

ADRCE

**Prélèvements et analyses de sédiments
Rivière Essonne**

ANNEE 2005

Rapport d'analyses

Prélèvements du 28 avril 2005

**E 05.012
Juin 2005**

**éco ENVIRONNEMENT
INGENIERIE**

Rue du Général Leclerc B.P. 22 - 76 890 Tôtes
☎ 02 35 32 99 15 - Télécopie 02 35 32 97 93
Adresse électronique : eei-totes@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Les PCB sont des polluants persistants, non dégradables et hautement toxiques. Ils sont présents dans les sédiments des cours d'eau, en particulier dans les zones littorales et les zones de stagnation. Ils sont classés en 210 composés, dont 28 sont considérés comme les plus dangereux. Ils sont donc surveillés de près par les autorités compétentes.

I - CONTEXTE DE L'ÉTUDE ET RAPPELS SUR LES PCB 1

II - MÉTHODOLOGIE 3

 1 - PRÉLÈVEMENTS 3

 2 - ANALYSES 3

III - OUTILS D'INTERPRÉTATION 5

IV - RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION 6

V - CONCLUSIONS 7

ANNEXES

Annexe 1 : Carte de répartition des sites de prélèvement dans le bassin versant de la Seine-Normandie.

Annexe 2 : Fiche de suivi des prélèvements.

Annexe 3 : Fiche de suivi des analyses.

Le présent rapport a été réalisé par le service de l'Environnement de la Direction Départementale de l'Équipement Rural de la Seine-Maritime, en collaboration avec le service de l'Environnement de la Direction Départementale de l'Équipement Rural de l'Yonne.

Les données présentées dans ce rapport sont le résultat de travaux effectués en vertu de la loi n° 76-663 du 30 juillet 1976 relative à l'établissement de la liste des substances dangereuses.



I - CONTEXTE DE L'ETUDE ET RAPPELS SUR LES PCB

En octobre 2003, une importante pollution aux PCBs a touché la rivière essonne au niveau de la ville de Corbeil.

Les PCBs ont deux formes d'usage : les utilisations en milieu fermé (dans les appareils électriques, par exemple) et les utilisations non confinées (en tant que diluants des pesticides et retardants des flammes, par exemple). Ils sont classés en tant que substances probablement cancérogènes pour l'homme et ils ont d'autres effets néfastes tels que le danger pour la reproduction (tératogène).

Du fait de leur importante persistance dans le milieu et de leur forte aptitude à la bioaccumulation, ils font l'objet de restrictions d'usages importantes (utilisations limitées par l'arrêté du 8 juillet 1975). De plus, le décret du 2 février 1987 interdit la mise sur le marché des appareils contenant des PCBs.

A la demande de l'Association Des Rives et du Cœur d'Essonne (ADRCE), des analyses de sédiments ont été effectuées afin d'évaluer la qualité actuelle des sédiments et définir si une pollution est toujours perceptible.

Les sédiments constituent un compartiment particulier du système aquatique par leur capacité de piégeage des éléments polluants transitant dans l'eau. Leur analyse permet de retrouver les traces de pollutions anciennes et d'évaluer les risques de rémanence de cette pollution dans le cas de la remobilisation des sédiments.

Deux sites ont fait l'objet de prélèvements :

- La rivière : le site initialement prévu était localisé au niveau du parking du Relais de poste de la rue d'Angoulême. A ce niveau, la rivière présente une dynamique du type plat courant sans zone possible de sédimentation suffisante pour pouvoir réaliser les prélèvements. En accord avec l'ADRCE, le site a été décalé plus en amont où la morphologie de la rivière présentait des zones de sédimentations privilégiées : en aval de la zone de parcours kayak de Corbeil-Essonne ;
- Le canal au niveau du passage Pommereau : milieu plus lentique favorable à la sédimentation.

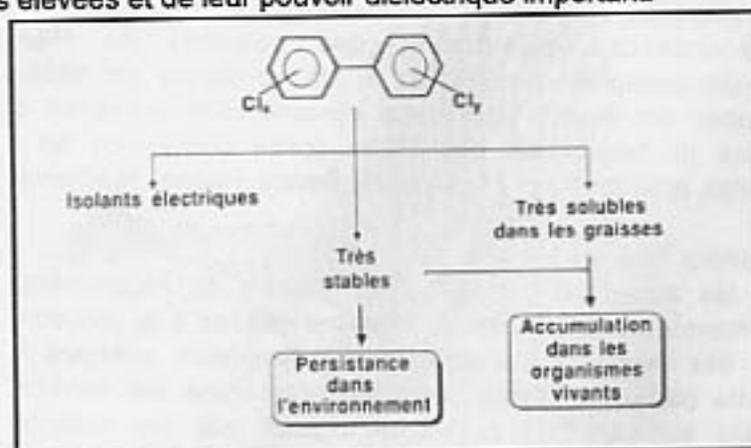
Les prélèvements se sont déroulés le **28 avril 2005** à Corbeil-Essonne.

Les stations de prélèvements sont localisées et illustrées page suivante.

Rappels

Les PCBs sont des dérivés de substitution du noyau diphenyle par un nombre variable d'atomes de chlore (figure 1). Théoriquement, plus de 200 molécules différentes peuvent être synthétisées, mais les mélanges commerciaux (pyralène en France) n'en contiennent pas plus d'une centaine. A partir des années 30, les PCBs ont connu une large diffusion compte tenu de leur faible coût, de leur haute stabilité vis-à-vis des agents chimiques, de leur résistance aux températures élevées et de leur pouvoir diélectrique important.

Figure 1



La large utilisation de ces composés et leur grande persistance expliquent pourquoi au milieu des années 60, les PCBs ont été retrouvés dans l'ensemble des écosystèmes, ce qui a entraîné l'interdiction de leur utilisation dans des systèmes "ouverts" (peintures, matériaux plastiques, etc.). Depuis une quinzaine d'années, les PCBs ne sont plus présents que dans des systèmes fermés (transformateurs électriques) permettant d'organiser leur récupération. Les PCBs ne sont pas seulement persistants, ils sont également extrêmement lipophiles. Cela explique leur comportement dans le milieu naturel : **ils s'accumulent dans la fraction lipidique des organismes vivants et se concentrent le long des chaînes alimentaires.** L'élimination des PCBs est très lente, le temps de 1/2 vie est de l'ordre de plusieurs mois chez les poissons et une expérience récente a démontré qu'elle était proche de 1 an chez l'homme. Il faut néanmoins préciser que des variations importantes existent entre les différents homologues de PCBs; les PCBs les plus chlorés étant en général plus lentement éliminés que les PCBs faiblement chlorés (*Polychlorinated biphenyls : mammalian and environmental toxicology* (1987). *Environmental toxin series 1*, S.Safe and O. Hutzinger Edts, Springer Verlag Pubs, 152 p).

Etat actuel

La faune sauvage est encore largement imprégnée par une contamination dont les sources ont pourtant officiellement été coupées il y a presque 20 ans. On estime qu'environ 1200 millions de tonnes de PCBs ont été produites dans le monde et qu'environ 400 millions de tonnes se trouvent dispersées dans l'environnement. **Le milieu aquatique, par son rôle de réceptacle, est un compartiment privilégié d'accumulation des PCBs** (environ le moitié des PCBs présents dans l'environnement) comme il a été constaté en étudiant la contamination des différents niveaux trophiques du Léman (*Monod D G. and Keck G. (1982). PCB in lake Geneva (lake Léman) fish. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 29 570 576 / Devaux A. and Monod G. (1987). PCB and p,p'DDE in lake Geneva brown trout (Salmo trutta L.), and their use as bioenergetic indicators. Environ. Monit. Assess. 9 105-114.*

À l'heure actuelle les niveaux de contamination semblent se stabiliser, voire même décroître dans certains milieux (grands lacs américains). **Les PCBs sont néanmoins perpétuellement remobilisés à partir des sédiments et les sources de pollution diffuses existent bel et bien** : les PCBs sont détectables dans la plupart des réseaux d'eaux usées (*Monod G. (1984). Apport de PCB dans le Léman par les eaux usées collectées sur la rive française de ce lac. Étude au niveau de la station d'épuration de Thonon. Rev. Fr. Sci. Eau 3 183-196.* De plus, des pollutions "accidentelles" peuvent survenir.

La contamination de la population humaine semble dépendre principalement de la consommation des produits de la pêche, comme l'ont montré différentes études réalisées récemment aux Etats-Unis sur les populations riveraines des grands lacs (*Fiore B.J., Anderson H.A., Hanrahan M.D.L.P., Olson M.S.L.J., Sanzogni W.C.(1989). Sport fish consumption and body burden levels of chlorinated hydrocarbons : a study of Wisconsin anglers. Arch. Environ.Health 44 82-88.*

Les difficultés de l'évaluation des risques liés à une pollution chronique du milieu aquatique par les polychlorobiphenyles (PCBs). Un cas sur le haut-Rhône par Monod G., Bouvet Y., Devaux A. Lorgue G.

II - METHODOLOGIE

1 - Prélèvements

Les prélèvements ont été réalisés dans les zones de sédimentation privilégiées à l'aide d'un carottier. Chaque échantillon est constitué à partir de 5 prélèvements distincts répartis au sein de la zone de sédimentation afin d'obtenir un échantillon représentatif du site prospecté. Le transport, la stabilisation et le stockage des échantillons ont été effectués dans un matériel approprié (flacon en polypropylène, verre de différentes qualités, glacière).

2 - Analyses

Conformément au programme d'analyse élaboré, les paramètres suivants ont été analysés :

Paramètres de laboratoire :

Polychlorobiphényles (PCBs) : 7 principaux congénères

- 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 (GC/ECD)

Parallèlement à l'analyse des PCBs, trois métaux lourds ont été suivis, puisque parfois associés à ce type de pollution.

Métaux lourds :

- Plomb (FD T 90-112)
- Cuivre (NF EN ISO 11885)
- Cadmium (NF EN ISO 5961)

L'ensemble des analyses ont été effectuées par le laboratoire de ROUEN.

LOCALISATION DES STATIONS DE PRELEVEMENTS

D'après fond de carte IGN 1/25000ème

Prélèvements du 28 avril 2005

 Zones de prélèvements des sédiments



Station Canal



Station Rivière définitive

Station Rivière initialement prévue



Milieu courant ne présentant pas de zone de sédimentation

III - OUTILS D'INTERPRETATION

Il n'existe pas de seuils de référence largement utilisés pour les PCBs dans les sédiments, d'où la difficulté d'évaluer le degré de pollution subit par le milieu.

Trois approches ont cependant été utilisées afin d'interpréter les concentrations obtenues en PCB et en métaux dans les sédiments :

- L'utilisation des seuils définis par le SEQ-Eau pour l'altération Polychlorobiphényles sur sédiments et pour l'altération Micropolluants Minéraux sur sédiments ;
- La détermination du Facteur de Pollution uniquement pour les métaux ;
- La comparaison aux teneurs limites en éléments traces applicables pour les boues issues des eaux usées et destinées à l'épandage sur terres agricoles.

⇒ **Le Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux : SEQ-Eau, mis en place par les Agences de l'Eau** fonctionne depuis janvier 2000 et permet d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau au moyen d'altérations (groupements de paramètres de mêmes natures ou même effets) parmi lesquelles figurent :

- Les MOOX : Matières Organiques et Oxydables ;
- Les matières AZOTées : AZOT ;
- Les NITRates : NITR ;
- Les matières PHOSphorées (PHOS) ;
- Les PArticules En Suspension (PAES) ;
- Le PHYToplancton (PHYT).

Quinze altérations sont ainsi définies.

Les analyses s'effectuent généralement sur l'eau de la rivière mais aussi sur d'autres supports comme les sédiments, les bryophytes, les matières en suspension...

La qualité de l'eau est décrite, pour chaque altération, avec 5 classes de qualité et un indice de 0 à 100 permettant de se situer plus précisément au sein d'une classe de qualité.

Indice de qualité	Classe de qualité	Qualité
100		Très bonne
80		bonne
60		passable
40		mauvaise
20		
0		Très mauvaise

Les 5 classes de qualité du SEQ-Eau

Les classes de qualité de l'eau sont construites à partir de l'aptitude de l'eau à la biologie et aux usages liés à la santé (production d'eau potable et loisirs et sports aquatiques) considérés comme les usages principaux.

Des classes d'aptitudes sont également définies spécifiquement en fonction des usages de l'eau. Cinq usages de l'eau sont déjà évalués : irrigation, abreuvement et aquaculture complètent ceux cités auparavant. Le SEQ-Eau offre ainsi la possibilité de constater l'aptitude de l'eau à satisfaire ces différents usages.

Les seuils définis pour les PCBs dans les sédiments sont issus de la version 2 du SEQ de mars 2003. La version 1 ne présentait pas de seuils spécifiques pour les PCB dans les sédiments. Cette nouvelle version, largement utilisée à ce jour, n'est cependant toujours pas officialisée.

⇒ **Les Facteurs de Pollution** : cette méthode consiste à faire le rapport entre la concentration mesurée et la concentration « de référence » en métaux dans les sédiments. En fonction de la valeur du FP obtenue, une grille de qualité permet d'évaluer le niveau de pollution des sédiments. Les teneurs de référence utilisées sont celles définies par Martin et Meybeck (1979).

Cette méthode est proposée comme outil d'évaluation de la qualité des sédiments par la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN, Ministère de l'Environnement / Charte Qualité, Qualité de l'eau et des milieux aquatiques, janvier 1997).

⇒ **Les teneurs limites en éléments traces dans les boues** issues du traitement des eaux usées : l'épandage sur sols agricoles est réglementé par le décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 et son arrêté d'application du 8 Janvier 1998. Les concentrations obtenues seront comparées à ces teneurs limites à l'épandage, seule norme officielle concernant les sédiments.

Les grilles de qualité figurent en annexe.

IV - RESULTATS ET INTERPRETATION

Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau en annexe.

Les PCBs

L'interprétation se base sur les seuils définis par le SEQ-Eau pour l'Altération PCB sur sédiments. Cette classification ne comporte que 4 classes :

Somme des 7 principaux ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	PCB sur Sédiments			
		6	60	670

Seuils définis par le SEQ-Eau

Les deux stations étudiées présentent une classe jaune correspondant à une qualité passable du milieu, reflétant ainsi les traces toujours présentes de la pollution d'octobre 2003. Ces valeurs, bien que n'étant pas extrêmement élevées, démontrent que des traces de PCBs subsistent toujours localement dans les sédiments.

Le risque encouru par l'Homme lors des activités de loisirs (kayak) reste cependant faible tant que les PCBs sont confinés dans les sédiments. L'exposition est plus importante lors des périodes de remobilisation de ceux-ci pouvant correspondre à des travaux de curage, à des crues de la rivière essonne.

Concernant les organismes aquatiques et les poissons, le contexte est différent étant donné qu'ils vivent en permanence dans la masse d'eau. La consommation du poisson est donc à proscrire en raison du phénomène de bioaccumulation des PCBs dans les organismes vivant tout au long de la chaîne alimentaire. Des analyses de PCB seraient à réaliser dans la chair des poissons afin d'évaluer le degré de contamination de ces organismes et de lever le cas échéant cette interdiction.

Il serait également intéressant d'effectuer des analyses de PCB sur l'eau afin de vérifier que la pollution se limite bien aux sédiments et qu'il n'y a pas de relargage de ces éléments via les sédiments en condition normale.

Les teneurs obtenues en PCB ne dépassent sur aucun des sites les normes d'épandage relatives aux boues de station d'épuration.

Les Métaux

D'après le SEQ-Eau, les teneurs en plomb et cuivre reflètent une qualité passable des sédiments prélevés en rivière et dans le canal. Les concentrations relevées pour les différents métaux sont toutefois supérieures au niveau du canal. En effet, ce dernier constitue un milieu plus lentique qui favorise la sédimentation et le piégeage des divers éléments polluants transitant à ce niveau.

La détermination du Facteur de Pollution fait quant à elle ressortir une pollution des sédiments par le plomb au niveau du canal. Les valeurs obtenues pour les autres métaux ne reflètent pas de pollution significative quelque soit le site de prélèvements.

Comparativement à ce qui peut être observé dans des sédiments de rivière, la valeur obtenue en plomb au niveau du canal n'est pas si élevée. Des valeurs parfois nettement supérieures sont observées sans qu'aucune pollution n'ait été signalée. L'interprétation faite de cette valeur en plomb par le facteur de pollution est donc à relativiser.

Les concentrations obtenues en métaux sur les différentes stations de prélèvements sont largement inférieures aux normes d'épandage relatives aux boues de station d'épuration.

V - CONCLUSIONS

Les analyses de PCB réalisées sur les sédiments expriment bien les traces d'une pollution passée. Bien que ces teneurs correspondent à une qualité passable du milieu d'après le SEQ-Eau, un suivi devrait être réalisé pour évaluer le comportement dans le temps de la charge des sédiments en PCB. Des mesures complémentaires dans d'autres compartiment du milieu aquatique (eau, organismes aquatiques) permettraient de mieux cadrer cette pollution. Le risque pour les sports et loisirs aquatiques sur le bassin de l'Essonne sont vraisemblablement limités tant que les PCB restent confinés dans les sédiments.

D'après les différentes méthodes d'interprétation utilisées et la connaissance de la rivière essonne, les résultats obtenus en métaux restent passables. Même la teneur obtenue en plomb au niveau du canal, bien que non négligeable, n'exprime pas une pollution sévère. Les teneurs des divers métaux analysés ne sont pas forcément liées à la pollution d'octobre 2003 en amont de Corbeil-Essonnes, le seul lessivage des routes en milieu urbain pouvant tout à fait conduire à de tels résultats.

Les teneurs en PCB et en métaux respectent les valeurs limites définies dans le cadre de l'épandage de boues issues du traitement des eaux usées sur sols agricoles, seule norme officielle concernant la qualité des sédiments.

SEUILS DE QUALITE UTILISES SEQ-EAU/Facteur de Pollution

Classe de qualité	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité	80	60	40	20	

SEQ-Eau					
Paramètres	ALTERATIONS				
PCB		PCB sur Sédiments			
Somme des 7 principaux ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	6	60	670		
Métaux		Micropolluants minéraux sur Sédiments			
Plomb (mg/kg)	3,5	35	120		
Cadmium (mg/kg)	0,1	1	5		
Cuivre (mg/kg)	3,1	31	140		

très bonne
bonne
passable
mauvaise
très mauvaise



**CLASSES DE QUALITE
SEQ-EAU**

Les classes de qualité sont construites à partir de l'aptitude de l'eau à la biologie et aux usages liés à la santé (production d'eau potable et loisirs et sports aquatiques) considérés comme les usages principaux

SEQ-Eau, version 2, mars 2003

Facteur de Pollution

Facteur de Pollution = concentration mesurée / concentration de référence standard

Les concentrations de référence prises en compte sont celles définies par Martin et Meybeck, 1979

REFERENCES en mg/kg MS

Cd : 0,2 - Cu : 32 - Pb : 16

concentration normale
concentration suspecte
pollution certaine
pollution importante
pollution exceptionnelle

FP \leq 2
2 < FP \leq 6
6 < FP \leq 18
18 < FP \leq 54
54 < FP

**CLASSES DE QUALITE
correspondant à la
valeur du Facteur de
Pollution**

TENEURS LIMITES EN ELEMENTS TRACES DANS LES BOUES

Eléments traces métalliques (ETM)	Valeur limites (mg/kg de MS)	Flux maximum cumulé en 10 ans (g/m ²)
Cd	20 (*)	0,03 (**)
Cr	1 000	1,5
Cu	1 000	1,5
Hg	10	0,015
Ni	200	0,3
Pb	800	1,5
Zn	3 000	4,5

(*) 15 mg/kg de MS à compter du 01/01/2001 et 10 mg/kg de MS à compter du 01/01/2004.
 (**) 0,015 g/m² à compter du 01/01/2001.

Teneurs limites en Eléments Traces Métalliques des boues

(décret n°97-1133 du 8 décembre 1997)

la somme : Cr + Cu + Ni + Zn ne doit dépasser 4000 mg/kg MS (6 g/m² en 10 ans en flux maximum cumulé)

COMPOSES TRACES	Valeur limite dans les boues		Flux maximum cumulé, apporté par les boues en 10 ans	
	(mg/kg MS)		(mg/m ²)	
	Cas général	<i>Epandage sur pâturages</i>	Cas général	<i>Epandage sur pâturages</i>
Total des 7 principaux PCB (*)	0,8	0,8	1,2	1,2
Fluoranthène	5	4	7,5	6
Benzo(b)fluoranthène	2,5	2,5	4	4
Benzo(a)pyrène	2	1,5	3	2

* : 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180

Teneurs limites en composés traces organiques dans les boues

(arrêté du 3 juin 1998 modifiant celui du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret no 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées)

RESULTATS DES ANALYSES ET CLASSES DE QUALITE CORRESPONDANTES selon la méthode d'interprétation employée

		RIVIERE Essonne	
		<i>Prélèvements du 28 avril 2005</i>	
		Stations de prélèvements	
Paramètres analysés	METHODE	Canal	Rivière
Matières Sèches %	NF ISO 11465	15,5	18,7
Polychlorobiphényles (µg/kg/MS)			
PCB 28	GC/ECD	10	13
PCB 52	GC/ECD	28	21
PCB 101	GC/ECD	38	19
PCB 118	GC/ECD	22	15
PCB 138	GC/ECD	34	21
PCB 153	GC/ECD	36	23
PCB 180	GC/ECD	21	33
Somme des 7		189	145
Qualité SEQ-Eau* <i>d'après les seuils définis pour l'altération PCB sur Sédiments</i>			
Métaux (mg/kg)			
		Résultats et classes de qualité SEQ-Eau correspondantes	
Plomb	FD T 90-112	113,0	93,0
Cadmium	NF EN ISO 5961	0,5	0,3
Cuivre	NF EN ISO 11885	116,0	70,0
Qualité SEQ-Eau* <i>d'après les seuils définis pour l'altération Micropolluants Minéraux sur Sédiments</i>			
		Valeurs du Facteur de Pollution et classes de qualité correspondantes	
Plomb	FD T 90-112	7,06	5,81
Cadmium	NF EN ISO 5961	3,00	1,50
Cuivre	NF EN ISO 11885	3,63	2,19
Facteur de Pollution <i>d'après les teneurs de référence définies par Martin et Mebeck, 1979</i>			

* : Les classes de qualité sont construites à partir de l'aptitude de l'eau à la biologie et aux usages liés à la santé (production d'eau potable et loisirs et sports aquatiques) considérés comme les usages principaux

L'ensemble des analyses a été réalisé par le laboratoire de ROUEN

Seuils SEQ-Eau, version 2, mars 2003