en 2005).

## Comportement dans le milieu aquatique

Substance	Endosulfan.a	Lindane	DDT	HCB
Solubilité dans l'eau	●	●●	●	●
Solubilité dans les graisses	●●●	●●●●	●●●	●●●
Stockage dans le sédiment	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Adsorption sur les m.e.s.	●●●●	●●●●	●●●●	●●●
Volatilité	●●●	●●●	●●●●	●●●
Persistance	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Biodégradabilité (aérobie) Dégradation abiotique		●●	●●	
Bioconcentration Bioaccumulation	Algues 500-4800 ●● Invertébrés 2-600 ●●● Poissons 5000 ●●●●	Daphnie 220 ●● Moule 240 ●● Poissons 1300 ●●●●	Algues ●●● Moule 700 000 ●●●●● Poissons 10 000 ●●●●● Oiseaux 100 000 ●●●●● Crocodile 1 700 000 ●●●●●	Algues 320-24800 ●●●●● Bivalves 7000 ●●●●● Poisson 2000-18000 ●●●●●
Biomagnification		●●●	●●●●	●●●●

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement

1000 ans		DDT
100 ans		HCB (anaérobie)
10 ans		HCB (aérobie)
1 an		lindane
1 mois		lindane    endosulfan    endosulfan (anaérobie)
1 semaine		lindane
1 jour		endosulfan
		endosulfan (aérobie) endosulfan    lindane DDT

XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol    XXX dans le sédiment

Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité aiguë	Endosulfan	Lindane	DDT	HCB
	●●●	●●●●		●●●●
	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
				
	●●	●●●●	●●●●	aucune donnée
	●●●	●●●	rat ●●● chien ●●●	●●●
	●●●	●●●	●●?	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

Toxicité chronique	Endosulfan	Lindane	DDT	HCB
	●●●●	●●●●		●●●●
		●●●●	●●●●	●●●●
	●●●●	●●●●	●●●●	
		●●●●	●●●●	●●●●
				
	●●●?	●●●●	●●	
		●●●●	●●●	●●●●
	●●●	●●●	●●●	●●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

		Endosulfan	Lindane	DDT	HCB
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+	++	+++	+
		+	+	-	+
		+	+	-	-
Organes et/ou fonctions atteints		Système nerveux Malaises, nausées	Système nerveux Vomissements, diarrhées, perte de sommeil, allergies, paralysies	Système nerveux	Porphyrie entraînant des lésions cutanées
	C	?	?	possible	assimilé cancérogène
	PE	potentiel	avéré	avéré	avéré

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Endosulfan	Lindane	DDT	HCB
<b>Toxicité</b>				
DL50	rat 50 mg/kg pc lapin 360 mg/kg pc	veau 5 mg/kg pc rat 88-300 mg/kg pc lapin 30-200 mg/kg pc		
Toxicité sublétales				
DJA (OMS) ADI (USA)	0,006 mg/kg pc/j	0,01 mg/kg pc/j 0,001 mg/kg pc/j	0,02 mg/kg pc/j	
DHA (JEFCA)				
<b>Ecotoxicité</b>				
CE50	algue 72h > 560 µg/L gammare 96h 5,8 µg/L crevette 72h 0,04 µg/L truite 96h 0,3 µg/L	algues 780 µg/L daphnie (24h) 645 µg/L invertébrés marins 0,17 µg/L truite (96h) 1,7 µ/L	espèces aquatiques 0,35-1 µg/L daphnie (48h) 1,1 µg/L crevette 0,4 µg/L saumon (96h) 0,004 µg/L	algues eau douce 10 µg/L invertébrés eau douce 4,7 µg/L invertébrés eau marine 4,7 µg/L poissons eau douce 7 µg/L

NOEC	Algues 100 µg/L Moule 100 µg/L	algues 250 µg/L gammare 0,8 µg/L chironome 1,1 µg/L limnée 330 µg/L palourde 5000 µg/L truite 2,9 µg/L		algues 14 µg/L invertébré 0,13 µg/L poissons 3,7 µg/L
PNEC eau douce	0,005 µg/L	0,02 µg/L		0,013 µg/L
PNEC eau marine	0,0005 µg/L	0,002 µg/L		0,013 µg/L
PNEC sédiment		rivière 10 µg/kg ps mer 1,1 µg/kg ps		16,9 µg/kg ps
<b>Normes et seuils</b>				
Bruit de fond	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet
NQEp eau surface intérieure	0,005 µg/L	0,1 µg/L	DDT total 0,025 µg/L DDT pp 0,01 µg/L	0,03 µg/L
NQEp eau de transition	0,005 µg/L	0,02 µg/L	DDT total 0,025 µg/L DDT pp 0,01 µg/L	0,03 µg/L
NQEp eau marine	0,005 µg/L	0,02 µg/L	DDT total 0,025 µg/L DDT pp 0,01 µg/L	0,03 µg/L
Limite de qualité eau potable	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L
Recommandation eau potable OMS		2 µg/L	1 µg/L	1 µg/L
Baignade et loisirs	néant	néant	néant	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant	néant	néant	néant
Norme sol	néant	néant	néant	néant
Norme boues	néant	néant	néant	néant
Rejets industriels	DDT+DDD+DDE+ endosulfan <0,05 mg/L	2 mg/L (HCH)	DDT+DDD +DDE+ endosulfan <0,05 mg/L	<1,5 mg/L

### Restrictions d'usages

Endosulfan : autorisé uniquement dans le traitement des parties aériennes des betteraves et des légumineuses.

Lindane : interdit en agriculture ; interdiction totale prévue fin 2007.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche pesticides.

## Classification environnementale

	Endosulfan	Lindane	DDT	HCB
Substance DCE	Prioritaire	Dangereuse prioritaire		Dangereuse prioritaire
Liste OSPAR	citée	recensé pour une action prioritaire		substance candidate
Catégorie	C Non classé M Non classé R Non classé	Non classé Non classé Non classé	3 Non classé Non classé	2 Non classé Non classé
Indication du danger	N,T	N,T		N,T
Phrases de risque	R24/25, R36, R50/53	R20/21, R25, R48/22, R50/53, R64		R 45, R48/25
Conseils de prudence	S1/2, S28, S36/37, S45, S60, S61	S1/2, S36/37, S45, S60, S61		S 45, S53, S60, S61

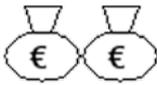
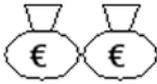
## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les organochlorés s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Directive 2002/32/CE	Réglementation endosulfan concernant la présence de substances indésirables dans les produits destinés à l'alimentation animale.
Directive 84/491/CEE	Valeurs limites des normes d'émission du HCH pour les rejets provenant d'établissements industriels
Règlement 850/2004 du Conseil et du Parlement Européen	Interdiction totale de production du HCH, y compris le lindane, et réduction maximale de son utilisation en vue de son élimination d'ici la fin de l'année 2007

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Organochlorés	Norme	LQ	Coût HT
eau	NF EN ISO6468 (GC/ECD)	0,001 µg/L	
sédiment et biote	GC/ECD d'après XP X 33 012	1 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations dans le milieu aquatique.

	Endosulfan	Lindane	DDT	HCB
Cours d'eau	Bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 0,9-187 ng/L Ile de France 2003-2005 : 70-960 ng/L	Bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 0,5-170 ng/L Seine 2005 0,5-4,2 ng/L Ile de France 2004-2005 : 20-320 ng/L	Bassin Seine-Normandie 2003-2005 DDT24 0,6-4 ng/L DDT44 0,5-8 ng/L Seine 2005 moyenne annuelle 0,46 ng/L	Bassin Seine-Normandie 2003-2005 0,5-9 ng/L Seine 2005 moyenne annuelle 0,31 ng/L
Pluie		Nord de la France 2000 10-20 ng/L		
Eau souterraine				
Sédiment cours d'eau	Bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 1-22 µg/kg ps	Bassin Seine-Normandie 2003-2005 2,7 et 3 µg/kg ps (2 données supérieures à la LQ sur 360 analyses)	Ile de France 2001 DDT pp 1,3-25 µg/kg Bassin Seine-Normandie 2003-2005 DDT24 1-7 µg/kg ps DDT44 1-285 µg/kg ps	Ile de France 2004 236 µg/kg ps
Poisson eau douce				
Estuaire	Seine <10-40 ng/L	Seine <10-100 ng/L	Seine <0,5-5 ng/L	Seine <0,5-3 ng/L
Sédiment marin	estuaire Seine <1-11 µg/kg ps	estuaire Seine HCH <1-2,5 µg/kg ps	estuaire Seine <1-30 µg/kg ps	estuaire Seine <1-30 µg/kg ps
Moule		estuaire de Seine 0,5-8 µg/kg ps Manche-Atlantique 2001-2004 : 0,1-5 µg/kg ps Méditerranée 2001-2004 : 0,1-1,8 µg/kg ps	estuaire de Seine 2-23 µg/kg ps Manche-Atlantique 2001-2004 0,6-37 µg/kg ps Méditerranée 2001-2004 2-83 µg/kg ps	
Huître			Manche-Atlantique 2001-2004 : 2-30 µg/kg ps Antilles 0,3-1 µg/kg ps	

Autres organochlorés non détectés dans les eaux du bassin Seine-Normandie de 2003 à 2005 : aldrine, chlordane, DDE 44', heptachlore époxyde cis, HCHδ, isodrine (2000 analyses sur eau et sédiments).

La concentration des chaînes alimentaires se transmet jusqu'à l'homme. Des études ont ainsi mis en évidence que, dans le grand nord canadien, la contamination des populations locales Inuit par les pesticides a des effets notables sur la santé. Les bébés nourris au sein accumulent des

grandes quantités d'organochlorés dans leur organisme, PCB, DDE et dieldrine notamment ; ils développent par exemple 10 à 15 fois plus d'otites que les enfants du sud du Québec, par suite de l'altération de leur système immunitaire.

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Flux de lindane à Poses (données provisoires, SNS 2006). (Tributaire de l'entraînement des sédiments par les crues).

	2000	2001	2002	2003	2004
Flux kg/an	89	51-53	34	25-26	57

### Bibliographie spécifique

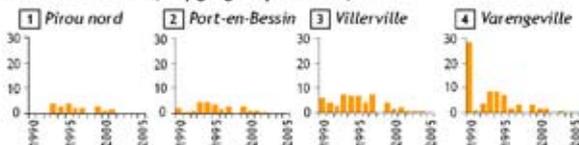
- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Base de données AGRITOX, <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46p.
- DEWAILLY E., 2000, *Susceptibility to infection and immune status in Inuit infant exposed to organochlorines*. Env. Health Perspective, 108 (3), 205-211.
- GIP Seine aval, 2006, *fiche substance : Pesticides organochlorés*, 21 p.
- GIP Seine aval, 2006, *La contamination chimique : Quel risque en estuaire de Seine ? (rapport intermédiaire)*, 63 p.
- IFREMER, 2006, *Surveillance du milieu marin*, RNO.
- INERIS, 2005, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Lindane*.
- INERIS, 2004, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Hexachlorobenzène*.

## Contamination par le lindane

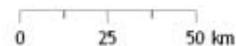
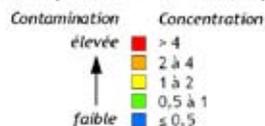
→ Les organismes marins



Evolution de la concentration moyenne annuelle dans les moules (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec)

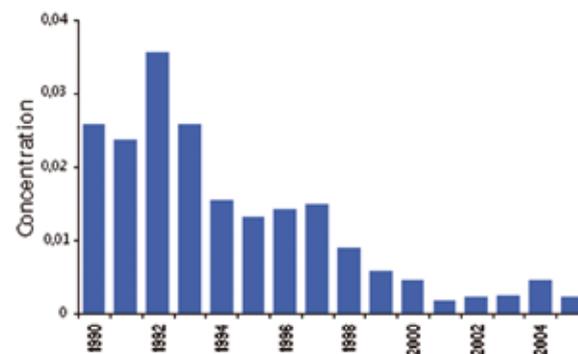


Concentration totale moyenne dans les moules sur la période 2004-2005 (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec)



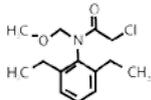
On note une décroissance importante de la concentration en lindane des mollusques filtreurs depuis 15 ans, parallèlement aux restrictions d'usage, puis son interdiction, en agriculture.

Evolution de la concentration moyenne annuelle en lindane dans l'eau de la Seine à Poses (en  $\mu\text{g}/\text{l}$ )



## ALACHLORE

Pesticides Famille des amides	<p>Herbicide des graminées et dicotylédones adventices du maïs, utilisé en remplacement de l'atrazine interdite. Mode d'action : blocage des multiplications cellulaires des tissus jeunes et des racines naissantes.</p> <p>Amides néfastes pour la santé, toxiques, irritants.</p> <p>Alachlore : substance prioritaire (DCE) et substance visée par le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides.</p>
-------------------------------------	---

Quelques substances de la famille	N° CAS	Code SANDRE	Molécules	Produits de dégradation
Alachlore	15972-60-8	1101		hydroxyalachlore, norchloralachlore, 2'6'-diéthylacétanilide, 2-hydroxy-2',6'-diéthyl-N-méthylacétanilide...

### Utilisations et sources potentielles d'émission d'alachlore dans l'environnement

- Usage agricole : herbicide actif contre les graminées et de nombreuses dicotylédones, autorisé pour la culture du maïs et du soja.
- Aucun site de production français
- Plus de 1000 T/an produites en UE
- Consommation française estimée à 700 tonnes par an
- Tendance à la diminution importante d'alachlore vendu (plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides), malgré son utilisation à la place de l'atrazine sur le maïs
- Sources de rejet : usage agricole et sites de stockage

### Comportement dans le milieu aquatique

	Alachlore
Solubilité dans l'eau	●●●
Solubilité dans les graisses	●●
Stockage dans le sédiment	●●
Adsorption sur les m.e.s.	●
Volatilité	●
Persistance	●●

Biodégradabilité (aérobie)	●●●
Dégradation abiotique	☀
Bioconcentration	Poissons <500
Bioaccumulation	●●
Biomagnification	

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

## Effets de l'alachlore sur l'environnement et sur l'homme

	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
	● ● ●	● ● ● ●
	● ●	● ● ● ●
		●
	● ●	● ● ●
	● ● ●	● ● ●
	●	
	Rat ● ● Lapin ● ● ● Canard ● ● ●	
	● ●	● ● ● ●

● peu toxique, ● ● modérément toxique,  
● ● ● toxique, ● ● ● ● très toxique

## Exposition humaine et risques pour la santé

	Alachlore	
Mode d'exposition (importance relative, de + à +++)		+
		++
		+++
Organes et/ou fonctions atteints		Yeux Foie Peau
	C ?	effets possibles, suspectés chez l'animal
	PE ?	potentiel

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Alachlore
<b>Toxicité</b>	
DL50	rat 2598 mg/kg pc lapin 1740 mg/kg pc canard >2000 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	0,5 µg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50	algues eau douce (72h) : 1,2 µg/L daphnie (48h) 10000 µg/L truite arc-en-ciel (96h) 1800 µg/L
NOEC	algues eau douce 0,35 µg/L daphnie 0,23 µg/L chironome 0,75 µg/L crabe 14000 µg/L truite arc-en-ciel 190 µg/L

PNEC eau douce	
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	
NQEp eau surface intérieure	0,3 µg/L
NQEp eau de transition	0,3 µg/L
NQEp eau marine	0,3 µg/L
Limite de qualité eau potable Recommandation OMS	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L 20 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets (VL émission/j)	néant

### Restrictions d'usages

Néant.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche générale pesticides.

### Classification environnementale

Alachlore	
Substance DCE	Prioritaire
Liste OSPAR	Non cité
Catégorie C	3
M	Non classé
R	Non classé
Indication du danger	Xn, N
Phrases de risque	R 22, R40, R43, R50/53
Conseils de prudence	S60, S61, S2, S36/37, S46

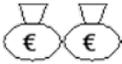
### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour l'alachlore s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Arrêté 5 août 1992	Teneurs maximales en résidus de pesticides admissibles sur ou dans certains produits d'origine végétale.
Arrêté 10 février 1989	Arrêté relatif aux teneurs maximales en résidus de pesticides admissibles dans et sur les céréales destinées à la consommation humaine.

### Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Amides	Norme	LQ	Coût HT l substance
eau	NF EN ISO 6468 (GC/ECD)	0,1 µg/L	
sédiment et biote	XP X 33-012	10 µg/kg	

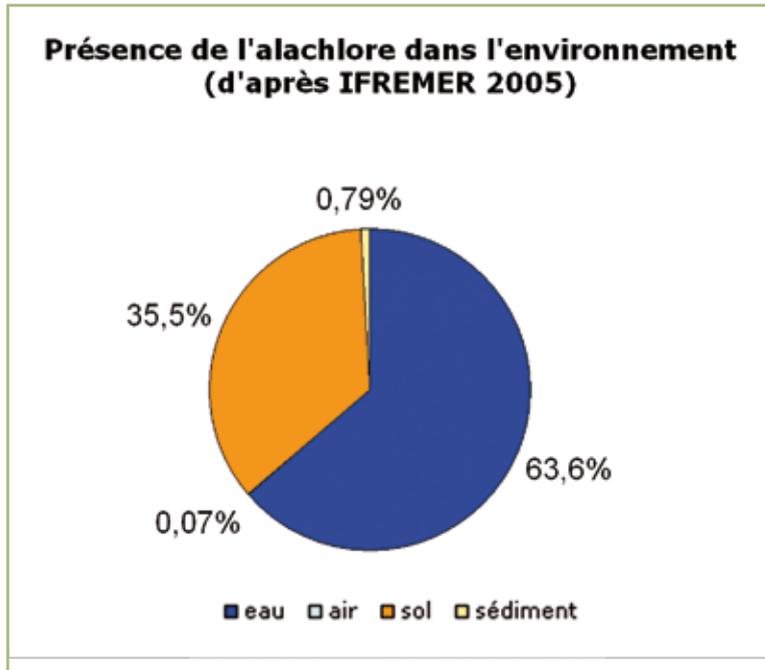
### Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations dans le milieu aquatique.

Alachlore	
Pluie	Bretagne INERIS 2000 0,25-2,4 µg/L
Cours d'eau	Le Flume INERIS 1996 3,2 µg/L Ile de France DIREN 2004-2005 0,01-2,9 µg/L Basin Seine-Normandie 2003-2005 0,005-0,8 µg/L
Sédiment	Basin Seine-Normandie 2003-2005 14 µg/kg
Eau souterraine	Poitou Charente INERIS 2001-2003 >0,1 µg/L

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

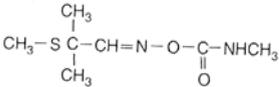
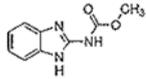
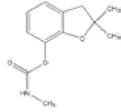
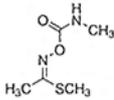
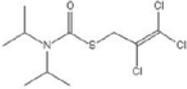
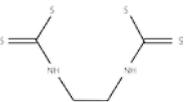


## Bibliographie spécifique

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Base de données AGRITOX, <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46p.
- IFREMER (Tissier et coll.), 2005, Les substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) – *Fiche de synthèse Alachlore*.
- INERIS, 2005, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Alachlore*.

## CARBAMATES

Pesticides	<p>Peuvent être utilisés comme insecticides, herbicides, fongicides. Quelques substances : aldicarbe, carbaryl, carbendazime, carbofuran, carbosulfan, manèbe, méthomyl, zinèbe, thirame, triallate</p> <p>Mode d'action : ces insecticides agissent sur le système nerveux des insectes (par contact, inhalation, ou voie systémique) en inhibant la cholinestérase. Les fongicides bloquent la division cellulaire (systémique). Les herbicides perturbent la division cellulaire et la physiologie des plantes (produits systémiques)</p> <p>Nocifs pour la santé et l'environnement</p> <p>Aldicarbe, Carbendazime, Carbofuran, Méthomyl : visés par le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides</p>
------------	--

Quelques substances de la famille	N° CAS	Code SANDRE	Molécule	Métabolites
Aldicarbe	116-06-3	1102		Aldicarbe sulfoxyde Aldicarbe sulfoné
Carbendazime	10605-21-7	1129		2-aminobenzimidazole
Carbofuran	1563-66-2	1130		3-hydroxy-carbofuran
Méthomyl	16752-77-5	1218		
Triallate	2303-17-5	1281		
Manèbe	12427-38-2	1705		Ethylène thioride (ETO) Ethylène urée (EU) Ethylènebis (EBIS)

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Aldicarbe : insecticide et nématicide à usage agricole. Autorisé pour le traitement des sols de certaines cultures (pépinières, cultures florales, betteraves, bananiers)
- Carbendazime : fongicide sur céréales, légumes, colza
- Carbofuran : insecticide et nématicide

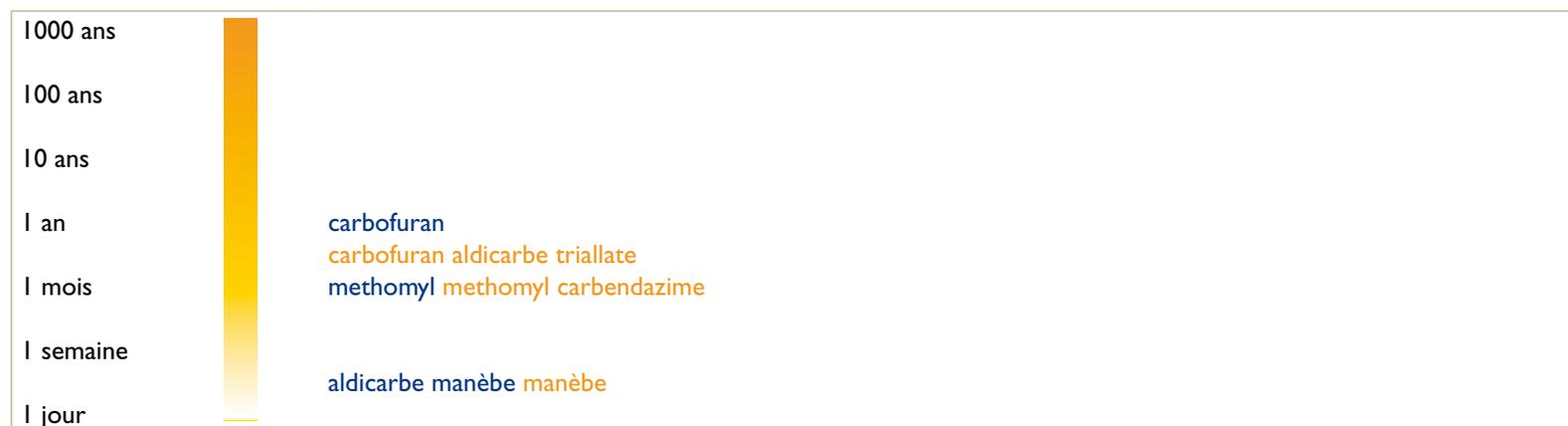
- Méthomyl : insecticide
  - Triallate : herbicide
  - Manèbe : fongicide
- Consommation de 20 000 T/an dans l'U.E., dont les 3/4 comme fongicides (1996).

## Comportement dans le milieu aquatique

	Aldicarbe	Carbendazime	Carbofuran	Méthomyl	Triallate	Manèbe
Solubilité dans l'eau	●●●	●	●●●	●●	●●●	●●●
Solubilité dans les graisses	●	●	●	●	●●●	●
Stockage dans le sédiment	●●	●●●	●●	●●	●●●●	●●●●
Adsorption sur les m.e.s.						
Volatilité	●●●●	●●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●
Persistance	●●	●●	●●●		●●	●
Bio-dégradabilité	●●●●					
Dégradation abiotique	☀		●●	●●●	●●●	●●●
Bio-concentration	●●	poisson 30 ●	●●	●●	●	●
Bio-accumulation						
Bio-magnification						

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air   XXX dans l'eau   XXX dans le sol   XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et l'homme

Toxicité aiguë	Aldicarbe	Carbendazime	Carbofuran	Méthomyl	Triallate	Manèbe
	●	●	●	●	●●●	●●●●
	●●●●	●	●●●●	●●●	●●●●	●●●
	●●●●					
	●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●
					●●●	
	●●●●	●	●●●●	●●●●	●	●●
	rat ●●●●	rat ●●	rat ●●●● chien ●●●●	rat ●●●● chien ●●●●	rat ●●	rat ● canard ●●
	●●●●	●? (Pas de données)	●●●●	●●●●	●●	●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

Toxicité chronique	Aldicarbe	Carbendazime	Carbofuran	Méthomyl	Triallate	Manèbe
						
		●●●●		●●●●		●●●●
						
	●●●			●●●●		●●●●

					●●●	●●●●
	●●●●	●	●●●●	●●●		●
		rat ●●●●				rat ●●●●
	●●	●●●●	●●	●●		●●●●?

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

		Aldicarbe	Carbendazime	Carbofuran	Méthomyl	Triallate	Manèbe
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++	++	+++	++	-	++
		+++	+++	+++	+++	+++	+++
		++++	+	+	+	+	+++
Organes et/ou fonctions atteints		Irritants par voie cutanée ou inhalation. Troubles visuels, gêne respiratoire, asthénie, troubles digestifs, faiblesse musculaire. Les carbamates insecticides sont dangereux et touchent plus particulièrement le système nerveux. Exemple : Aldicarbe : troubles digestifs, asthénie, myosis, hyperlacrymation, sueurs profuses, mictions involontaires, bradycardie, hypotension, dyspnée, douleurs thoraciques, crampes musculaires, mouvements involontaires, troubles respiratoires, troubles neurologiques.					
	C ?	aucun effet sur le rat et la souris	possible	assimilé cancérigène	aucune donnée sur l'homme	pas de potentiel cancérigène	Cancérigène suspecté
	PE ?	?	potentiel	potentiel	potentiel	?	?

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Aldicarbe	Carbendazime	Carbofuran	Méthomyl	Triallate	Manèbe
<b>Toxicité</b>						
DL50	rat 0,3-0,9 mg/kg pc poulet 9 mg/kg pc	rat 6400 mg/kg pc	rat 8 mg/kg pc chien 15 mg/kg pc canard 0,24 mg/kg pc	chien 20 mg/kg pc rat 17-23 mg/kg pc colombe 10 mg/kg pc	rat 1100 mg/kg pc	rat >5000 mg/kg pc canard > 1500 mg/kg pc
Toxicité sublétales						
DJA (OMS)			0,002 mg/kg pc/j	0,03 mg/kg pc/j		
DJA (France)	0,001 mg/kg pc/j	0,02 mg/kg pc/j	0,001 mg/kg pc/j (EU)	0,0025 mg/kg pc/j (EU)	0,001 mg/kg pc/j	0,05 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)						
<b>Ecotoxicité</b>						
CE50	algue 96h >50 mg/L daphnie (48h) 0,2-0,4 mg/L crevette (96h) 0,02-0,07 mg/L truite (96h) : 0,6 mg/L truite 21j : 0,6 µg/L	algue 72h 300 mg/L daphnie (96h) 891 mg/L truite (96h) 0,8 mg/L	algue 20 mg/L daphnie (48h) 0,02-0,04 mg/L truite (96h) 0,1-1 mg/L	algue 60 mg/L daphnie (48h) 0,03mg/l daphnie 21j : 16-35 µg/L truite 3,4 mg/L poisson-chat (96h) 0,9 mg/L poisson (28j) : 51-117 µg/L	algue 0,12 mg/L daphnie 0,09 mg/L truite 96h 1,2 mg/l	algue 0,01 mg/L daphnie 0,52mg/L poisson 0,27 µg/L
NOEC		Invertébrés 0,03 mg/L 0,15 µg/L				
PNEC eau douce						7 µg/L
PNEC eau marine						
PNEC sédiment						
<b>Normes et seuils</b>						
Bruit de fond	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet
NQEp eau surface intérieure						
NQEp eau de transition						
NQEp eau marine						
Limite de qualité eau potable	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L
Baignade et loisirs	néant	néant	néant	néant	néant	néant
Chair coquillages crustacés,poissons	néant	néant	néant	néant	néant	néant
Norme sol	néant	néant	néant	néant	néant	néant
Norme boues	néant	néant	néant	néant	néant	néant
Rejets industriels	néant	néant	néant	néant	néant	néant

## Restrictions d'usages

Néant

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche générale Pesticides

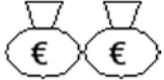
## Classification environnementale

	Aldicarbe	Carbendazime	Carbofuran	Méthomyl	Triallate	Manèbe
Substance DCE	Non cité	Non cité	Non cité	Non cité	Non cité	Non cité
Liste OSPAR	Non cité	Non cité	Non cité	Non cité	Potentiellement préoccupant	Potentiellement préoccupant
Catégorie C M R		2 2				
Indication du danger	T+, N	T, N, Xn	T+, N	T+, N	Xn, N	Xi
Phrases de risque	R24, R26/28, R50/53	R46, R50/53, R60, R61	R26/28, R50/53	R28, R50/53	R22, R43, R48/22, R50/53	R37, R43
Conseils de prudence	S22, S36/37, S45	S36/37, S45, S53, S60, S61				

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Carbamates	Norme	LQ	Coût HT   substance
eau	HPLC barettes de diodes	0,1 µg/L	
sédiment	HPLC barettes de diodes	200 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations dans le milieu naturel.

	Aldicarbe	Carbendazime	Carbofuran	Méthomyl	Triallate	Manèbe
Cours d'eau	aucune donnée AESN	bassin Seine Normandie 2003-2005 0 - 4,8 µg/L	bassin Seine Normandie 2003-2005 0,13 - 1,1 µg/L	bassin Seine Normandie 2003-2005 2246 analyses toutes inférieures à la LQ	aucune donnée AESN	aucune donnée AESN

Plusieurs autres carbamates, recherchés dans les eaux du bassin Seine Normandie, ont été trouvés avec des valeurs inférieures ou égales à la limite de quantification : bendiocarbe, chlorbufame, diallate, diéthofencarbe, éthiofencarbe.

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

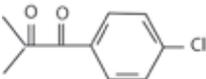
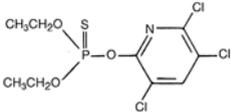
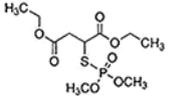
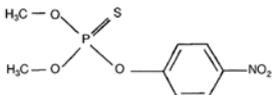
Restent à établir.

## Bibliographie spécifique

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, *Base de données AGRITOX*, <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- British Crop Protection Council, *The Pesticide Manual* (Twelfth Edition).
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46 p.
- INRS, 1997, *Aldicarbe, fiche toxicologique n° 153*, 4 p.
- INRS, 1992, *Carbendazime, fiche toxicologique n° 214*, 4 p.
- Université Herdfordshire, 2007, *fiche toxicologique carbendazime*, 5 p.

## ORGANOPHOSPHORÉS

Pesticides	Insecticides de contact ou systémiques.
	Composés organiques du phosphore, ils agissent sur le système nerveux des insectes et des acariens en inhibant la cholinestérase.
	Dangereux pour l'homme et pour l'environnement
	Substances dangereuses prioritaires (DCE) : chlorfenvinphos, chlorpyrifos.
	Substances visées au Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides : azinphos-méthyl, chlorpyrifos-éthyl, dichlorvos, ethoprophos, fenthion, methamidophos, methidathion, oxydemethon-méthyl, parathion-méthyl, terbufos.

Quelques substances de la famille	N° CAS	Code SANDRE	Molécule	Produits de dégradation
Chlorfenvinphos	470-90-6	1464		
Chlorpyrifos-éthyl	2921-88-2	1083		3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCP)
Malathion	121-75-5	1210		malaoxon
Parathion (éthyl)	56-38-2	1232		paraoxon
Parathion (méthyl)	298-00-0	1233		

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Organophosphorés : consommation de 5 000 T/an dans l'U.E. (1996), dont 1200 T/an en France.
- Chlorfenvinphos : mélange de deux isomères (E) et (Z) ; utilisé sur les

légumes, en traitement du sol

- Chlorpyrifos-éthyl : maïs, traitement du sol
- Parathion : insecticide de contact, traitement des sols et des parties aériennes des végétaux
- Malathion : non-systémique, insecticide et acaricide

## Comportement dans le milieu aquatique

	Chlorfenvinphos	Chlorpyrifos-éthyl	Malathion	Parathion
Solubilité dans l'eau	●●●	●	●●●	éthyl ●●● méthyl ●●●●
Solubilité dans les graisses	●●●	●●●	●●	méthyl ●●
Stockage dans le sédiment	●●●	●●●●	●●●●	
Adsorption sur les m.e.s.	●●●			
Volatilité	●●	●●●	●●●	éthyl ●● méthyl ●●
Persistance	●●●	●	●	éthyl ●
Biodégradabilité (aérobie)	●	●		
Dégradation abiotique	☀	☀	●●●	●●●
Bioconcentration	poisson 332 ●●	invertébrés 1-385 ●●	poisson 5 ●	
Bioaccumulation	truite 10 ●●	poisson 1374 ●●●		
Biomagnification				

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air   XXX dans l'eau   XXX dans le sol   XXX dans le sédiment

## Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité aiguë	Chlorfenvinphos	Chlorpyrifos-éthyl	Malathion	Parathion
	●●	●●●●	●●	
	●●●●	●●●●	●●●●	
	crevette ●●● huître ●●●		●●	
	●●●●	●●●●	●●●●	
				
	●●● à ●●●●	●●●●	●●●●	Aucune donnée
	rat ●●●● lapin ●●●	caille ●●●● moineau ●●●	perdrix ●● rat ●●	rat éthyl ●●●●
	●●●●	●●●	●●	●●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

Toxicité chronique	Chlorfenvinphos	Chlorpyrifos-éthyl	Malathion	Parathion
	●●●	●●●●	●●●	●●●
	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
	moule ●●			
	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●

				
	●●●● à ●●●●●	●●●●●	●●●●●	Aucune donnée
		rat ●●●●●		rat ●●●●●
	●●	●●	●●	●●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●●● toxique, ●●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

		Chlorfenvinphos	Chlorpyrifos-éthyl	Malathion	Parathion
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		++ Résidus présents dans l'alimentation			
		+++ Pénétration dans les poumons lors de l'épandage ou l'aspersion			
		+++ Pénétration à travers la peau accélérée par les formulations huileuses ou comportant des solvants			
Organes et/ou fonctions atteints		troubles visuels, asthme, nausées, vomissements, diarrhée, asthénie, hypersalivation, sueurs, fasciculation musculaire, brachycardie, atteintes nerveuses périphériques			
	C	pas de potentiel cancérogène	pas de potentiel cancérogène	pas de potentiel cancérogène	éthyl : ne peut être classé CIRC
	PE	informations insuffisantes	informations insuffisantes	en examen	méthyl en examen

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Chlorfenvinphos	Chlorpyrifos-éthyl	Malathion	Parathion
<b>Toxicité</b>				
DL50	rat 15 mg/kg pc lapin >300 mg/kg pc	rat 66-195 mg/kg pc caille 13 mg/kg pc moineau 122 mg/kg pc	perdrix 601 mg/kg pc rat 1375-2800 mg/kg pc	rat éthyl 4 mg/kg pc
<b>Toxicité sublétales</b>				
DJA (OMS)	0,0005 mg/kg pc/j	0,01 mg/kg pc/j (EU)	0,02 mg/kg pc/j	éthyl 0,005 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)				
<b>Ecotoxicité</b>				
CE50	algue (96h) : 1600 µg/L daphnie (48h) : 0,1 µg/L crevette (48h) 250µg/L huître 4j 600 µg/L poisson 2,8 µg/L	algue 46 µg/L daphnie 0,014 µg/L anguille (96h) : 0,54 µg/L	algue 4060 µg/L daphnie 0,5 µg/L mollusque 1,7 µg/L poisson 4,1 µg/L	
NOEC	algue 246 µg/L daphnie 21j : 0,1 µg/L moule 4j : 7600 µg/L truite 21j : 38 µg/L	algue 27 µg/L daphnie 0,056 µg/L crevette 35j : 0,0046 µg/L poisson 0,14 µg/L	algue 811 µg/L 0,06 µg/L poisson 21 µg/L	méthyl : algue 830 µg/L daphnie 0,166 µg/L poisson 12 µg/L
PNEC eau douce	0,1 µg/L	0,033 µg/L	0,006 µg/L	méthyl 0,0166 µg/L
PNEC eau marine	0,1 µg/L	0,033 µg/L		
PNEC sédiment				
<b>Normes et seuils</b>				
Bruit de fond	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet
NQEp eau surface intérieure	néant	néant	néant	néant
NQEp eau de transition	néant	néant		
NQEp eau marine	néant	néant		
Limite de qualité eau potable	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L
Baignade et loisirs	néant	néant	néant	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant	néant	néant	néant
Norme sol	néant	néant	néant	néant
Norme boues	néant	néant	néant	néant
Rejets (VL émission/j)	néant	néant	néant	néant

## Restrictions d'usages

Interdiction d'usage du parathion et du méthylparathion.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche générale pesticides.

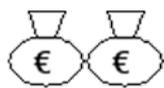
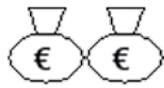
## Classification environnementale

	Chlorfenvinphos	Chlorpyrifos-éthyl	Malathion	Parathion éthyl et méthyl
Substance DCE	dangereuse prioritaire	dangereuse prioritaire		
Liste OSPAR	non cité	potentiellement préoccupant	non cité	non cité
Catégorie C M R				
Indication du danger	T+, Xn	T, N	Xn, N	T+, N
Phrases de risque	R24, R28, R50/53	R25, R50/53	R22, R50/53	éthyl : R50/53, R10, R24, R26/28, R48/22, R5 méthyl : R27/28, R50/53
Conseils de prudence	S1/2, S28, S36/37, S45, S60, S61	S1/2, S45, S60, S61	S2, S24, S60, S61	éthyl : S60, S61, S1/2, S28, S36/37, S45 méthyl : S28, S36/37, S45, S60, S61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Organophosphorés	Norme	LQ	Coût HT   substance
eau	NF EN 12918 (GC/NPD)	0,02 µg/L	
sédiment	NF EN 12918 (GC/NPD)	200 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations retrouvées dans le milieu aquatique.

	Chlorfenvinphos	Chlorpyrifos-éthyl	Malathion	Parathion-éthyl
Cours d'eau	bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 0,065 µg/L (1 valeur) DIREN île de France 2003-2005 : 0,02-0,05 µg/L (2 valeurs)		bassin Seine-Normandie 2003-2005 : 0,02-0,037 (10 valeurs)	bassin Seine-Normandie 2003-2005 éthyl : 0,02-0,37 µg/L (3 valeurs) méthyl : 0,02 µg/L (2 valeurs)

Deux autres organophosphorés, cherchés dans les eaux du bassin Seine-Normandie, ont également été trouvés : l'azynphos-éthyl (0,03-0,07 µg/L, 54 valeurs) et le déméthon-S-méthylsulfone (0,05-0,069 µg/L, 3 valeurs).

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Paraissent difficiles à établir pour certains composés du fait de leur fugacité dans l'eau. Estimations possibles des impacts dus à des « bouffées » de contamination à l'aide de méthodes biologiques.

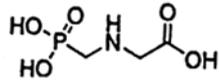
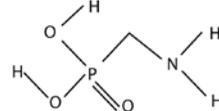
## Bibliographie spécifique

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, *Base de données AGRITOX*, <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- British Crop Protection Council, *The Pesticide Manual* (Twelfth Edition)
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46 p.
- DIREN Ile de France, 2005, *Info toxiques N° 1*, 36p.
- IFREMER (Tissier et coll.), 2005, Les substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) – *Fiche de synthèse Chlorpyrifos*
- INERIS, 2004, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Chlorfenvinphos*

- INERIS, 2005, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Chlorpyrifos*
- INERIS, 2006, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Malathion*
- INERIS, 2006, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Methyl parathion*
- INRS, 1995, *Parathion, fiche toxicologique n° 83*, 5 p.

## GLYPHOSATE (ET AMPA)

<p>Pesticides</p> <p>Acides amino-phosphoriques</p>	<p>Dans cette famille, on compte deux substances utilisées comme herbicides : le glyphosate et le sulfosate (glyphosate trimesium).</p> <p>Le plus utilisé est le glyphosate. Peu absorbé seul par la plante, il lui est adjoint des surfactants (POER) soupçonnés de présenter des toxicités aquatiques plus importantes et potentialisant son efficacité comme sa toxicité.</p> <p>Systémique, il bloque la biosynthèse des acides aminés aromatiques.</p> <p>Quelques végétaux commencent à développer une résistance au glyphosate.</p> <p>Assez fréquemment rencontré dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (concentration de plusieurs µg/L).</p> <p>Ne serait pas bioaccumulé par les mammifères.</p> <p>Toxicité a priori modérée.</p> <p>Son principal produit de dégradation, l'AMPA, serait plus dangereux pour l'environnement que la molécule-mère.</p> <p>Cette molécule est également produite par dégradation d'autres substances.</p>
---	---

Quelques substances de la famille	N° CAS	Code SANDRE	Molécule
Glyphosate	1071-83-6	1506	
AMPA= acide aminométhylphosphonique (produit de dégradation)	1066-51-9	1907	

### Utilisations et sources potentielles d'émission de glyphosate dans l'environnement

- Usage agricole, sur tous les types de culture, et non agricole (espaces verts, jardins, routes, voies ferrées).
- Consommation en Europe : 10 000 T/an.
- Un des herbicides les plus vendus dans le monde entier.

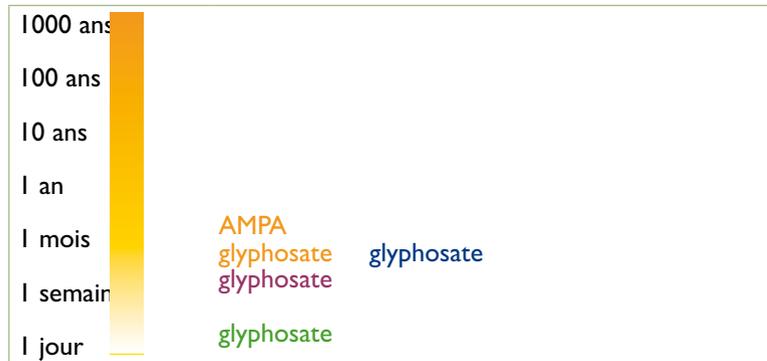
### Comportement dans le milieu aquatique

	Glyphosate	AMPA
Solubilité dans l'eau	●●●●	●●●●
Solubilité dans les graisses	●	
Stockage dans le sédiment	●●●●	●●●●

Adsorption sur les m.e.s.	●●●●	
Volatilité	●	
Persistance	●●●●	●●●●
Bio-dégradabilité	●●	●●
Dégradation abiotique	☀	☀
Bio-concentration	●	
Bio-accumulation		
Bio-magnification		

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
 XXX dans le sédiment

### Effets du glyphosate sur l'environnement et l'homme

	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
	●●	●
	glyphosate ● surfactant ●●● ?	●
	● surfactant ●●● ?	Effet de perturbation endocrinienne constaté sur la reproduction de l'oursin
	● surfactant ●●● ?	●
	●●●●	●●●●
	●	●

	●●	?
	●●	● ?

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
 ●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé du glyphosate

Mode d'exposition (importance relative, de + à +++)		-
		+++
		++
Organes et/ou fonctions atteints		Dermatoses professionnelles Irritations peau et yeux
		Non cancérogène
	PE	? (2)

### Données toxicologiques et normes

Caractéristique	glyphosate
<b>Toxicité</b>	
DL50 <sup>1</sup>	rat 2000 mg/kg pc chèvre 3530 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	0,3 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	

1 : la DL50 d'un surfactant, le POEA, est 3 fois plus faible que celle du glyphosate.  
 2 : oui sur reproduction et larves d'oursins pour produit commercial.

CE50	algue 96h 1,2 mg/L lentille d'eau 25,5 mg/L daphnie 48h 780 mg/L crevette 96h 281 mg/L truite 96h 38 mg/L truite 21j 150 mg/L
CE50 AMPA	daphnie 48h 690 mg/l
NOEC	
PNEC eau douce	60 µg/L
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	sans objet
NQEp eau surface intérieure	néant
NQEp eau de transition	néant
NQEp eau marine	néant
Limite de qualité eau potable	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets (VL émission/j)	néant

### Restrictions d'usages

Néant.

### Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche générale pesticides.

### Classification environnementale

Substance DCE	Non cité
Liste OSPAR	Non cité
Catégorie	C Non cité M Non cité R Non cité
Indication du danger	Xi, N
Phrases de risque	R41, R51/53
Conseils de prudence	S2, S26, S39, S61

### Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour le glyphosate s'applique de plus :

Texte	Objet
Arrêté 30 décembre 2005	Retrait des denrées alimentaires d'origine animale contaminées par des résidus de pesticides

### Norme(s) analytique(s) de quantification dans l'eau et limite(s) de détection couramment rencontrées

Glyphosate	Norme	LD	Coût HT l substance
eau	Concentration LC/MS	0,1 µg/L	

### Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-après des ordres de grandeur des concentrations dans le milieu aquatique.

Cours d'eau	bassin Seine Normandie 2003-2005 <b>glyphosate :</b> 0,1-3,8 µg/L (168 valeurs sur 712 analyses, soit 24%) <b>AMPA :</b> 0,1-6,6 µg/L (412 valeurs sur 700 analyses, soit 59%) Voir carte page suivante (données AESN 2004-2006).
Eau souterraine	bassin Seine Normandie 2003-2005 <b>glyphosate :</b> 37 valeurs supérieures à LQ sur 1550 analyses soit 2% <b>AMPA :</b> 26 valeurs supérieures à LQ sur 1550 analyses, soit 2% Voir cartes : p. 239 pour l'ensemble du Bassin (1995-2005) p. 240 pour la Basse Normandie (données 2005-2006 DRASS-DDASS)

Aucun autre amino-phosphorique n'a été recherché dans les eaux de surface du bassin Seine Normandie.

### Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

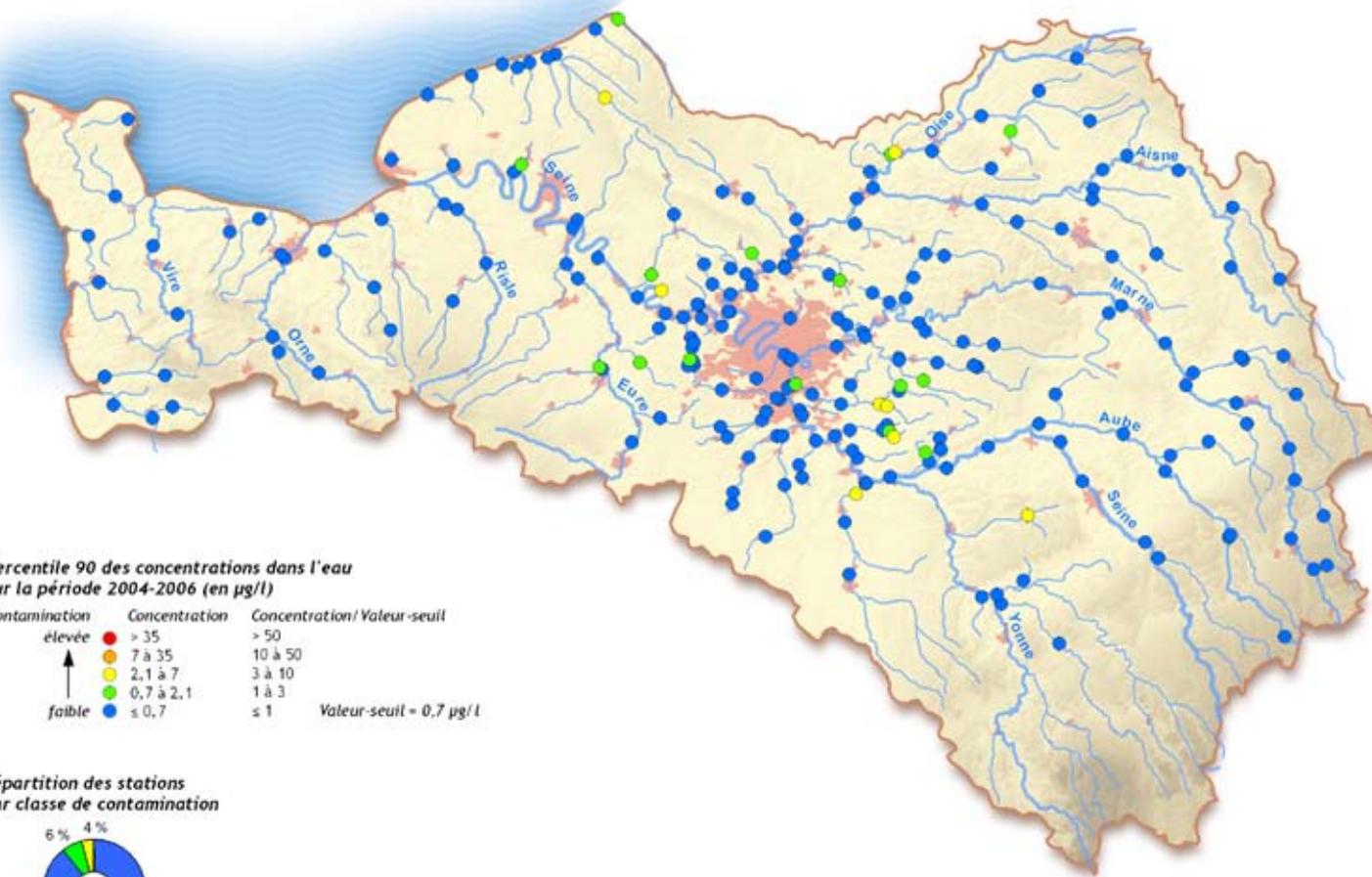
### Bibliographie spécifique

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, *Base de données AGRITOX*,  
<http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- British Crop Protection Council, *The Pesticide Manual* (Twelfth Edition)
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46 p.

### Contamination par le glyphosate

→ Les cours d'eau

 Zones urbaines et industrielles



Percentile 90 des concentrations dans l'eau sur la période 2004-2006 (en µg/l)

Contamination	Concentration	Concentration/Valeur-seuil
elevée	> 35	> 50
	7 à 35	10 à 50
	2,1 à 7	3 à 10
	0,7 à 2,1	1 à 3
faible	≤ 0,7	≤ 1

Valeur-seuil = 0,7 µg/l

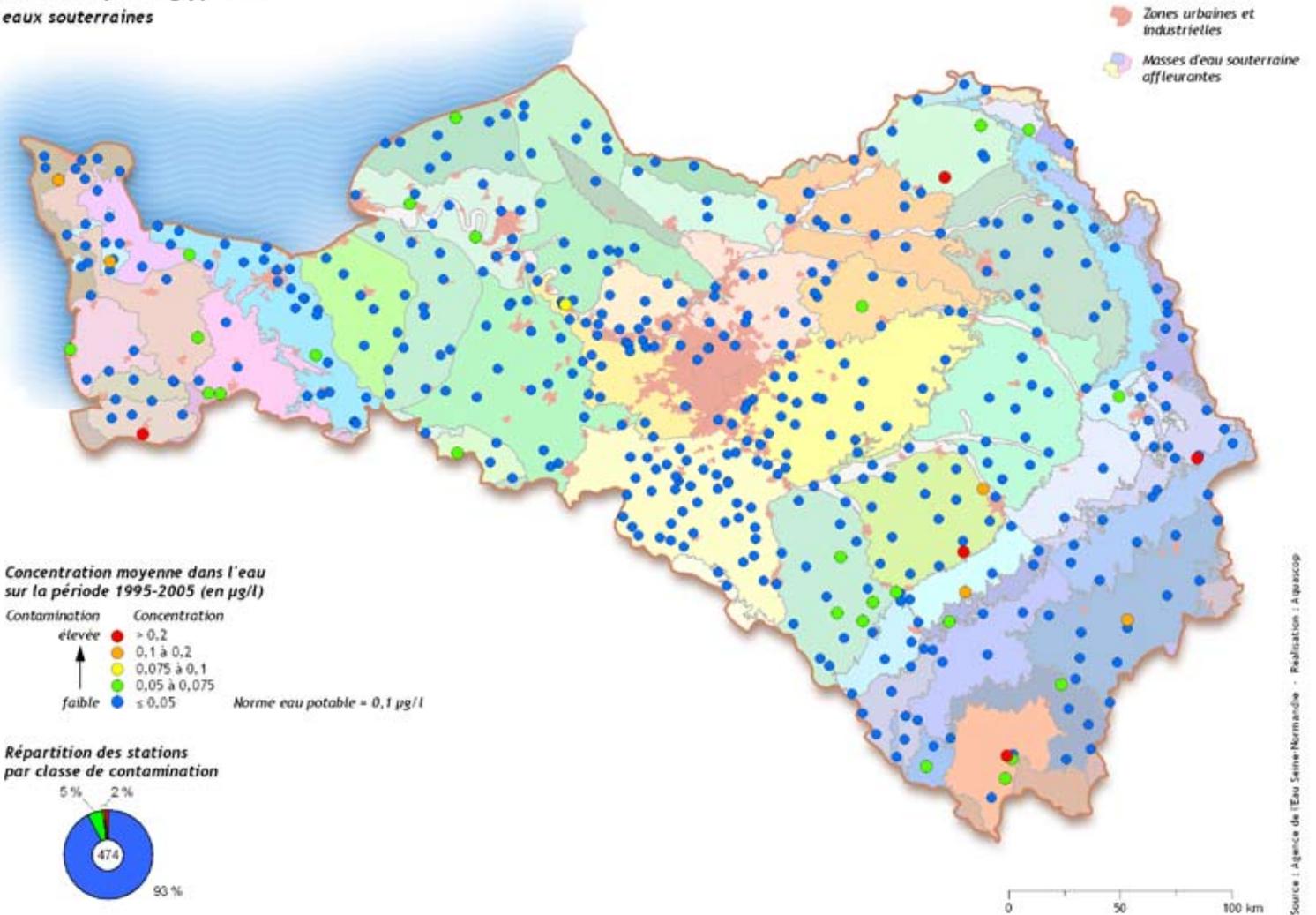
Répartition des stations par classe de contamination



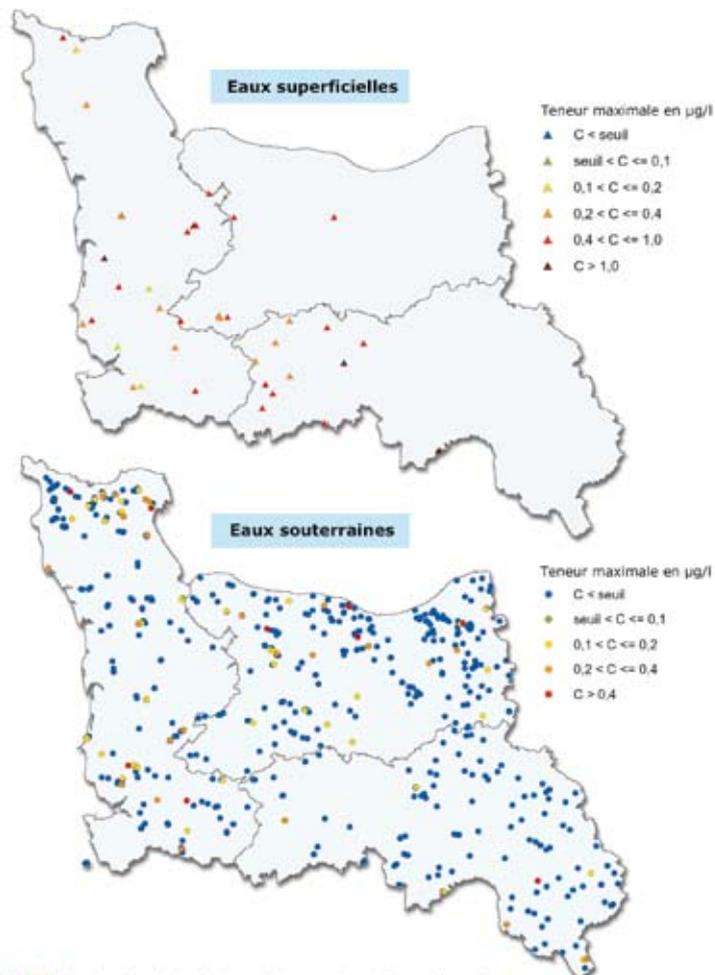
Source : Agence de l'Eau Seine-Normandie - Réalisation : Aqualoop

**Contamination par le glyphosate**

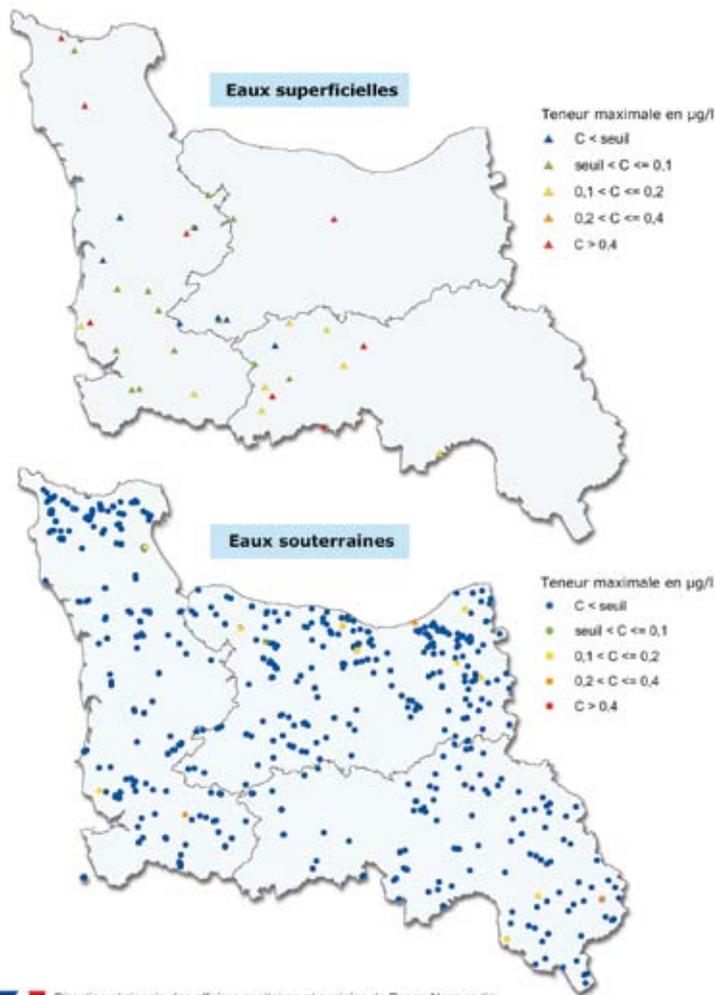
→ Les eaux souterraines



**Concentrations maximales en glyphosate**  
mesurées en Basse-Normandie sur les ressources utilisées en eau potable (période 2005-2006)



**Concentrations maximales en AMPA**  
mesurées en Basse-Normandie sur les ressources utilisées en eau potable (période 2005-2006)



 Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Basse Normandie  
Directions départementales des affaires sanitaires et sociales - Calvados - Manche - Orne

Données SISE EAUX 2005 - 2006

 Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Basse Normandie  
Directions départementales des affaires sanitaires et sociales - Calvados - Manche - Orne

Données SISE EAUX 2005 - 2006

## AMINOTRIAZOLE

Pesticides Famille des triazoles  N° CAS : 61-82-5  Code SANDRE : 1105  Molécule :	Herbicide appelé aussi amitrole, agissant par inhibition de la synthèse de certains pigments de la photosynthèse (caroténoïdes).  Systémique, non sélectif, absorbé par les feuilles et les racines.  Persistance élevée. Toxicité élevée sur les organismes aquatiques, modérée pour les mammifères et l'homme.
---	---



### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

- Usage agricole : herbicide non sélectif utilisé sur les plantes annuelles, notamment dans les vergers et vignobles, en horticulture.
- Désherbage des chemins, routes, voies ferrées, aires industrielles.

### Comportement dans le milieu aquatique

	Aminotriazole
Solubilité dans l'eau	●●●●
Solubilité dans les graisses	
Stockage dans le sédiment	●●●
Adsorption sur les m.e.s.	
Volatilité	●●●●
Persistance	●●●●
Biodégradabilité (aérobie)	●●
Dégradation abiotique	●●
Bioconcentration	Poisson 2 ●
Bioaccumulation	
Biomagnification	

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

### Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air    XXX dans l'eau    XXX dans le sol  
XXX dans le sédiment

### Effets de l'aminotriazole sur l'environnement et sur l'homme

	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
	●●	●●●
	●●●	●●●

		
	●	●
	●●●●	●●
	●	●●
	Rat ●●	
	●	●●●?

● peu toxique, ●● modérément toxique,  
●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

		Aminotriazole
Mode d'exposition (importance relative, de + à +++)		+
		++
		+++
Organes et/ou fonctions atteints		Irritations des yeux, digestive, cutanée, respiratoire,
	<b>C ?</b>	effets possibles
	<b>PE ?</b>	potentiel

### Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Aminotriazole
<b>Toxicité</b>	
DL50	rat 2000 mg/kg pc
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	0,001 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)	
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50	algues 3 mg/L daphnie 6,1 mg/L macrophytes 2,5 mg/L
NOEC	algues 1 mg/L invertébrés aquatiques 0,32 mg/L poissons 100 mg/L
PNEC eau douce	32 µg/L
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	
NQEp eau surface intérieure	0,3 µg/L
NQEp eau de transition	0,3 µg/L
NQEp eau marine	0,3 µg/L
Limite de qualité eau potable	0,1 µg/L
Recommandation OMS	total pesticides 0,5 µg/L 20 µg/L
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	néant

### Restrictions d'usages

Néant.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche générale pesticides.

## Classification environnementale

Aminotriazole	
Substance DCE	non cité
Liste OSPAR	non cité
Catégorie C M R	3
Indication du danger	Xn, N
Phrases de risque	R63, R48/22, R51/R53
Conseils de prudence	S2, S13, S36/37, S61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour l'aminotriazole s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Arrêté 5 août 1992	Teneurs maximales en résidus de pesticides admissibles sur ou dans certains produits d'origine végétale.
Arrêté 28 juillet 2004	Arrêté relatif aux teneurs maximales en résidus de pesticides admissibles dans et sur les céréales destinées à la consommation humaine.

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Triazoles	Norme	LQ	Coût HT
eau	LC/MS/MS	0,1 µg/L	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations dans le milieu naturel.

Cours d'eau	Ile de France DIREN-2006 3,9 µg/L (concentration maximale) Bassin Seine-Normandie 2003-2005 0,1 – 3,3 µg/L moyenne 0,3 µg/L
Eaux souterraines	Bassin Seine-Normandie 1995-2005 Moyenne interannuelle minimum : 0,025 µg/L Moyenne interannuelle maximum : 0,5 µg/L

Autres substances de la même famille recherchées dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie : Flusilazole, cyproconazole, époxiconazole, tébuconazole, hexaconazole. Concentrations inférieures à la LQ (généralement 0,05 µg/L) dans 99,5 à 99,9% des analyses.

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

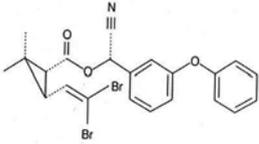
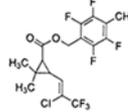
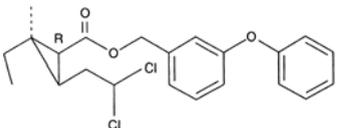
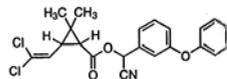
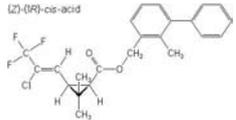
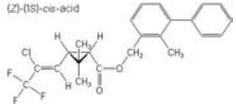
Restent à établir.

## Bibliographie spécifique

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Base de données AGRITOX, <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46 p.
- INRS, 2000, *Fiche toxicologique n°200, Aminotriazole*, 4 p.
- Université Herdfordshire, 2007, *fiche toxicologique aminole*, 4 p.

## PYRÉTHRINOÏDES

Pesticides	<p>Deux groupes dans cette famille :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les pyréthrinoïdes naturels d'origine végétale (chrysanthème), instables et rapidement dégradés au contact de l'air, de la lumière ou de la chaleur en produits non toxiques</li> <li>- les pyréthrinoïdes synthétiques, photostables, au pouvoir insecticide agissant par contact et ingestion sur une gamme très étendue d'insectes, sur toutes les cultures et à doses très faibles.</li> </ul> <p>Ces derniers, bien qu'en général relativement peu toxiques pour les mammifères, sont dangereux pour l'environnement, aquatique notamment, et les animaux à sang froid. Les excipients utilisés en facilite l'absorption.</p> <p>Substances visées au Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides :</p> <p>cyfluthrine, bêta-cyfluthrine, lambda-cyhalothrine.</p>
------------	--

Quelques substances de la famille	N° CAS	Code SANDRE	Molécule	Produits de dégradation
Deltaméthrine	52918-63-5	1149		3-PBA, acide decaméthrinique (Br <sub>2</sub> CA)
Téfluthrine	79538-32-2	1953		
Perméthrine	52645-53-1	1523		
Cyperméthrine alphanéthrine	= 52315-07-8	1140		Acide m-phnéoxybenzoïque (2,2-dichlorovinyl)-3,3-diméthyl-cyclopropane
Bifenthrine	82657-04-3	1120	<p>(2Z)-(1R)-cis-acid</p>  <p>(2Z)-(1S)-cis-acid</p> 	

## Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

• Usages agricole, vétérinaire et domestique. Deltaméthrine : les principales cultures traitées sont les céréales, la vigne, l'arboriculture, les cultures légumières et la pomme de terre.

## Comportement dans le milieu aquatique

	Deltaméthrine	Téfluthrine	Perméthrine	Cyperméthrine	Bifenthrine
Solubilité dans l'eau	●	●	●	●	●
Solubilité dans les graisses	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Stockage dans le sédiment	●●●●		●●●●		●●●●
Adsorption sur les m.e.s.					
Volatilité	●	●●●●	●●●●	●	●
Persistence	●●	●●	●●	●●	●●
Biodégradabilité (aérobie)	●●●		●●●		●●●
Dégradation abiotique	☀	●●●	☀	●	☀
Bioconcentration	poisson 1400	poisson 1400	poisson 300	poisson 1200	poisson 6000
Bioaccumulation	●●●	●●●	●●	●●●	●●●●
Biomagnification					

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

## Demi-vies dans l'environnement



XXX dans l'air   XXX dans l'eau   XXX dans le sol   XXX dans le sédiment

Effets sur l'environnement et sur l'homme

Toxicité aiguë	Deltaméthrine	Téfluthrine	Perméthrine	Cyperméthrine	Bifenthrine
	●	●●	●●●		●
	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
					
	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●
				●	
	●●●●	●●●	●●●●	●●●●	●●●●
	●●	●●	chien ● chat ●●● rat ●●●	rat ●●●	rat ●●●
	manifestations bénignes ●●	très irritant ●●●	●●	●●	●●

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

Toxicité chronique	Deltaméthrine	Téfluthrine	Perméthrine	Cyperméthrine	Bifenthrine
				●●●	●
	●●●●		●●●●?	●●●●	●●●●
					
	●●●●		●●●●		●●●●

					
	●●●●	●●●●			
	rat, chien ●●●●				
	●●●?	●?	●●●?	●●●?	●●●?

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

### Exposition humaine et risques pour la santé

		Deltaméthrine	Téfluthrine	Perméthrine	Cyperméthrine	Bifenthrine
Mode d'exposition (importance relative, + à +++)		+++	+++	+++	+++	+++
		++	++	+++	+++	+++
		+	+	+	+	+
Organes et/ou fonctions atteints		Conjonctivites, irritations cutanées, rhinites. En cas de forte exposition : asthénie, céphalées, anomalies musculaires, troubles digestifs, ataxie, myoclonies, convulsions voire coma.				
	C ?	Pas de données pour l'homme ; pas d'effets cancérogènes chez les animaux	?	Cancérogène possible	Cancérogène possible	Substance préoccupante ; effets possibles
	PE ?	Perturbateur endocrinien potentiel	Information insuffisante	Perturbateur endocrinien possible	Information insuffisante	Information insuffisante

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Deltaméthrine	Téfluthrine	Perméthrine	Cyperméthrine	Bifenthrine
<b>Toxicité</b>					
DL50	rat 87 mg/kg pc souris 19 mg/kg pc	rat 22 mg/kg pc	rat 430 mg/kg pc	rat 250 mg/kg pc	rat 50 mg/kg pc
Toxicité sublétales					
DJA (OMS)	0,01 mg/kg pc/j	0,013 mg/kg pc/j	0,05 mg/kg pc/j	0,05 mg/kg pc/j	0,015 mg/kg pc/j
DHA (JEFCA)					
<b>Ecotoxicité</b>					
CE50	algue 96h : >9,1 mg/L daphnie 48h : 3,5 µg/L daphnie 21j : 0,0041 µg/L truite 96h : 0,9 µg/L truite 28j : <0,032 µg/L	algue 96h : >1,8 mg/L daphnie 48h : 0,07 µg/L truite 96h : 0,06 µg/L	algue 0,01 mg/L daphnie : 0,006 mg/L poisson : 0,01 mg/L	algue > 0,1 mg/L daphnie (48h) : 0,04 µg/L	saumon : 0,15 µg/L daphnie (48 h) : 0,11 µg/L
NOEC			algue 0,0009 mg/L poisson 0,0001 mg/L		invertébrés 0,015 µg/L
PNEC eau douce	0,0032 µg/L	0,0004 µg/L		0,001 µg/L	0,0012 µg/L
PNEC eau marine					
PNEC sédiment					
<b>Normes et seuils</b>					
Bruit de fond	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet
NQEp eau surface intérieure	néant	néant	néant	néant	néant
NQEp eau de transition	néant	néant	néant	néant	néant
NQEp eau marine	néant	néant	néant	néant	néant
Limite de qualité eau potable	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L	0,1 µg/L total pesticides 0,5 µg/L
Baignade et loisirs	néant	néant	néant	néant	néant
Chair coquillages crustacés, poissons	néant	néant	néant	néant	néant
Norme sol	néant	néant	néant	néant	néant
Norme boues	néant	néant	néant	néant	néant
Rejets industriels	néant	néant	néant	néant	néant

## Restrictions d'usages

Néant.

## Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Voir fiche Pesticides.

## Classification environnementale

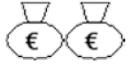
	Deltaméthrine	Téfluthrine	Perméthrine	Cyperméthrine	Bifenthrine
Substance DCE	non cité	non cité	non cité	non cité	non cité
Liste OSPAR	non cité	non cité	non cité	non cité	non cité
Catégorie C M R					3
Indication du danger	T, N	T, N	Xn, Xi, N	N, Xn	T, N
Phrases de risque	R23/25, R50/53	R23/24/25, R50/53	R20/22, R43, R50, R53	R20/22, R37, R50/53	R20, R25, R40, R43, R50/53
Conseils de prudence	S24, S28, S36/37/39, S38, S45, S60, S61	S36/37/39, S45, S60, S61	S2, S36, S24, S61	S2, S24, S36/37/39, S60, S61	S36/37, S45, S60, S61

## Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe. Pour les pyréthri-noïdes, s'appliquent de plus :

COM(1999) 706	Stratégie européenne concernant les perturbateurs endocriniens
Arrêté 14 septembre 2006	Retrait des denrées alimentaires d'origine animale contaminées par des résidus de pesticides (deltaméthrine)

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Pyréthroïdes	Norme	LQ	Coût HT (pour les substances de la famille)
eau	Dosés avec organochlorés et PCB GC/ECD/MS	0,01 µg/L	
sédiment	Extraction sur sec hexane/acétone Purification sur florisol, cuivre et H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Dosage GC/ECD/MS	50 µg/kg ps	

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations dans le milieu naturel.

	Deltaméthrine	Téfluthrine	Perméthrine
Cours d'eau	bassin Seine-Normandie 2003-2005 0,05 µg/L (1 valeur)	bassin Seine-Normandie 2003-2005 0,016-0,049 µg/L (6 valeurs)	bassin Seine-Normandie 2003-2005 0,01-0,11 µg/L (10 valeurs)
Sédiment cours d'eau		bassin Seine-Normandie 2003-2005 1,4-16 µg/kg ps (2 valeurs)	

Une autre substance de la famille a été trouvée dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie : la tralométhrine (0,1 µg/L, 1 valeur). Dans les eaux souterraines, la bifenthrine n'a pas été recherchée. La cyperméthrine a fait l'objet de plus de 1200 analyses, toutes inférieures au seuil de détection.

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Paraissent difficiles à établir du fait de la dégradabilité assez rapide de ces composés. Estimations possibles des impacts par « bouffées » de contamination à l'aide de méthodes biologiques.

## Bibliographie spécifique

- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Base de données AGRITOX, <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>
- British Crop Protection Council, *The Pesticide Manual* (Twelfth Edition)
- Commission européenne, 2003, *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement*, 46 p.
- CBIP, centre anti-poison belge, 2007, *Effets indésirables et intoxication par les pyrétroïdes utilisés contre les ectoparasites chez le chat et chez le chien*, Folia veterinaria, 4 p.
- INRS, 2007, *Deltaméthrine, fiche toxicologique n° 193*, 6 p.
- Université Herfordshire, 2007, *fiche toxicologique perméthrine*, 4 p.

## SUBSTANCES PHARMACEUTIQUES ET HORMONES

<p>Principales familles selon leur effet thérapeutique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>antalgiques</li> <li>anti-inflammatoires</li> <li>psychotropes</li> <li>bétabloquants</li> <li>hypolipémiants</li> <li>antibiotiques</li> <li>diurétiques</li> <li>antiépileptiques</li> <li>antiparasitaires</li> <li>antifongiques</li> </ul>	<p>Composés synthétiques d'usage très répandu créés pour avoir un effet biologique thérapeutique. 4 000 produits pharmaceutiques autorisés en Europe.</p> <p>En 2002, consommation d'antibiotiques de 8 500 T par l'homme et de 4 700 T par les animaux dans l'UE. En France (2002), 800 T par l'homme, 1 300 T par les animaux.</p> <p>Pollution potentielle des eaux par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. les rejets de stations d'épuration, traitant de manière variable (30% à &gt;90%) les médicaments et leurs métabolites excrétés par l'homme, ainsi que les hormones naturelles et artificielles (ces dernières sont en général bien dégradées, ainsi que les antibiotiques) ;</li> <li>. les effluents d'élevage (traitements internes et externes), produits vétérinaires, désinfectants et hormones naturelles animales ;</li> <li>. les hôpitaux (anesthésiques, désinfectants, produits d'aide au diagnostic, anticancéreux, antibiotiques...) ;</li> <li>. les déchets ménagers enfouis en décharge et contenant des médicaments.</li> </ul> <p>Possibilité de production de plusieurs métabolites par composé, soit lors du passage dans un organisme, soit dans les stations d'épuration ; dégradation en produits pouvant être actifs.</p> <p>Néanmoins, concentrations trouvées dans les eaux naturelles très faibles (1 à 100 ng/l) par rapport aux doses thérapeutiques et toxiques. Effets toxiques et écotoxicologiques via l'eau peu probables, hors synergies exceptionnelles.</p>
---	--

### Utilisations et sources potentielles d'émission dans l'environnement

Les médicaments les plus prescrits en France sont des antalgiques à base de paracétamol (2 000 T/an principe actif) et des anti-inflammatoires.

Viennent ensuite :

- . psychotropes (antidépresseurs et anxiolytiques),
- . bétabloquants (rythme cardiaque),
- . hypolipémiants (diminuent les lipides sanguins).

Les molécules à usage vétérinaire sont en premier lieu des antiparasitaires, des antibiotiques et des antifongiques.

### Comportement dans le milieu aquatique

Variable selon les propriétés chimiques des principes actifs et de leurs métabolites.

Programmes européens KNAPE<sup>1</sup> et POSEIDON en cours pour l'évaluation du comportement des résidus médicamenteux dans les eaux et l'efficacité des traitements d'eau sur leur alimentation.<sup>2</sup>

1: Knowledge and Need Assessment on Pharmaceutical Products in Environmental Waters.

2 : également, projet «AMPÉRES» (CEMAGREF) sur l'efficacité des stations d'épuration.

Solubilité dans l'eau	oestrogènes ●● androgènes ●●
Solubilité dans les graisses	oestrogènes ●●● androgènes ●●● aspirine ●●●●
Stockage dans le sédiment	● à ●●●● composés lipophiles
Adsorption sur les m.e.s.	tétracyclines, pénicillines ●●●●
Volatilité	
Persistance <sup>2</sup>	antibiotiques ●● (antiépileptique) carbamazépine ●●●●
Biodégradabilité	aspirine ●●●● tétracyclines ●●●● pénicillines ●●●●
Bioconcentration	?
Bioaccumulation	?
Biomagnification	?

● nul ou négligeable, ●● faible, ●●● moyen, ●●●● fort

3 : Métabolites généralement plus persistants que les composés parents

## Demi-vies dans l'environnement

Les antibiotiques sont assez rapidement dégradés dans le milieu aquatique, notamment les pénicillines, les hormones naturelles également.

## Effets sur l'environnement aquatique

Doivent être recherchés des effets synergiques (effets de 2 composés présents simultanément plus importants que séparément) et d'addition-concentration (effet toxique de 2 produits présents simultanément en concentration inférieure à leur NOEC respective).

En cours en 2007 :

- Programmes de recherche ENIMED sur l'impact des rejets de médicaments dans l'environnement. (CEMAGREF, INERIS, INSERN, CNRS)
- Etude par l'AFSSET des résidus de médicaments anti-cancéreux dans les rejets aqueux.
- Synthèse scientifique sur les résidus médicamenteux dans l'environnement par l'AFSSA, à la demande de la Direction Générale de la Santé.

	antibiotiques ●	Perturbations endocriniennes possibles  antiépileptiques analgésiques antibiotiques ● psychotropes bêtabloquants ●●
	En général ● Anti-cancéreux ●●● Ibuprofène ●●	● à ●●● dont effets PE pour certains

● peu toxique, ●● modérément toxique, ●●● toxique, ●●●● très toxique

Toxicité	aiguë	chronique
	antibiotiques ●●●	
	antalgiques antibiotiques antiépileptiques analgésiques ● hypo-lipidémiant bêtabloquants psychotropes ●● ●●	antibiotiques ● analgésiques ●● bêtabloquants ● psychotropes ●● antiépileptique hypo-lipidémiant ●●●
		Perturbations endocriniennes <sup>3</sup> possibles

## Exposition humaine et risques pour la santé

Evaluation du risque lié à la présence de résidus médicamenteux dans l'eau potable très complexe, vu les très faibles doses trouvées (<100 ng/l) :

- . effets synergiques (phénomène rare avec les micropolluants organiques), additifs ou antagonistes,
- . accumulation possible dans les graisses,
- . exposition in utero,
- . voies d'action multiples,
- . effets à moyen ou long terme,
- . nombreuses molécules en cause.

A priori, risques pour la santé très faibles : la quantité de principe actif ingérée pendant 70 ans avec 2l d'eau du robinet est généralement inférieure à une seule dose thérapeutique journalière (au maximum équivalente à quelques jours de traitement).

4 : C'est le cas des composés hormonaux, mais aussi de certains psychotropes.

## Données toxicologiques et normes

Caractéristique	Concentration
<b>Toxicité</b>	
Posologie maximale	aspirine 60 mg/kg pc paracétamol 60 mg/kg pc ibuprofène 25 mg/kg pc
<b>Ecotoxicité</b>	
CE50	daphnie 48 h
béta-bloquants	1-100 mg/L
hypolipidémiant	1-20 mg/L
analgésiques	20 mg/L
antiépileptique	78 mg/L
antibiotiques	2500 mg/L
psychotropes	0,2 – 12 mg/L
NOEC	poisson
analgésiques	4-16 mg/L
béta-bloquant	3 mg/L
antiépileptique	25 mg/L
antibiotiques	>30 mg/L
psychotrope	2-8 mg/L
PNEC eau douce	
PNEC eau marine	
PNEC sédiment	
<b>Normes et seuils</b>	
Bruit de fond	sans objet
NQEp eau surface intérieure	néant
Commission du Rhin recommandation	maximum 1 µg/L par molécule
NQEp eau de transition	néant
NQEp eau marine	néant
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant

## Restrictions d'usages

Par définition, une grande majorité des substances pharmaceutiques n'est délivrable que sur prescription médicale.

*Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition*

Rapporter les boîtes de médicaments entamées dans les officines. Il a été proposé de récupérer et de traiter à la source les urines produites par certains patients dans les hôpitaux ou même à domicile (traitement anti-cancéreux).

*Classification environnementale*

Substance DCE	Pas de substance pharmaceutique citée
Liste OSPAR	16 médicaments dont 7 hormones (notamment estradiol et hydroxyprogestérone), sont sur la liste des substances potentiellement préoccupantes
Catégorie C M R	

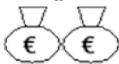
*Quelques textes réglementaires spécifiques*

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les substances pharmaceutiques, s'appliquent par exemple :

Texte	Objet
Directive 98/83/CE	Effets potentiels des perturbateurs endocriniens
COM(1999) 706	Stratégie européenne concernant les perturbateurs endocriniens
Directive 2004/28	Etudes d'écotoxicité dans les dossiers d'AMM vétérinaires

## Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

Norme	LQ	Coût € HT l substance
Méthodes analytiques non encore stabilisées. Métabolites : absence de méthodes d'analyses pour certains. Méthodes de mesure de l'exposition chronique restant à mettre au point.	Antibiotiques 1 ng/l  Oestrogènes 0,1 ng/L	 à 

## Niveaux d'imprégnation

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées. A ce jour, les matières actives rencontrées dans les eaux sont généralement, par ordre décroissant d'occurrence : psychotropes, antiépileptiques, antibiotiques, analgésiques, hypolipidémiants.

Compartiment considéré	Amplitude de variation
Eau souterraine	<b>Antibiotiques :</b> - <b>Allemagne</b> : max 470 ng/L  <b>Bassin Seine Normandie</b> , sur 27 ressources <sup>4</sup> , x2 prélèvements 2006-2007 : <b>Psychotropes</b> : 40-90 ng/L (Bromazépan) <b>Hypolipidémiants</b> : 2-100 ng/L (ac-fénofibrique) <b>Analgésiques</b> : 8-30 ng/L <b>Bétabloquants</b> : 5 ng/L <b>Antibiotiques</b> : 2-20 ng/L <b>Diurétique</b> : 5-15 ng/L <b>Stéroïdiens</b> (70 échantillons) : < 1 ng/L (2) <b>Antiépileptique</b> : 3-80 ng/l (carbamazépine) Aucune molécule retrouvée dans 11 sites/27.

5 : nappes phréatiques, alluviales ou karstiques avec influence rapide d'activités de surface (zones industrielles et résidentielles, élevages, décharges...).

Cours d'eau	<b>Antibiotiques :</b> - <b>Seine</b> : 20-40 ng/L maximum 140 ng/L <b>Stéroïdes</b> : 0,3-15 ng/L <b>Estradiol</b> : 0,1-5 ng/L <sup>4</sup> <b>Paracétamol :</b> - <b>Seine</b> : 273 ng/L (maximum) - <b>Oise</b> : 78 ng/L (maximum) - <b>Marne</b> : 470 ng/L (maximum) <b>Oestrogènes :</b> - <b>Seine</b> <LQ-0,7 ng/L - <b>Oise</b> <LQ-0,2 ng/L - <b>Marne</b> <LQ-1 ng/L
Sédiment cours d'eau	<b>Analgésiques</b> : Italie 200 ng/kg ps <b>Hypolipidémiants</b> : Italie 130 ng/kg ps
Estuaire	<b>Analgésiques :</b> - <b>Seine</b> : LQ-45 ng/L - <b>Loire</b> : LQ-30 ng/L - <b>Gironde</b> : LQ- 5 ng/L - <b>Estuaires anglais</b> : max. 930 ng/L <b>Antiépileptiques :</b> - <b>Seine</b> : LQ-130 ng/L - <b>Loire</b> : LQ-228 ng/L - <b>Gironde</b> : LQ-2 ng/L <b>Anti-inflammatoires :</b> - <b>Seine</b> : LQ-100 ng/L - <b>Loire</b> : LQ-10 ng/L - <b>Gironde</b> : LQ-3 ng/L <b>Hypolipidémiants :</b> - <b>Elbe</b> : 18 ng/L
Eau marine	<b>Hypolipidémiant :</b> - <b>Mer du Nord</b> : 1 ng/L <b>Anti-inflammatoires :</b> Méditerranée (proximité rejet STEP) : 6000 ng/L
Eau potable	<b>Psychotropes</b> : <b>Italie</b> : 20-24 ng/L <b>Analgésiques</b> : <b>Berlin</b> : 10 ng/L

6 : L'éthynyl-oestradiol, présent dans les pilules contraceptives largement utilisées, semble rarement trouvé dans les cours d'eau et n'a pas été détecté dans les premières campagnes „eaux souterraines” du bassin (contraceptifs micro-dosés, et bonne élimination en station d'épuration).

## Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

Restent à établir.

Quelques ordres de grandeur des rejets de médicaments par les stations d'épuration et effluents d'élevage :

Eaux usées brutes et rejets de stations d'épuration	<p><b>Bétabloquants :</b> rejets région lyonnaise moyenne 400-800 ng/L maximum 2 800 ng/L</p> <p><b>Antibiotiques :</b> Allemagne eaux usées 6 000 ng/L France eaux usées 270-4 000 ng/L France boues 2 000 ng/kg ps</p> <p><b>Stéroïdes :</b> eaux usées 2-60 ng/L</p> <p><b>Oestrogènes :</b> eaux usées Pays-Bas 0,7-130 ng/L eaux usées France 1-220 ng/L rejet 6 stations lyonnaises 5-10 ng/L rejets Pays-Bas &lt; 0,3-11 ng/L rejets France &lt;0,2-80 ng/L</p>
Rejets d'élevage	<p><b>Antibiotiques :</b> Lisier : 20 000 000 ng/L (soit 20 mg/L)(max.) Fumier : 1 610 000 ng/kg ps (soit 1,6 mg/kg ps)(max.)</p>

N.B. :Variation considérable de l'efficacité des stations sur les substances pharmaceutiques selon le procédé d'épuration et la molécule concernée ; proche de 100% sur les pénicillines pour une boue activée ou un lagunage, moins de 50% sur ibuprofène ou carbamazépine.

## Bibliographie spécifique

- AELB, 2007, *Recherche de résidus de substances pharmaceutiques dans le bassin Loire-Bretagne*, note 4 p.
- Anjou-recherche, CIRSEE, 2006, *Présence et devenir des perturbateurs endocriniens, dans les stations de traitement des eaux résiduaires urbaines*, Rapport ADEME, 71 p.

- AESN, 2007 et DRASS I4, *Premiers résultats concernant les perturbateurs endocriniens et substances pharmaceutiques dans les eaux souterraines*.
- BRANCHEREAU V., FAUCHON N., THIBERT S., 2006, *Perturbateurs endocriniens et résidus médicamenteux dans les rivières d'Ile-de-France*, TSM n°12, 10p.
- BRGM, 2006, *Composés perturbateurs endocriniens et autres molécules organiques émergentes dans les eaux souterraines, état des lieux*, 179 p.
- BUDZINSKI H., TOGOLA A., 2006, *Présence de résidus de médicaments dans les différents compartiments du milieu aquatique*, Environnement, Risques et Santé, 5 (4) : 248-253.
- EFFEMER, 2005, *risques sanitaires et écologiques des résidus de médicaments dans les eaux*. Colloque hydrosociétés, Montpellier.
- ENIMED, site du programme de recherche : [www.lyon.cemagref.fr/lea/tox/travaux/enimed.shtml](http://www.lyon.cemagref.fr/lea/tox/travaux/enimed.shtml)
- *Environnement, risques, santé*, 2006, volume 5, n°4.
- IRH, 2006, *Contamination des échantillons de STEP et des effluents d'élevage par des antibiotiques*, présentation à l'ADEME.
- KNAPPE, site du programme de recherche : [www.knappe-eu.org](http://www.knappe-eu.org)
- LABERCA, 2007, *Evaluation de l'occurrence des stéroïdes dans un échantillon représentatif des nappes souterraines vulnérables utilisées en eau potable du Bassin Seine-Normandie*, 56 p.
- TOGOLA Anne., 2006, *Présence et devenir des substances pharmaceutiques dans les écosystèmes aquatiques*. Thèse de doctorat, université de Bordeaux I.
- WATKINSON A.T., MURBY E.J., COSTANZO S.D., 2007, *Removal of antibiotics in conventional and advanced wastewater treatment*.

## BILAN ET PERSPECTIVES DANS LE BASSIN SEINE-NORMANDIE

Le n°42 de la revue Confluence, magazine de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, fait le point sur les risques générés par les substances toxiques pour l'eau.

### *Une pollution en diminution depuis plusieurs années...*

Le problème des substances toxiques, appelées « micropolluants » car présentes et agissant à faibles doses, est apparu dans les années 70-80, au fur et à mesure que s'amélioraient la collecte et le traitement des pollutions générées par les activités domestiques et industrielles par les « macropolluants », (matières organiques, nutriments).

Les micropolluants n'étaient plus masqués par les macropolluants aux effets facilement révélés, et devenaient plus à même d'exprimer leur potentiel nocif. Dès 1974, l'Agence de l'Eau lançait un programme de lutte contre les rejets toxiques d'origine industrielle. Des résultats remarquables ont été obtenus sur les métaux, notamment sur des toxiques redoutables comme le cadmium ou le chrome VI. La décroissance continue des teneurs en cadmium dans les boues des stations d'épuration de la région parisienne (divisée par 20 en 15 ans) en témoigne.

### *... mais des substances « émergentes » sont détectées*

Depuis trente ans, l'identification des micropolluants et de leurs conséquences a progressé. Mais le programme d'action sur les toxiques est toujours d'actualité car, si les progrès de l'analyse chimique permettent de mesurer l'étendue des contaminations, et les progrès de l'écotoxicologie de mieux cerner les seuils critiques de concentration, la connaissance doit progresser sur les effets chroniques et les éventuelles synergies entre les substances, et sur leurs produits de dégradation, parfois plus nocifs que les molécules d'origine.

De plus, des molécules nouvelles sont susceptibles d'être rejetées et les méthodes de mesure dans le milieu ou les rejets ne sont pas toujours au point. Or on ne trouve que ce que l'on cherche et on ne peut tout chercher, du fait du coût des analyses.

L'Agence de l'Eau est ainsi partie prenante dans l'application du plan national Santé-environnement (action n°11), qui vise la détection dans les milieux aquatiques de « substances émergentes » comme les biocides, produits pharmaceutiques, les détergents, les plastifiants, hormones et autres « perturbateurs endocriniens », et l'évaluation de leurs effets.

### *Des enjeux européens*

Rappels que la directive dite DCE a établi un cadre obligatoire pour les Etats membres en matière de gestion de l'eau et des milieux aquatiques. La réduction ou la suppression des rejets de certaines substances toxiques doit permettre l'atteinte des objectifs environnementaux et du bon état des eaux.

### *Des solutions et des projets*

La France s'est engagée dans un « programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses ». Il comprend plusieurs volets, dont un état des lieux des milieux et des rejets, et la définition et la mise en place d'actions de réduction. Dans ce cadre, en 2003, le ministère de l'Ecologie et du Développement durable a lancé avec les Agences et les DRIRE une campagne nationale de mesure d'une centaine de substances dangereuses (RSDE) dans 3500 rejets industriels et urbains, qui s'est achevée en juin 2007.

L'action de l'Agence de l'Eau en matière de déchets, entre 1975 et 2003, a contribué à diriger la majeure partie du flux de toxiques produit par les entreprises du bassin vers des filières adaptées de destruction ou de confinement. L'Agence de l'Eau développe des actions pour que les concentrations en toxiques continuent à baisser et encourage les industriels à entreprendre des études de réduction de pollution « à la source », puis à mettre en œuvre les solutions dégagées au niveau des ateliers de fabrication eux-mêmes. Cela passe, par exemple, par des modifications du procédé de fabrication, des séparations d'effluents concentrés, un recyclage dans l'atelier ou une substitution des produits utilisés.

Enfin, le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides vient conforter les actions de l'Agence en favorisant les opérations limitant les transferts de pesticides vers les eaux et les alternatives à l'usage des pesticides.

### *Pour lutter contre les substances dangereuses*

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie propose onze livrets :

**Jardiniers amateurs : préservons ce que l'on a de plus précieux.** Ce livret destiné aux particuliers, préconise une autre façon de jardiner pour préserver sa santé et l'environnement.

**Pluies en ville : débordements, pollutions...** des solutions existent. L'urbanisation accroît le ruissellement. Destiné aux élus, ce document propose des solutions pour réduire les flux et diminuer la pollution (apports de métaux, HAP...) lors d'événements pluvieux.

**Préservez nos ressources en eau, désherbez sans herbicides.** Ce do-

cument est destiné aux élus, directeurs d'espaces verts et techniciens. Il explique comment se passer des désherbants chimiques.

**Industriels, PME-PMI et artisans – Les substances dangereuses, une priorité pour l'environnement et la santé.** Plaquette de sensibilisation au problème des rejets de substances dangereuses dans l'eau et présentation des aides de l'agence pour agir.

**PME-PMI et artisans – Pour une gestion simple et efficace de vos déchets.** Plaquette destinée aux « petits producteurs » de déchets dangereux, afin de les inciter à rejoindre les bonnes filières de recyclage ou d'élimination, avec l'aide financière de l'agence.

**Utilisateurs de la vibro-abrasion – L'Agence vous aide à protéger l'environnement.** S'adressant aussi bien aux traiteurs de surface qu'aux mécaniciens, aux fondeurs et aux joailliers, artisans ou pas, cette plaquette présente les polluants, notamment toxiques, caractéristiques de l'activité de vibro-abrasion, les solutions de traitement et les aides de l'agence pour les mettre en œuvre.

Collection « Professionnels, adoptez une attitude pro-environnementale » :

- . Imprimerie
- . Déconstruction automobile
- . Traitement de surface
- . Récupération des métaux
- . Automobile

Ces plaquettes sont destinées à encourager les efforts des professionnels de ces activités pour une meilleure maîtrise de leurs rejets polluants, notamment toxiques. Les solutions de prévention et de traitement sont présentées ainsi que les aides de l'agence pour les mettre en œuvre.

L'ensemble de ces plaquettes sont disponibles à l'Agence de l'eau Seine-Normandie, Direction des actions industrielles, 51 rue Salvador Allende 92027 Nanterre Cedex (tél : 01 41 20 16 00) et peuvent être consultées ou imprimées sur le site internet de l'Agence.

## BIBLIOGRAPHIE

AFSSA, AFSSPS, 2003, *Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de la population française à l'aluminium, eau, aliments, produits de santé*, 192 p.

AFSSA, 2006, *Evaluation des risques sanitaires liés au dépassement de la limite de qualité du trichloroéthylène dans les eaux destinées à la consommation humaine*,

Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 2007, *Analyse des résidus de substances pharmaceutiques dans le bassin Loire-Bretagne*, note AELB, 2 p.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2002, *Guide technique n°7 - Pollution toxique et écotoxicologie : notions de base*.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 1997, *Le point sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques*, 63 p.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, DIREN Ile-de-France, Préfecture de la région Ile-de-France, 2004, *Etat des lieux, Bassin Seine et cours d'eau côtiers normands*.

Agence de l'Eau Seine-Normandie DAI, 2004, *Bilan des flux, sources et voies de transfert aux eaux de surface du bassin Seine-Normandie des 4 métaux prioritaires (Cd, Hg, Pb, Ni)*.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2005, *L'évolution de la qualité des milieux aquatiques du bassin Seine-Normandie à l'horizon 2015*. Le scénario tendanciel de la directive cadre sur l'eau pour le bassin Seine-Normandie, 17 p.

Agence de l'Eau Seine-Normandie/DEPEE/DLM/eau et santé, 2004 à 2006, *Contamination des produits de la mer. Résultats des suivis littoral Cotentin Baie de Seine*, 18 p.

Agence de l'Eau Seine-Normandie et DRASS 14, 2007, *Premiers résultats concernant les perturbateurs endocriniens dans les eaux souterraines du bassin*.

Agence de l'Eau Seine-Normandie, Réseau National de Bassin, données concernant les micropolluants.

- Agence de l'Eau Seine-Normandie, « *Jardiniers amateurs : préservons ce que l'on a de plus précieux* », dépliant.
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, « *Pluies en ville : débordements, pollutions ... des solutions existent* », dépliant.
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, « *Préservez nos ressources en eau, désherbez sans herbicides* », dépliant.
- ANONYME, 2004, *Brominated Flame Retardants (BFRs) : Hasard/Risk Information Sheets*, 8 p.
- AQUASCOP, 2005, *Guide méthodologique des espaces lagunaires (aspects métaux et micropolluants)*, Rapport à l'IARE.
- BAILLET V., 2006, *Vers une détermination du bruit de fond géochimique dans le bassin Seine-Normandie*, rapport de stage univ. J. Fourier, 46 p.
- BONNET C., 2000, *Développement de bioessais sur sédiments et applications à l'étude en laboratoire de la toxicité des sédiments dulçaquicoles contaminés*, thèse univ. Metz.
- BOUST D., FISCHER J.C., OUDDANE B., PETIT F., WARTEL M., 1999, *Fer et Manganèse : réactivités et recyclages*. Programme Seine-Aval, fascicule n°9, Editions Ifremer, Plouzané (France), ISBN 2-84433-028-2, 39 p.
- BRGM, 1995-1997, *Tableau de correspondance activités/émission de polluants métalliques organiques et minéraux*, d'après les « guides BRGM », 35 p.
- BRGM, 2006, *Composés perturbateurs endocriniens et autres molécules organiques émergentes dans les eaux souterraines : état des lieux*, rapport final, 179 p.
- CHIFFOLEAU 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°11, 24 p. Editions Ifremer, Plouzané (France), ISBN 2-84433-028-2, 39 p.
- Commission Européenne, 2003, brochure technique. « *Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement* », 50 p.
- Confluence, Magazine de l'AESN, 2006, *Les substances toxiques*, n°42 décembre 2006.
- Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'atlantique du nord-est, 2006, *Liste OSPAR de produits chimiques devant faire l'objet de mesures prioritaires*, Numéro de référence : 2004-12.
- COSSA D. et FICHT A., 1999, *La dynamique du mercure*. Programme Seine-Aval, fascicule n°11, 24 p. Editions Ifremer, Plouzané (France), ISBN 2-84433-031-2, 39 p.
- DARGNAT C., BLANCHARD M., TEIL M.J., 2005, *Sources, transfert et devenir des phtalates sur le bassin versant de la Seine*, Rapport UMR Sisyphe à l'AESN, 43 p.
- DIREN Ile de France, 2005, *Infotoxiques n°1*, 26 p.
- DIREN Ile de France, 2006, *Infophyto n°5*, 26 p.
- DOLLARD M.A., BILLARD P., FASS S., 2003, *Développement de biocapteurs pour la détection de plomb et d'arsenic dans l'eau*, rapport université de Metz-Nancy.
- DRIRE Picardie, 2000, *Les micropolluants de l'eau*.
- DUCHEMIN J., 2003, *Le plomb dans l'eau*, communication Honfleur juin 2003, diaporama.
- DUCHEMIN J., 2006, *Exposition humaine aux produits phytosanitaires, part de l'eau d'alimentation*, note AESN.
- DUFRESNE L., 2004, *Evaluation du flux de métaux lourds vers les eaux superficielles du bassin Seine-Normandie*, rapport à l'AESN.
- EFFEMER, 2005, *Risques sanitaires et écologiques des résidus de médicaments dans les eaux*, conférence des 16 et 17 juin 2005, programme PNETOX ENIMED.
- Environnement Canada, 2004, fiche d'information PBDE.
- ENVIRONNEMENT RISQUES ET SANTE (ERS), 2006, *Risques écologiques et sanitaires des résidus de médicaments dans les eaux*, Vol 5, n°4.
- GIP Seine Aval, 2003, *Bilan des apports en HAP dans l'estuaire de la Seine*, rapport GIP Seine Aval 3p.
- GIP Seine aval, 2007, *La contamination chimique : Quel risque en estuaire de Seine ?* 106 p.

- GONZALEZ J.L., CHIFFOLEAU J.F., MIRAMAND P., THOUVENIN B. et GUYOT T., 1999, *Le cadmium : comportement d'un contaminant métallique en estuaire*. Programme Seine-Aval, fascicule n° 10, 31 p. Editions Ifremer, Plouzané (France), ISBN 2-84433-027-4.
- IDE Environnement – Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 2000, *Déchets toxiques produits en petite quantité*, cahier technique n°79.
- IFREMER, 2004, *Les contaminants organiques dans les organismes, journée AESN « Micropolluants »* Honfleur, 6 p.
- IFREMER, 2004, *Etude rétrospective de la contamination chimique*, Département Biogéochimie et Ecotoxicologie Laboratoire des Contaminants Organiques.
- IFREMER, 2005, *Données du RNO*.
- INRS, 2002, *Fiches toxicologiques*.
- INRS, 2005, *Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques*, note documentaire 2098, 23 p.
- INERIS, 2001, *Catalogue des concentrations prévisibles sans effets sur l'environnement aquatique*.
- INERIS, 2003 à 2006, *Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques*.
- INERIS, 2006, *Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires en France au 1er mars 2006*, Rapport d'étude n° INERIS-DRC-06-75999/DESP-R2a, 43 p.
- INERIS, 2007, *Action nationale de recherche et de réduction des rejets des substances dangereuses RSDE*.
- LABADIE P., 2004, *Détermination des stéroïdes hormonaux dans l'environnement : développements analytiques et applications*, thèse Université Bordeaux I, 271 p.
- LACHAMBRE M., FISSON C., 2006, *La contamination chimique : quel risque en estuaire de Seine ?* publication Groupe d'Intérêt Public Seine-Aval, 63 p.
- LAW R., ALLCHIN C., BOER de J., COVACI A., HERZKE D., LEPOM P., MORRIS S., TRONCZYNSKI J., WIT de C., 2006, *Levels and trends of brominated flame retardants in the European environment*, *Chemosphere* 64 : 187-208.
- LE GRANDAIS A., 2005, *Les substances prioritaires dans l'hydrosystème Oise*, rapport de stage AESN, 27 p.
- NARCY J.B., 1996, *Le point sur les triazines*, rapport AESN, 80 p. env.
- PAURICHE A., 2006, *Recherche de relations entre secteurs d'activité industrielle et rejets de micropolluants, à la contribution du réseau de contrôle opérationnel du bassin*, rapport de stage univ Paris VII et AESN, 48 p.
- PIREN Seine, 2005, *rapports*.
- RAMADE F., 1992, *Précis d'écotoxicologie*, Ed. Masson.
- RAMADE F., 2007, *Introduction à l'écotoxicologie*, Ed. TEC & DOC, 618 p.
- RIOU C., DUCHEMIN J., 2006, *Impacts des micropolluants sur la santé humaine*, communication Journée technique « polluants émergents », diaporama, 35 p.
- Royal Haskoning, 2002, *WFD, Sources and measures for priority substances*.
- S.N.S., cellule antipollution de la Seine, 2005, *Bilan et évolution des micropolluants dans l'estuaire de la Seine*.
- THEVENOT et al., 2007, *Critical budget of metal sources and pathways in the Seine river bassin (1994-2003) for Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb and Zn*, Sciences of the Total Environment.
- TISSIER C., MORVAN C., BOCQUENE G., GROSSEL H., JAMES A., MARCHAND M., 2005, *Les substances prioritaires de la DCE*, fiches de synthèse, rapport IFREMER, 92 p.
- TRONCZYNSKI J., MUNSCHY C., MOISAN C., VINVENT F., THOUVENIN B., FICHET A., 1999, *Les contaminants organiques qui laissent des traces : sources, transport et devenir*. Programme Seine-Aval, fascicule n° 12, 39p Editions Ifremer, Plouzané (France), ISBN2-84433-029-0.
- Université Paris-Sud Pharmacie, 2001, *Etude de la pollution par des micropolluants à effets modulateurs endocriniens dans les eaux de la région parisienne*, rapport à AESN, CIRSEE, SAGEP, SEDIF.

## GLOSSAIRE

**Adsorption** : Phénomène physico-chimique par lequel une espèce chimique peut s'accumuler à la surface d'un solide à son interface avec l'eau.

**Aliphatique** : Hydrocarbure constitué d'une chaîne carbonée dépourvue d'hétéroatome (comme l'oxygène, l'azote ou encore le soufre) et de cycle(s) "aromatique(s)" (voir plus bas).

**Antagonisme** : Neutralisation mutuelle de deux toxiques d'effets inverse, chacun agissant en sens opposé sur les organes-cibles, ou atténuation des effets de la toxicité de chacun d'entre eux.

**Aromatique** : Un hydrocarbure aromatique présente un système cyclique respectant notamment la règle d'aromaticité de Hückel (concernant la structure de la molécule). Le plus souvent, les cycles sont du type du benzène (6 carbones formant un hexagone avec six électrons délocalisés sur le cycle).

**Bioaccumulation** : Phénomène par lequel des êtres vivants absorbent des substances naturellement présentes dans leur biotope ou des polluants et les accumulent dans leur organisme à des concentrations supérieures à celles du milieu naturel, directement à partir de l'eau (bioconcentration) ou indirectement à partir de leur nourriture (bioamplification).

**Bioampliation ou bioamplification (biomagnification)** : Forme particulière de bioaccumulation de substances résultant de l'ingestion d'organismes contaminés par les animaux prédateurs, avec augmentation des concentrations le long de la chaîne trophique.

**Biocapteur** : Élément biologique (enzyme, anticorps, acide nucléique, cellule, tissu ou organisme vivant) produisant un signal mesurable en réponse à son exposition à un polluant toxique. Il peut être étudié expérimentalement en suivant la concentration dans l'organisme au cours du temps pendant l'exposition au contaminant.

**Biocide** : éléments ou composés chimiques présentant une toxicité significative pour une vaste gamme d'êtres vivants dont on souhaite se protéger, (on parle de "pesticides" pour les biocides utilisés en protection des cultures). La Directive 98/8/CE en définit ainsi 4 grands groupes : désinfectants, produits de protection, produits antiparasitaires, autres biocides.

**Bioconcentration** : Phénomène par lequel l'organisme aquatique accumule une substance à une concentration supérieure à celle mesurée dans l'eau, exprimé par le facteur de bioconcentration (BCF). Il peut être étudié expérimentalement en suivant la concentration dans l'organisme au cours du temps pendant l'exposition au contaminant.

**Biodégradable** : Dont la dégradation peut s'effectuer par l'intervention d'organismes vivants aboutissant en général à une minéralisation.

**Biodisponibilité** : Présence dans l'environnement sous une forme susceptible d'interagir avec le vivant.

**Bioessais** : Tests biologiques ou biotests effectués en laboratoire. Ils ont pour objet de déterminer à l'aide d'expérimentations sur divers types d'êtres vivants la toxicité de substances chimiques (d'après F. RAMADE).

**Bioindicateur** : Individu, espèce, ou population dont la présence, le comportement et l'abondance peuvent permettre de caractériser la qualité du milieu naturel.

**Biomagnification** : terme anglo-saxon synonyme de bioampliation.

**Biomarqueur** : Changement structurel ou fonctionnel caractérisant la réaction d'un organisme exposé à un polluant et précédant ses effets pathologiques ou létaux, par exemple : modification de comportement, altérations physiologiques, processus biochimique comme la mobilisation d'un système de défense basé sur la sécrétion d'enzymes comme le cytochrome P450, chargés d'éliminer le toxique avant qu'il ne se concentre dans l'organisme.

**Biotransformation** : Diminution de la concentration d'une substance dans les organismes supérieurs de la chaîne trophique, du fait de la biodégradation.

**"Bon état"** : Objectif fixé par la "Directive Cadre eau" 2000/60/CE à atteindre pour les milieux aquatiques avant 2015. Il correspond à la fois à un bon état chimique et écologique. Sont précisés les niveaux de satisfaction à atteindre pour différents types de paramètres (nutriments, polluants synthétiques, phytoplancton, ichtyofaune...), en comparaison à des "états de référence" définis à partir de sites naturels peu pollués.

**Bryophytes** : Mousses aquatiques. Du fait de leur pouvoir bioaccumulateur de certaines substances (métaux, iode), elles sont utilisées pour connaître la pollution qui a transité dans le milieu durant les mois précédents. Des systèmes de capteurs passifs comme les membranes semi-perméables peuvent être utilisés aux mêmes fins au fil de l'eau.

**Cancérogène** : qui est susceptible de provoquer le cancer. On distingue les "initiateurs" (induisant des cellules cancéreuses), des "promoteurs" (qui accélèrent leur développement).

**Carence** : Insuffisance ou absence dans l'alimentation de certains facteurs indispensables à la nutrition des tissus.

**CAS (numéro) Chemical Abstracts Service** : Chaque nouvelle substance mise sur le marché est affectée d'un numéro "CAS Registry Number" par le CAS, division de l'« American Chemical Society ». C'est un numéro unique par substance, sans signification chimique. Il est formé de 9 chiffres en 3 parties (exemple : 25154-52-3 pour le nonylphénol).

**CE 50** : Concentration efficace d'un polluant de l'air ou de l'eau, causant un effet toxique donné chez 50% des individus exposés, après un temps d'exposition normalisé, par exemple 24 heures.

**CI 50** : Concentration d'inhibition d'un polluant de l'air ou de l'eau qui, après un temps donné d'action, par exemple 24 heures, provoque une inhibition d'activité (motrice ou autre) chez 50% des individus faisant l'objet du bioessai.

**CL 50** : Concentration létale d'un polluant toxique de l'air ou de l'eau provoquant 50% de mortalité dans une population exposée.

**Demi-vie** : Temps mis par une grandeur suivant une loi exponentielle décroissante pour arriver à la moitié de sa valeur initiale. Pour une substance dans l'environnement, c'est le temps de dégradation de la moitié de la concentration initiale ; dans un organisme vivant, c'est le temps d'élimination (excrétion + dégradation) de la moitié de la quantité d'une substance absorbée).

**DL 50** : Dose d'un toxique causant 50% de mortalité dans une population exposée au bout d'un temps donné. Mesure de la toxicité aiguë évaluée après un temps d'exposition de 24h à 96h selon l'espèce considérée.

**DTQD** : Déchets toxiques en quantité dispersée (exemple : produits de bricolage, fonds de bidons de peintures ou pesticides...).

**Ecotoxicologie** : Science qui étudie les effets toxiques sur les communautés d'organismes vivants, les voies de transfert et les interactions avec l'environnement des agents polluants d'origine anthropique.

**Effet « cocktail »** : Effets biologiques d'un mélange de substances, qui peuvent être additifs, voire multiplicatifs (cf "synergie"), ou au contraire antagonistes (cf p27).

**Fond géochimique** : Composition chimique naturelle d'une eau due à la nature des formations pédologiques et géologiques de son bassin versant, et de sa roche magasin dans le cas d'une nappe souterraine.

**Génotoxique** : Qui provoque l'apparition de lésions dans l'ADN pouvant éventuellement conduire à des mutations génétiques.

**Hydrophile** : Qui présente une forte affinité pour l'eau. L'hydrophilie est une propriété des ions et des molécules polaires ou de celles susceptibles de former des ponts hydrogènes avec les molécules d'eau. En conséquence, les espèces hydrophiles se dissolvent facilement dans l'eau.

**Hydrophobe** : Qui présente peu d'affinité pour l'eau. L'hydrophobie est une propriété des molécules apolaires tels les hydrocarbures ou les lipides. Ces molécules sont très peu solubles dans l'eau et souvent solubles dans les graisses.

**ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement)** : Etablissement industriel concerné par la loi 76-663 « installations classées » du 19/07/76.

**Koc** : Coefficient de partage carbone organique/eau ; donne une indication de la capacité de la molécule à être adsorbée sur la matière organique et les sédiments, plutôt que dans l'eau d'un milieu aquatique donné (mesure directe par contact eau/sédiment, ou dérivation par modèle à partir du Kow. Dépend de la teneur en matières organiques du sédiment).

**Kow** : Coefficient de partage n-octanol-eau pour un composé organique. Il correspond au rapport de concentration d'un composé organique dissous à saturation dans le n-octanol et dans l'eau. Bon indicateur d'hydrophilie (log Kow <3)/lipophilie (log Kow >5) d'une substance.

**Lipophile** : Désigne toute substance présentant une affinité pour les lipides (graisses) et facilement soluble dans ces derniers.

**Matières en suspension (MES)** : Ensemble des particules minérales et organiques véhiculées par une eau.

**Métabolite** : molécule issue de la transformation d'une molécule sous l'effet des composantes du milieu naturel (au sens strict suite à biodégradation, mais souvent étendu à tous les sous-produits de dégradation).

**Métalloïde** : Élément chimique semi-métallique, dont les propriétés physiques et chimiques sont intermédiaires entre celles d'un métal et celles d'un minéral non-métallique.

**Métaux « lourds »** : Métaux plus ou moins toxiques de forte masse atomique : plomb, mercure, zinc, cadmium, nickel, chrome, cuivre, argent...

**Micropolluants** : Substances chimiques normalement présentes en très faible quantité, voire inexistantes naturellement dans l'eau. On distingue les micropolluants minéraux (métaux et métalloïdes) des micropolluants organiques (hydrocarbures, phénols, solvants chlorés ou pesticides, par exemple).

**NOEC** : "No Observe Effect Concentration". Concentration mesurée suite à des essais de toxicité chronique et en-dessous de laquelle aucun effet n'est observé, même après exposition de longue durée.

**Oligoélément** : Élément minéral indispensable aux êtres vivants en très faible quantité (moins de  $10^{-2}$  mg/g) ; la carence est mortelle ; certains métaux sont des oligo-éléments.

**P.E.C.** : Concentration prévue d'une substance en un point donné de l'environnement aquatique, en fonction du flux émis et de la dilution prévisible dans la masse d'eau.

**Persistance** : Durée de présence d'une substance dans un compartiment de l'environnement sans dégradation. On peut la quantifier via la demi-vie T50 : temps au bout duquel 50% de la concentration initiale a disparu par dégradation, biotique ou abiotique.

**Perturbateur endocrinien** : Se dit d'un composé altérant le fonctionnement des glandes endocrines, organes qui sécrètent des hormones ; celles-ci exercent leur action spécifique sur des organes ou des cellules-cible distants ; ces « messagers chimiques » régulent de nombreuses fonctions de l'organisme (croissance, développement, métabolisme, glycémie, circulation sanguine, reproduction, immunité...).

**Pesticides** : Ce terme regroupe les herbicides, les insecticides, les fongicides... Ce sont des substances chimiques biocides utilisées pour la protection des cultures contre les micro-organismes, les insectes ravageurs, ou les plantes adventices concurrentes.

**PNEC** : Predictive No Effect Concentration. Concentration sans effet prévisible sur l'environnement. Concentration estimée à partir de tests de laboratoire et qui détermine un seuil au-dessus duquel la substance a un effet sur l'environnement. Le ratio PEC/PNEC exprime le risque, combinaison du danger et de l'exposition d'une cible à ce danger en un point donné du milieu aquatique. Si PEC/PNEC < 1, le risque est faible.

**Pollution diffuse** : Pollution non identifiée géographiquement dont les sources sont nombreuses, difficilement identifiables et non localisables ; par exemple la pollution par lessivage de produits agricoles épandus sur les sols, suite à des pluies, ou celle liée à l'assainissement domestique individuel.

**Pollution dispersée** : pollution dont les sources sont nombreuses, mais identifiables et localisables ; par exemple les DTQD.

**Pollution ponctuelle** : pollution identifiée géographiquement qui a une source unique, identifiable et localisable ; par exemple le rejet d'une station d'épuration, d'une usine, d'un bâtiment d'élevage.

**Polychlorés biphényles ou PCB** : terme global désignant les biphényles chlorés, en majorité non coplanaires, mais avec une petite fraction de PCB planaires d'effets similaires aux dioxines (PCB-DL).

**REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals)** : texte réglementaire (2007) concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des produits chimiques, visant à les identifier et à éliminer progressivement les produits les plus dangereux.

**Rémanence** : temps pendant lequel une substance garde un effet visible dans le milieu (par exemple, rémanence de l'effet désherbant d'un herbicide dans un sol).

**Reprotoxique** : qui est susceptible de provoquer un effet sur les organes reproducteurs, le système hormonal correspondant, la conception ou le développement de l'enfant.

**SANDRE (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau)** : élabore le langage commun des données sur l'eau. A ce titre, il est chargé au sein du Système d'Information sur l'Eau (SIE) d'établir la normalisation des données afin de rendre compatible et homogène la définition et l'échange des données entre les producteurs, les utilisateurs et les banques de données.

**Sédiments** : Particules solides qui se déposent au fond des cours d'eau dont le courant est faible. Ils sont utilisés pour connaître la pollution historique. Ils stockent des substances chimiques.

**Synergie** : Phénomène par lequel les effets de 2 substances appliquées simultanément sont supérieurs à la somme de leurs effets individuels.

**Systémique** : Se dit d'une substance capable de migrer dans les plantes avec la sève, à partir du sol et des racines.

# Pyramide trophique aquatique



Pêcheur

Illustration des niveaux trophiques où pourront circuler, en se bioaccumulant, et se bioconcentrant des producteurs primaires aux prédateurs, certains toxiques persistants.

(Niveaux utilisés pour le descriptif de l'« état écologique des eaux », annexe V de la DCE)

Prédateurs



Poissons



Faune benthique  
(invertébrés)



Macrophytes  
(algues et plantes)



Phytoplancton

N Hg T° Cd

C P PCB O<sub>2</sub>

Conditions physico-chimiques

Nutriments et contaminants



HYDROLOGIE

MORPHOLOGIE

CONTINUITÉ

CLIMAT Jean Duchemin



Mammifères aquatiques



Oiseaux aquatiques

## SIGLES ET ABRÉVIATIONS

**AEP** : Alimentation en Eau Potable

**AFSSA** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

**AFSSAPS** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé.

**AESN** : Agence de l'Eau Seine-Normandie.

**AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché

**ATSDR** : Agency for Toxic Substances and Diseases Registry.

**BCF** : Bioconcentration Factor ; facteur de bioconcentration.

**CAS** (n°) : Chemical Abstracts Service.

**CL50** : Concentration Létale sur 50% du peuplement.

**CMA** : Concentration Maximale Admissible.

**CQEL** : Cellule Qualité des Eaux Littorales.

**CMR** : Cancérogène, Mutagène et/ou Reprotoxique

**DDASS** : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales.

**DCE** : Directive Cadre sur l'Eau.

**DDCCRF** : Direction Départementale de la Concurrence, Consommation et Répression des Fraudes.

**DIREN** : Direction Régionale de l'Environnement

**DJA** : Dose journalière admissible.

**DJT** : Dose journalière tolérable.

**DL 50** : Dose Létale sur 50% du peuplement.

**DRIRE** : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

**DSV** : Direction (départementale) des Services Vétérinaires.

**DTQD** : Déchets Toxiques en Quantités Dispersées.

**ECVAM** : European Centre for Validation of Alternative Methods (Toxicology)

**EINECSIS** : European Inventory of Existing commerciale Chemical Substances Information System.

**EROD** : Ethoxy Résorufine -O-Dééthylase.

**HAP** : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique.

**ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.

**IFREMER** : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER

**INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques.

**INRS** : Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents

**IOBS** : Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments.

**InVS** : Institut national de Veille Sanitaire.

**JEFCA** : Joint FAO/OMS Expert Committee on Food Additives.

**MES** : Matières en suspension.

**MTBE** : Méthyl-tert-butyl éther.

**NQ** : Norme de Qualité.

**NQE** : Norme de Qualité Environnementale.

**NQE<sub>p</sub>** : Norme de Qualité Environnementale provisoire.

**NQE-MA** : Norme de Qualité Environnementale exprimée en valeur Moyenne Annuelle.

**NQE-CMA** : Norme de Qualité Environnementale exprimée en Concentration Maximale Admissible.

**NOEC (No Observed Effect Concentration)** : Concentration sans effet observé.

**ORP** : Observatoire des Résidus de Pesticides.

**OSPAR** : Convention marine « Oslo-Paris », concernant le Nord Atlantique, la Manche et la Mer du Nord.

**PBDE** : Polybromodiphényléthers.

**PCB** : Polychlorobiphényles.

**PCDD – PCDF** : Dioxines et furanes.

**PEC (Predicted Environmental Concentration)** : concentration prévue dans l'environnement.

**PNEC (Predicted No-Effect Concentration)** : concentration prévue sans effet sur un écosystème aquatique.

**PS** : Poids Sec.

**QSAR** : Quantitative Structure/Activity Relation

**REACH** : Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals.

**REPOM** : REseau national de surveillance de la qualité de l'eau et des sédiments des POrts Maritimes.

**SANDRE** : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau.

**SEQ** : Système d'Evaluation de la Qualité (des milieux naturels aquatiques).

**SEQ eau** : Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau (des cours d'eau).

**SNS** : Service de Navigation de la Seine.

## RECAPITULATIF DES PRINCIPAUX TEXTES REGLEMENTAIRES

Thème	Référence du texte	Objet
Utilisation des substances dangereuses	Directive 67/548/CEE	Substances dangereuses
	Directive 76/464/CE	Substances dangereuses
	Directive 19 99/45/CE	Classification emballage Etiquetage
	Directive 76/769	Restriction de mise sur le marché
	Arrêté 21 février 1990	Limites de concentrations
	Directive 91/414/CE	Evaluation sécurité pesticides
	Décret n°94-359	Contrôle des produits phytopharmaceutiques
	Arrêté 20 avril 1994	Etiquetage « CMR »
	Avis au J.O. du 18 août 2002	Substances actives dont l'AMM est retirée
	Décret n°2003-1254	Prévention risque chimique
	Règlement n°1907/2006 REACH	Contrôle de 30 000 substances
Rejets polluants	Directive 76/464/CE	Pollution par les substances dangereuses
	Directive 83/513/CEE	Limites et objectifs de qualité des rejets
	Circulaire 90/55	Réduction des rejets
	Arrêté 2 février 1998	Prélèvement et consommation d'eau, rejets de toute nature par les ICPE
	Arrêté 3 juin 1998	Epanchage de boues (de stations d'épuration) sur les sols agricoles
	Circulaire 4 février 2002	Action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses par les ICPE
	Décret n°53-578 modifié par mise à jour MEDD 2002	Nomenclature ICPE
	Arrêté 30 juin 2005	Valeurs limites d'émission (VLE) d'une centaine de substances
	Décret 2005/378 du 20 avril 2005	Plan national d'action substances dangereuses
	Arrêté 9 août 2006	Qualité des sédiments
Déchets toxiques et dangereux	Directive 91/689/CEE	Elimination des déchets dangereux
	Directive 94/31/CE	
	Règlement n°166/2006	

Usages de l'eau	Directive 98/83/CE Décret n° 2001-1220	Eau de boisson
	Arrêté 17 septembre 2003	Méthodes d'analyse des échantillons d'eau et performances
	Directive 79/923/CEE abrogée en 2013 Directive 2006/60/CE Directive 2006/7/CE	Eaux conchylicoles
	Directive 76/160/CEE Directive 2006/7/CE	Baignade en mer et eau douce
Denrées alimentaires	Règlement CE 1881/2006 abrogée en 2013 par 2000/60/CE Directives 466/2001/CE 2002/32/CE 2002/221/CE	Teneurs maximales de micropolluants  Teneurs maximales dans les produits de la pêche
	Directive 2002/32/CE	Teneurs maximales en pesticides
Qualité de l'eau et des milieux aquatiques	Loi du 3 janvier 1992 dite « sur l'eau » Décret n°93-742 Décret n°93-743 Décret n°2006-881	(Code de l'environnement) Dossier d'incidence Procédure Nomenclature Modifications
	Circulaire 7 mars 1997	Création du REPOM
	Directive 2000/60/CE dite DCE	Politique communautaire de l'eau
	Circulaire 2005/12 du 28 juillet 2005	Bon état des masses d'eau
	Circulaire du 7 mai 2007	Proposition de NQEp
	Décret n°2005-378  Arrêté 20 avril 2005 Arrêté 30 juin 2005 Arrêté 21 mars 2007	Programme national d'action contre les substances dangereuses Liste des substances suivies Objectifs de réduction de 18 substances Suivi de 86 autres substances
	Directive 2006/11/CEE	Substances prioritaires dangereuses
	COM(2006) 397 Proposition Directive COM(2006) 398 modifiant la Directive 2000/60/CE	Norme de qualité des eaux superficielles Norme de qualité environnementale dans le domaine de l'eau

## SIGNIFICATION DES CODES DE « CLASSIFICATION ENVIRONNEMENTALE » (RISQUES ET CONSEILS DE PRUDENCE)

### Liste des phrases de risque (Phrases R)

- R1 Explosif à l'état sec
- R2 Risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition
- R3 Grand risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition
- R4 Forme des composés métalliques explosifs très sensibles
- R5 Danger d'explosion sous l'action de la chaleur
- R6 Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air
- R7 Peut provoquer un incendie
- R8 Favorise l'inflammation des matières combustibles
- R9 Peut exploser en mélange avec des matières combustibles
- R10 Inflammable
- R11 Facilement inflammable
- R12 Extrêmement inflammable
- R14 Réagit violemment au contact de l'eau
- R15 Au contact de l'eau, dégage des gaz extrêmement inflammables
- R16 Peut exploser en mélange avec des substances comburantes
- R17 Spontanément inflammable à l'air
- R18 Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
- R19 Peut former des peroxydes explosifs
- R20 Nocif par inhalation
- R21 Nocif par contact avec la peau
- R22 Nocif en cas d'ingestion
- R23 Toxique par inhalation
- R24 Toxique par contact avec la peau
- R25 Toxique en cas d'ingestion
- R26 Très toxique par inhalation
- R27 Très toxique par contact avec la peau
- R28 Très toxique en cas d'ingestion
- R28 Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques
- R30 Peut devenir facilement inflammable pendant l'utilisation
- R31 Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique
- R32 Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique
- R33 Danger d'effets cumulatifs
- R34 Provoque des brûlures
- R35 Provoque de graves brûlures
- R36 Irritant pour les yeux
- R37 Irritant pour les voies respiratoires
- R38 Irritant pour la peau
- R38 Danger d'effets irréversibles très graves
- R40 Possibilité d'effets irréversibles
- R41 Risques de lésions oculaires graves
- R42 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation
- R43 Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau
- R44 Risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée
- R45 Peut provoquer le cancer
- R46 Peut provoquer des altérations génétiques héréditaires
- R48 Risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée
- R48 Peut provoquer le cancer par inhalation
- R50 Très toxique pour les organismes aquatiques
- R51 Toxique pour les organismes aquatiques
- R52 Nocif pour les organismes aquatiques
- R53 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
- R54 Toxique pour la flore
- R55 Toxique pour la faune
- R56 Toxique pour les organismes du sol
- R57 Toxique pour les abeilles
- R58 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement
- R58 Dangereux pour la couche d'ozone
- R60 Peut altérer la fertilité
- R61 Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
- R62 Risque possible d'altération de la fertilité
- R63 Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
- R64 Risque possible pour les bébés nourris au lait maternel

### Liste des conseils de prudence (Phrases S)

- S1 Conserver sous clé
- S2 Conserver hors de la portée des enfants
- S3 Conserver dans un endroit frais
- S4 Conserver à l'écart de tout local d'habitation
- S5 Conserver sous... (liquide approprié à spécifier par le fabricant)
- S6 Conserver sous... (gaz inerte à spécifier par le fabricant)
- S7 Conserver le récipient bien fermé
- S8 Conserver le récipient à l'abri de l'humidité
- S9 Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé
- S12 Ne pas fermer hermétiquement le récipient
- S13 Conserver à l'écart des aliments et boissons, y compris ceux pour animaux
- S14 Conserver à l'écart des... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant)
- S15 Conserver à l'écart de la chaleur
- S16 Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles Ne pas fumer
- S17 Tenir à l'écart des matières combustibles
- S18 Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence
- S20 Ne pas manger et ne pas boire pendant l'utilisation
- S21 Ne pas fumer pendant l'utilisation
- S22 Ne pas respirer les poussières
- S23 Ne pas respirer les gaz/vapeurs/fumées/aérosols [terme(s) approprié(s) à indiquer par le fabricant]
- S24 Eviter le contact avec la peau
- S25 Eviter le contact avec les yeux
- S26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste
- S27 Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé
- S28 Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec ... (produits appropriés à indiquer par le fabricant)
- S29 Ne pas jeter les résidus à l'égout
- S30 Ne jamais verser de l'eau dans ce produit
- S33 Eviter l'accumulation de charges électrostatiques
- S34 Ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes précautions d'usage
- S36 Porter un vêtement de protection approprié
- S37 Porter des gants appropriés
- S38 En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié
- S39 Porter un appareil de protection des yeux/du visage
- S40 Pour nettoyer le sol ou les objets souillés par ce produit utiliser... (à préciser par le fabricant)
- S41 En cas d'incendie et/ou d'explosion ne pas respirer les fumées
- S42 Pendant les fumigations/pulvérisations porter un appareil respiratoire appropriés [terme(s) approprié(s) à indiquer par le fabricant]
- S43 En cas d'incendie utiliser... (moyens d'extinction à préciser par le fabricant. Si l'eau augmente les risques, ajouter : « ne jamais utiliser d'eau »)
- S45 En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette)
- S46 En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette
- S47 Conserver à une température ne dépassant pas... °C (à préciser par le fabricant)
- S48 Maintenir humide avec (moyen approprié à préciser par le fabricant)
- S49 Conserver uniquement dans le récipient d'origine
- S50 Ne pas mélanger avec... (à spécifier par le fabricant)
- S51 Utiliser seulement dans des zones bien ventilées
- S52 Ne pas utiliser sur de grandes surfaces dans les locaux habités
- S53 Eviter l'exposition – se procurer des instructions spéciales avant utilisation
- S56 Eliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte des déchets dangereux ou spéciaux
- S57 Utiliser un récipient approprié pour éviter toute contamination du milieu ambiant
- S59 Consulter le fabricant/fournisseur pour des informations relatives à la récupération et au recyclage
- S60 Eliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux
- S61 Eviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité
- S62 En cas d'ingestion ne pas faire vomir : consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.

## QUELQUES LISTES DE SUBSTANCES TOXIQUES

- Substances des listes I et II de la Directive 76/464/CEE ("substances dangereuses") et prioritaires de la DCE (Directive- Cadre sur l'Eau - situation 2007)
- Substances "pertinentes" du programme national (défini en 2005)

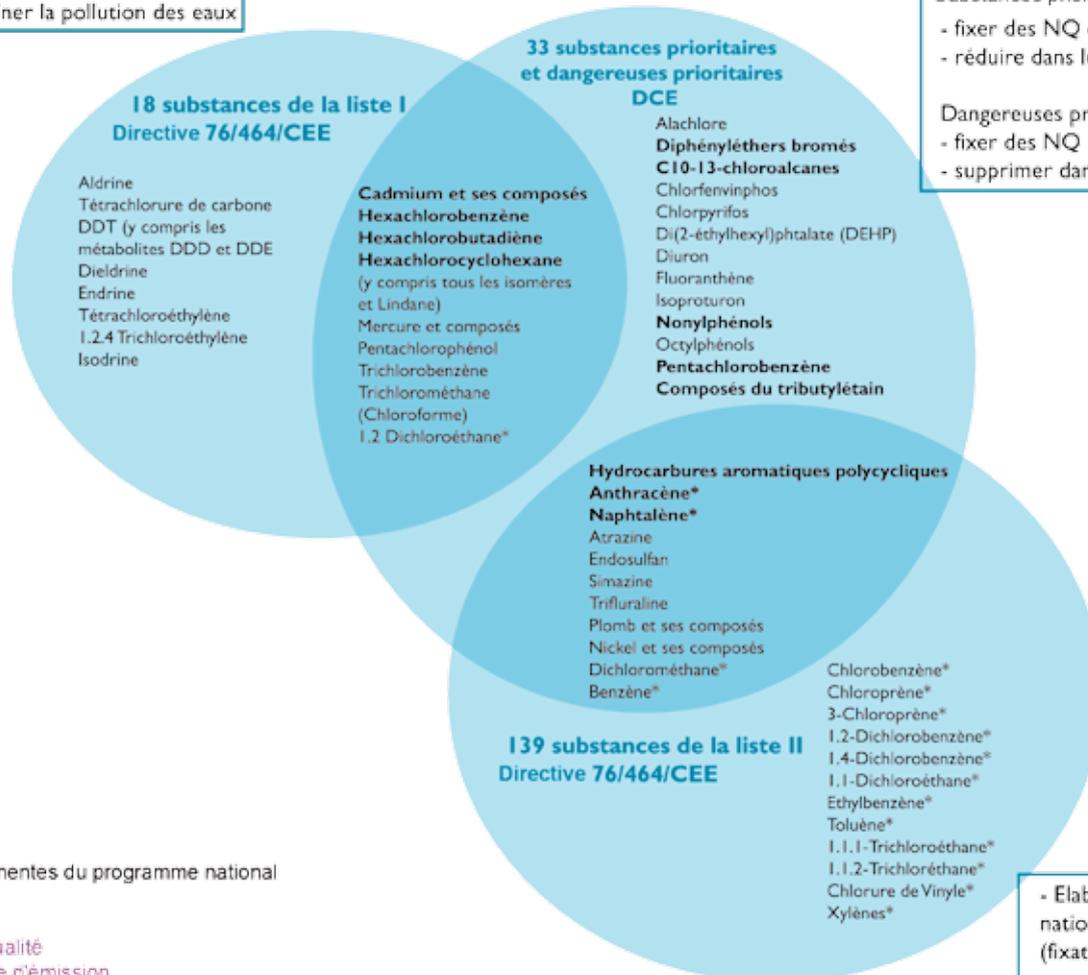
- NQ et VLE fixées par des Directives Européennes  
- Objectifs : éliminer la pollution des eaux

Substances prioritaires

- fixer des NQ et des VLE
- réduire dans les rejets

Dangereuses prioritaires :

- fixer des NQ
- supprimer dans les rejets



\*Substances pertinentes du programme national

Nota bene :

NQ = norme de qualité

VLE = valeur limite d'émission

- Elaborer un programme national de réduction (fixation de NQ, VLE...)

## ADRESSES UTILES

Actions de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans les eaux

<http://rsde.ineris.fr>

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (voir entre autres les avis)

<http://www.afssa.fr>

AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (voir le dossier « Santé et environnement »)

<http://www.afsset.fr>

Agence de l'Eau Seine-Normandie

<http://www.eau-seine-normandie.fr>

AGRITOX, base de données de l'INRA pour les pesticides

<http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>

ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry

<http://www.atsdr.cdc.gov/>

Voir les fichiers Profils toxicologiques de diverses substances

<http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>

DGS : Direction Générale de la Santé <http://www.sante.gouv.fr>

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

<http://www.basse-normandie.ecologie.gouv.fr>

<http://www.haute-normandie.ecologie.gouv.fr>

<http://www.ile-de-france.ecologie.gouv.fr>

...

DRIRE : Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

<http://www.drire.gouv.fr/>

EFSA European Food Safety Authority

<http://www.efsa.europa.eu/>

Environnement Canada

[http://www.ec.gc.ca/substances/index\\_f.html](http://www.ec.gc.ca/substances/index_f.html)

Voir les rapports d'évaluation des risques pour les substances considérées comme prioritaires au Canada

GIP Seine-Aval

<http://www.seine-aval.fr>

INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des Risques

<http://www.ineris.fr>

Site réunissant des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : données de production, d'utilisation, physico-chimiques, de dégradation, et d'écotoxicité.

INRS : institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents

<http://www.inrs.fr>

Site réunissant des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques considérées du point de vue des risques professionnels assortis des précautions à prendre.

Inventaires historiques régionaux des anciens sites industriels, éventuellement pollués

<http://basias.brgm.fr>

MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr>

Ministère chargé de l'Environnement : <http://www.ecologie.gouv.fr>

Ministère chargé de la santé : <http://www.sante.gouv.fr>

PIREN Seine

<http://www.sisyphe.jussieu.fr/internet/piren>

Programmes de surveillance de la qualité des eaux

<http://www.surveillance.eaufrance.fr>

REPOM Réseau de surveillance de la qualité des eaux et des sédiments des ports maritimes







Agence de l'Eau Seine Normandie  
Directions Techniques  
(DDD, DAI, DEMAA, DC)

51, rue Salvador Allende 92027 Nanterre Cedex  
Tél. 01 41 20 16 00 - Fax 01 41 20 16 09

Diffusion AESN-DLM

21, rue de l'Homme-de-Bois 14600 Honfleur  
Tél. 02 31 81 90 00 - Fax 02 31 81 90 09

<http://www.eau-seine-normandie.fr>

