

# LA GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES AVEC LE RISQUE PCB

---

## ACTES

**Séminaire d'échange national**  
**Mardi 18 décembre 2012**  
**ESPASCAF, Lyon (69)**



Avec l'appui de :





---

# S O M M A I R E

---

**AVANT-PROPOS** ..... p.5

**PROGRAMME DE LA JOURNEE** ..... p.7

## **SUPPORTS D'INTERVENTION**

**Liste des questions à traiter** ..... p.11  
Anne Clémens, ZABR et Elodie Brelot, GRAIE

**Les différents types de seuil et leurs objectifs de protection associés** ..... p.19  
Olivier Perceval, ONEMA

**Les connaissances scientifiques acquises** ..... p.31  
Marc Babut, IRSTEA

**Recommandations étayées par les résultats des études** ..... p.41  
Yves Gouisset, DREAL de bassin RM et Blandine Clozel Leloup, BRGM

**Hiérarchiser les enjeux et relativiser les impacts et risques PCB**..... p.57  
Yves Gouisset, DREAL de bassin RM

## **ANNEXES**

**QUELQUES ELEMENTS DE CADRAGE** ..... p.71

**Les rencontres de l'Onema : plan national d'actions sur les pcb : qu'avons-nous appris ? (séminaire du 31 mai 2012)**..... p.73

### **Quels seuils en fonction de quels objectifs ?**

---

Action « Comprendre les liens entre la contamination des sédiments et celles des poissons » - Comité de suivi PCB ..... p.83

Les PCB dans les sédiments portuaires dragués : l'approche Géode ..... p.89

### **L'échantillonnage**

---

Recommandations d'échantillonnage de la DREAL Rhône-Alpes ..... p.95

### **L'intérêt et la décision d'entreprendre**

---

Hiérarchiser les enjeux, relativiser les impacts et risques PCB  
note DREAL Rhône-Alpes ..... p.101

Projet PCB Axelera : un programme de recherche sur les techniques  
de dépollution ..... p.115



---

# AVANT PROPOS

---

## LA GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES AVEC LE RISQUE PCB

### CONTEXTE

Les PCB, ou PolyChloroBiphényles, sont des composés organiques aromatiques fortement chlorés plus connus en France sous le nom de pyralènes. Depuis 20 ans, en raison des risques sur la santé, ces substances ne sont plus ni produites ni utilisées dans la fabrication d'appareils en Europe. Cependant, les PCB sont peu biodégradables et peu solubles dans l'eau. Compte-tenu de leurs usages passés, ils se sont progressivement accumulés dans les sols et les sédiments.

Les sédiments de plusieurs cours d'eau français sont ainsi aujourd'hui contaminés par les PCB. En outre, les PCB s'accumulent dans les organismes vivants, principalement dans les tissus gras. Les espèces de poissons présentant une forte teneur en matière grasse, comme les anguilles, sont donc plus susceptibles d'être contaminées ainsi que les espèces vivant au contact des sédiments comme les brèmes, les barbeaux et les carpes.

Un plan interministériel (Ministères en charge de l'écologie, de la santé et de l'agriculture) sur les PCB a été officiellement lancé le 6 février 2008 qui vise notamment à :

- Améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques et gérer cette pollution
- Améliorer la connaissance du risque sanitaire et sa prévention

Par ailleurs, le Préfet Coordonnateur de Bassin a depuis 2007 mis en place un programme d'action qui reprend ces objectifs à l'échelle du Rhône.

Dans le cadre du plan national, des actions de recherche ont été développées pour comprendre les processus de contamination. D'autres ont été conduites pour proposer des solutions de traitement des sédiments. A l'échelle du bassin du Rhône, les acteurs publics, scientifiques et gestionnaires, se sont mobilisés sur ces questions d'envergure nationale et de bassin, avec la conduite de recherches sur les liens entre le biote et les sédiments, une étude sur les casiers Girardon et la mise en place d'un comité PCB qui a produit des recommandations pour mieux gérer les milieux avec le risque PCB. En marge de ces plans, la communauté scientifique s'est mobilisée pour aborder la crise des PCB avec une approche ethnologique et sociologique.

Les résultats des actions de R&D soutenues dans le cadre du plan national PCB ont été présentés à Bordeaux le 31 mai dernier, dans le cadre d'un séminaire de restitution organisé par l'Onema et le ministère en charge de l'écologie, en partenariat avec les ministères en charge de l'agriculture et de la santé.

## **OBJECTIFS DE LA JOURNEE**

Le Ministère en charge de l'écologie, du développement durable et de l'énergie s'associe à la DREAL Rhône-Alpes – délégation de bassin Rhône-Méditerranée pour organiser avec l'appui du GRAIE et de la ZABR un séminaire national sur la gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB, pour échanger sur les connaissances acquises et les résultats de recherche obtenus dans le cadre du plan PCB, à l'échelle du corridor rhodanien, mais aussi au niveau national ou dans d'autres cadres.

Il ne s'agit pas d'un séminaire de restitution. Les intervenants étaient sollicités et invités à présenter leurs travaux ou expériences afin d'alimenter trois discussions sur :

- 1-les seuils pertinents pour la réalisation de travaux ou opérations mettant en jeu des sédiments contaminés par les PCB ;
- 2-les questions pratiques d'échantillonnage et d'analyse pour caractériser les sédiments ;
- 3-la hiérarchisation des risques et des intérêts environnementaux de travaux ou opérations (curage, dragage, chasse hydraulique, remobilisation de charge alluviale,...)

L'objectif de ce séminaire national était donc d'identifier :

les réponses disponibles, celles qui font consensus et les éléments de connaissance à approfondir.

les préconisations possibles en matière de gestion au regard de ces résultats et des retours d'expérience des gestionnaires.

les actions de transfert de connaissances judicieuses et les suites à donner à ces travaux, dans le but de développer une connaissance collective et partagée.

## **COMITE DE PROGRAMME**

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse : Laurence CLOTES et Eve SIVADE
- Axelera Suez Environnement : Pascal DAUTHUILLE
- Conseil scientifique du Comité de bassin Rm&C : Daniel GERDEAUX
- DREAL de bassin RM : Delphine CATHALA et Yves GOUISSET
- IRSTEA : Marc BABUT
- MEDDE – DEB : Edwige DUCLAY et Thomas PETITGUYOT
- ONEMA : Olivier PERCEVAL
- GRAIE : Elodie BRELOT
- ZABR : Anne CLEMENS

---

# PROGRAMME

---

*Accueil des participants*

09h00

09h30

## **INTRODUCTION**

*Patrick Vauterin, Délégué de bassin RM&C  
Edwige Duclay, Ministère MEDDE*

## **QUELS SEUILS EN FONCTION DE QUELS OBJECTIFS ?**

Finalité : Echange sur les niveaux de seuils à préconiser en fonction des enjeux et des connaissances scientifiques – Si consensus, apprécier sa traduction : avis, circulaire, arrêté ?

09h45

## **Les différents types de seuil et leurs objectifs de protection associés**

Olivier Perceval, ONEMA

10h00

## **Les connaissances scientifiques acquises**

Marc Babut, IRSTEA

10h30

## **Discussion : quels seuils, quelle pertinence, quelles valeurs réglementaires possibles ?**

Avec les témoignages de :

Anne Jouhannaud-Trusson, DDT Savoie et Gilles Armani, MDRF

## **L'ECHANTILLONNAGE ET L'ANALYSE**

Finalité : S'approprier à l'échelle nationale la doctrine bassin du Rhône

11h30

## **Recommandations étayées par les résultats des études**

Yves Gouisset, DREAL de bassin RM et Blandine Clozel Leloup, BRGM

12h00

## **Discussion : quel plan d'échantillonnage imposer (ou proposer) pour un diagnostic avant dragage ?**

Avec les témoignages de : Marina Coquery, IRSTEA et Thomas Pelte, Agence de l'Eau RM&C

13h00

Déjeuner

## **L'INTERET ET LA DECISION D'ENTREPRENDRE**

Finalité : Lancer le débat sur la méthodologie la hiérarchisation des critères (scoring) pour apprécier ce qui peut être approprié collectivement, les éléments qui peuvent faire débat

14h30

## **Hiérarchiser les enjeux et relativiser les impacts et risques PCB**

Yves Gouisset, DREAL de bassin RM

15h00

## **Discussion : Peut-on proposer une méthodologie (circulaire), pour établir comment relativiser les différents impacts et intérêts environnementaux des projets, y compris le risque PCB ?**

Avec les témoignages du Sandrine Sansom, Port de Rouen et Sylvain Reynaud, CNR

16h00

## **Les techniques de traitement et de valorisation des sédiments contaminés**

Pascal Dauthuille, Axelera et Françoise Lévêque, In Vivo

16h30

## **SYNTHESE ET CONCLUSION COLLECTIVE SUR LES 3 SUJETS :**

*1- Seuils pertinents*

*2- Echantillonnage et analyse*

*3- Relativisation des risques*

17h30

*Fin de la journée*



---

**SUPPORTS  
D'INTERVENTION**

---



## Liste des questions à traiter

---

Anne Clémens, ZABR  
Elodie Brelot, GRAIE



# Liste des questions à traiter

Anne Clémens, ZABR  
Elodie Brelot, Graie

## Les seuils

Discussion 10h30-11h30

1. Distinction contexte fluvial / portuaire
2. Enjeux et Objectifs :  
sanitaires / environnementaux
3. Des seuils appliqués aux sédiments :  
libres / piégés / extraits  
(fraction 2 mm, PCB<sub>tot</sub>,  $\Sigma 7\text{PCB}_i$ )
4. Sens des seuils en terme de gestion :  
remobilisation / stockage / traitement
5. Valeurs réglementaires ou recommandations  
(en fin de journée ?)

# Echantillonnage et analyses

Discussion 12h-13h

1. Diagnostic local et réseau de suivi
2. Méthode Dreal / Aquaref
3. Limites de détection analytiques
4. Limite du protocole pour la décision d'agir  
(distinction des différents matériaux,  
caractérisation massif et incertitudes échantillonnage,  
évaluation conséquences à l'aval)
5. Méthode et critères de validation  
d'un plan d'échantillonnage
6. Référence nationale ?

# Intérêt et Décision d'entreprendre

Discussion 15h-16h

1. Expériences de gestionnaires
2. Remobiliser / stocker / traiter / ne rien faire
3. Enjeux PCB : concentrations ou flux global
4. Relativiser les enjeux environnementaux
5. Cas dérogatoires identifiés
  - critères de sélection (réglementaire gouvernance)
  - compensations ?
  - transposable ?
6. Suivi des flux remobilisés et évités

## / Décision d'entreprendre 16h30 17h30

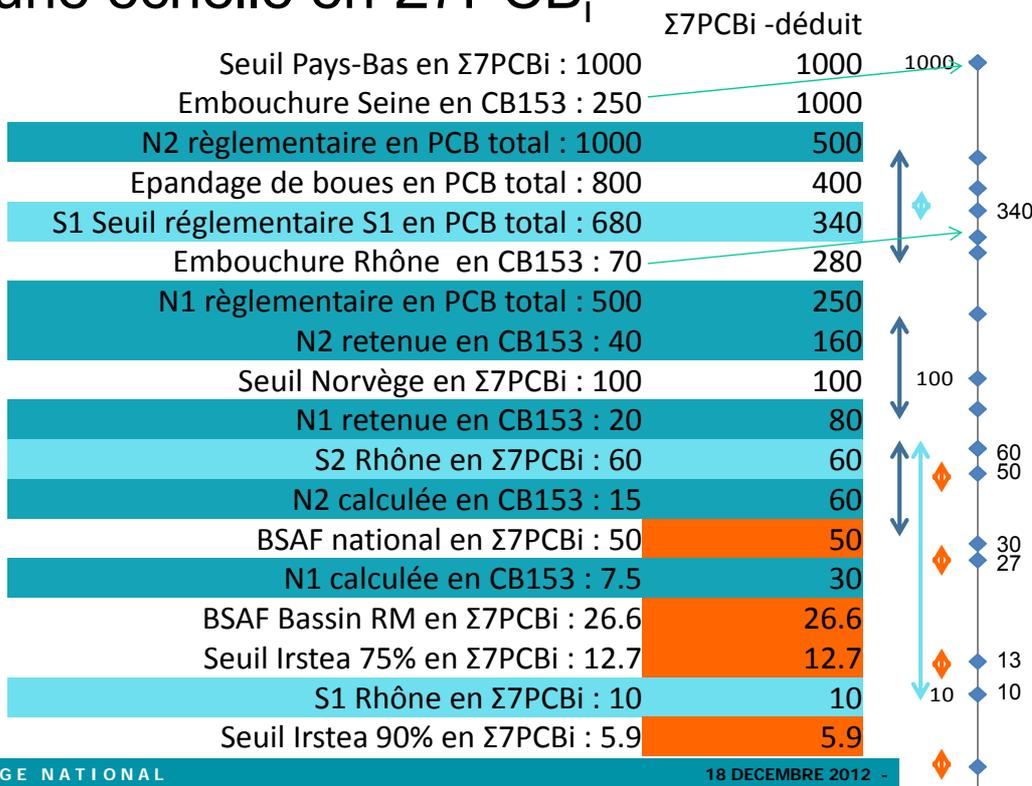
1. LES SEUILS :  
Sens des seuils en terme de gestion :  
remobilisation / stockage / traitement
2. ECHANTILLONNAGE :  
Méthode et critères de validation  
d'un plan d'échantillonnage - Référence
3. RELATIVISATION DES ENJEUX  
Valeurs réglementaires  
ou Recommandations  
Méthodologie ?

## Consensus - recommandations - transfert et questions en suspend 16h30 - 17h30

1. LES SEUILS :  
Sens des seuils en terme de gestion :  
remobilisation / stockage / traitement
2. ECHANTILLONNAGE :  
Méthode et critères de validation  
d'un plan d'échantillonnage - Référence
3. RELATIVISATION DES ENJEUX  
valeurs réglementaires / recommandations  
Méthodologie ?

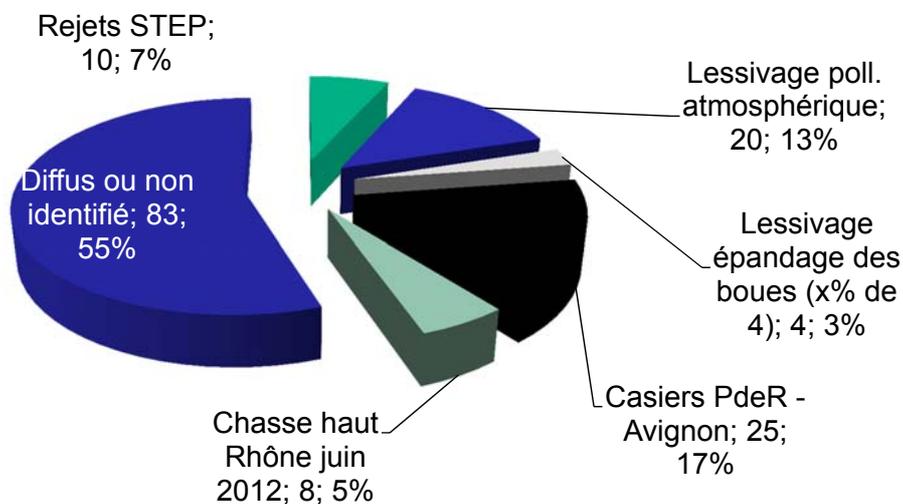
# Seuils évoqués sur une échelle en $\Sigma 7\text{PCB}_i$

en ng/g MS  $\Sigma 7\text{PCB}_i$



# Flux de PCB au Rhône

## Flux de PCB du Rhône à la Méditerranée (150 kg/an)



## Seuils de concentrations ou Flux

- Matériau 1 – sédiments libres - déplacés
- Matériau 2 – sédiments immobilisés - remobilisés
- Matériau 3 – sédiment libre - lieu de dépôt

→ concentration résultante au lieu de dépôt :

$$C_{res} = \frac{M_1.C_1 + M_2.C_2 + M_3.C_3}{M_1 + M_2 + M_3}$$

→ Flux résultants :      déplacé :  $M_1.C_1$   
 remobilisé :               $M_2.C_2$

## Mesures façade maritime

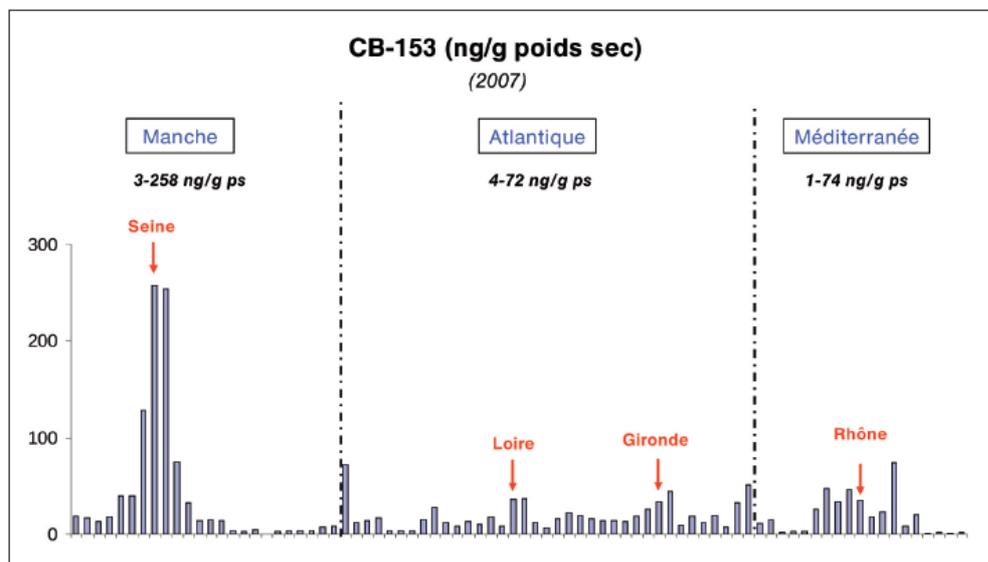


Figure 2. Distribution géographique des teneurs en congénère CB-153 (en nanogramme par gramme de poids sec) dans les bivalves marins le long de la façade maritime (données RNO-ROCCH) montrant un apport significatif en PCB des grands fleuves au milieu marin.



# **Les différents types de seuil et leurs objectifs de protection associés**

---

Olivier Perceval, ONEMA



# Les différents seuils PCB et leurs objectifs de protection

Alain ABARNOU (Cellule ARC IFREMER)

[Alain.abarnou@ifremer.fr](mailto:Alain.abarnou@ifremer.fr)

Antoine DELOUIS (GEODE)

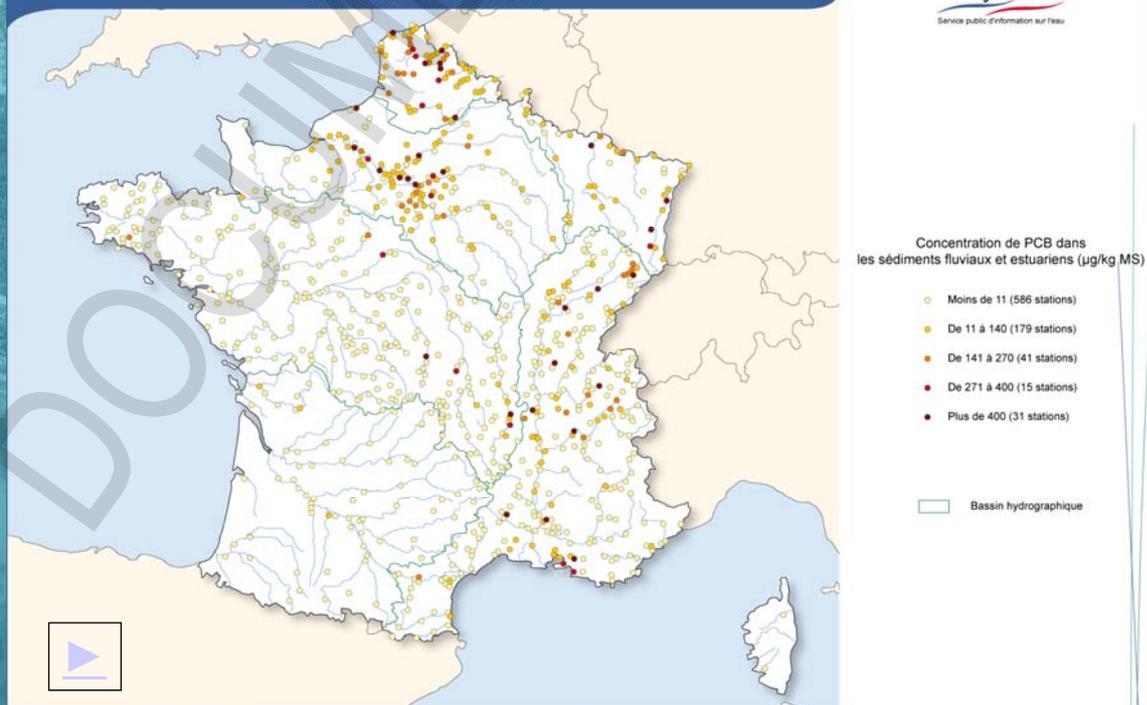
[a.delouis@nantes.port.fr](mailto:a.delouis@nantes.port.fr)

Olivier PERCEVAL (Onema/DAST)

[Olivier.perceval@onema.fr](mailto:Olivier.perceval@onema.fr)

## Les PCB dans les milieux aquatiques

Contamination des sédiments fluviaux et estuariens par les PCB en France métropolitaine.  
Données BNDE 2000 à 2005



Source: Agences de l'eau, Ministère en charge de l'écologie  
Fonds cartographiques: Onema  
Réalisation: Onema  
© ONEMA, 2011

## Les PCB dans les milieux aquatiques

Contamination des sédiments fluviaux et estuariens par les PCB en France métropolitaine.  
Données BNDE 2000 à 2005

eaufrance  
Service public d'information sur l'eau



### Principales sources contemporaines:

- Remobilisation d'un « fond ambiant » plus ou moins anthropisé, alimenté par les diverses contributions historiques (kg MS)
- Contributions ponctuelles dans le temps et l'espace (**vandalisme de transformateurs, ruissellement à partir de sites et sols pollués, mouvements dans les parcs de transformateurs, rejets de déversoirs d'orage, etc.**)

### Niveaux observés hors FR ▶

Source: Agences de l'eau, Ministère en charge de l'écologie  
Fonds cartographiques: Onema  
Réalisation: Onema  
© ONEMA, 2011

SEM

(69)

## Concentrations de PCB ( $\Sigma 6 PCB_i$ , $\mu g/kg ps$ ) dans les sédiments mesurés dans différentes eaux d'autres pays

Eau (Lieu)	Année	n	Médiane	Moyenne	Fourchette	Références
Lac Michigan <sup>1, 2</sup>	Fin des années 1990	-	-	47	0-220	Marvin et al. 2004a
Lac Ontario <sup>1, 3</sup>	Fin des années 1990	-	98	100	2,6-255	Marvin et al. 2004a
Lac Erié <sup>1, 3</sup>	Fin des années 1990	-	-	98	1,9-245	Marvin et al. 2004a
Lac Erié <sup>4, 5</sup>	1971	46	-	136	-	Marvin et al. 2004b
Lac Erié <sup>1, 5</sup>	1997	63	-	43	-	Marvin et al. 2004b
Espejo de los Lirios (Mexique) <sup>6</sup>	1978	-	-	64-253	-	Piazza et al. 2009
Côte du Pacifique (Mexique)	-	-	-	7,1-36	-	Piazza et al. 2008
Golfe du Mexique, côte	-	-	-	5,7-11	-	Piazza et al. 2008
Yangtse et huit de ses affluents (Wuhan, Chine)	2005	27	-	9,2	1,2-45,1	Yang et al. 2009
Lac du Bourget (Savoie, France) <sup>7, 8</sup>	2006	8	-	-	47-79	Jung et al. 2008
Lochnagar (lac de montagne en Ecosse) <sup>7, 9</sup>	1990-1998	1	-	-	25-50	Rose et al. 2001
Lac Ahmasjärvi (Utajärvi, Finlande) <sup>10, 11</sup>	-	1	0,65	0,78	0,032-2,53	Isosaari et al. 2002
4 lacs arctiques <sup>12</sup> (Brooks Range, Alaska)	1991-93	4	-	0,12 ± 0,05	< 0,27	Allen-Gil et al. 1997
19 lacs de Suède <sup>13</sup>	1997	57	-	-	0,5-81,7	Berglund et al. 2001
Delta du Rhin (Pays-Bas)	1974-1985	-	-	-	10-170	Duursma et al. 1989
Mer Noire (Ukraine, Russie, Turquie, Roumanie) <sup>14</sup>	1993, 1995	40	-	-	0,06-72	Fillmann et al. 2002
Lac Majeur (Italie et Suisse) <sup>15</sup>	2005	22	-	11	0,3-38	Vives et al. 2007

Source:  
OFEV, 2010

## Réglementations pour lutter contre la pollution des milieux aquatiques par les PCB

### I. Réglementations environnementales

#### *i.e. qualité des milieux aquatiques*

- Arrêté du 8 juillet 2010 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par des subst. dangereuses → **NQE** (PNEC)
  - Amendement des Dir. 2000/60/CE et 2008/105/CE
- proposition d'une **NQE** pour PCDD/F + PCB-DL
- Commission OSPAR → « **BAC** » et « **EAC** »

## Réglementations pour lutter contre la pollution des milieux aquatiques par les PCB

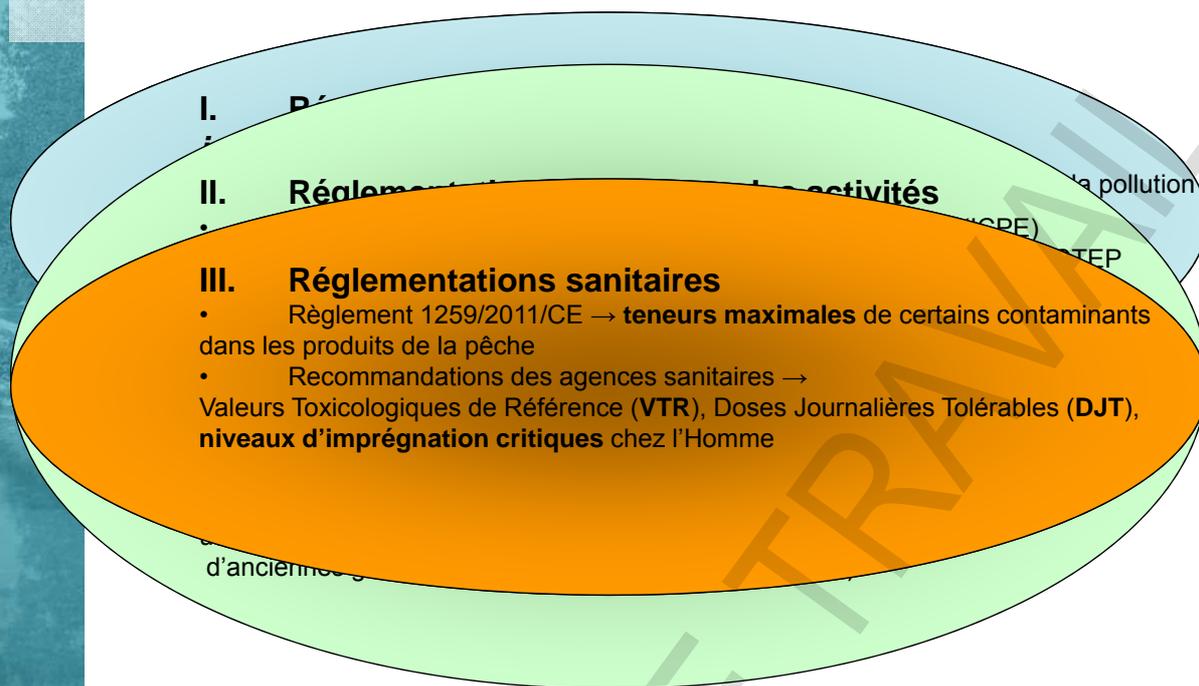
### I. Réglementations

;

### II. Réglementations des rejets, des activités

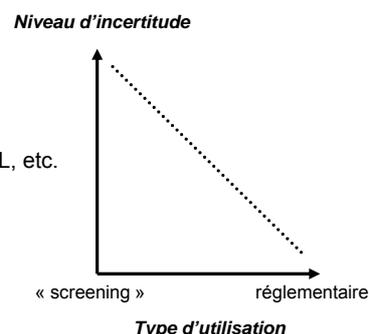
- Arrêté du 2 février 1998 → **VLE** dans les rejets industriels (ICPE)
- Arrêté du 3 juin 1998 → **teneurs limites** dans les boues issues de STEP destinées à l'épandage
- Code de l'environnement, et arrêté du 9 août 2006 → opérations de dragage soumises aux procédures de A ou de D au titre de la police de l'eau (seuils de qualité des sédiments **N1** et **N2** et **S1** pour le dragage et l'immersion – remise en suspension)
- Décret N°2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets → gestion à terre des sédiments non commercialisables à des fins de régalage, mise en terrain de dépôt, épandage agricole, utilisation directe en travaux publics et remblais, comblement d'anciennes gravières, etc. (**critère H14, seuil SETRA?**)

## Réglementations pour lutter contre la pollution des milieux aquatiques par les PCB



## Clé de lecture utilisée...

- Paramètres mesurés
  - Congénères spécifiques (par ex. CB153)
  - « Familles » de PCB (sommés de PCB<sub>i</sub>, PCB-NDL, PCB-DL)
  - Mélanges commerciaux (Aroclor, Phenoclor, Pylalène, etc.)
  - PCB totaux - somme des 209 congénères
- Compartiment
  - Eau
  - Sédiment (quelle fraction granulométrique ? normalisation par le COT ?)
  - Biote (quelle espèce ?)
- Objectifs de protection visés
  - Organismes pélagiques
  - Organismes benthiques et/ou fousseurs
  - Prédateurs supérieurs
  - Santé humaine
- Méthodes de détermination
  - « Bruit de fond », « ALARA »
  - Co-occurrence (relations dose-effet) : AF, SSD, ERL-ERM, TEL-PEL, etc.
  - Equivalence (EqP, BSAF)
- Type d'usage
  - Dépistage, priorisation de sites contaminés (valeur guide)
  - Réglementaire (norme)



## Des seuils définissant la qualité des milieux...

Paramètre	Valeurs du seuil (support d'analyse)	Objectif de protection	Méthode de détermination	Type d'usage
<b>Arrêté « évaluation » du 8 juillet 2010</b>				
PCB totaux et PCT	0,001 µg/l (eau)	Organismes pélagiques (PNEC) ? des eaux de surfaces continentales	?	réglementaire
<b>Amendements aux Dir. 2000/60/CE et 2008/105/CE concernant les substances prioritaires dans le domaine de l'eau</b>				
PCDD/F + PCB-DL	6,5 pg TEQ <sub>2005</sub> /g pf (biote)	Santé humaine	ALARA	réglementaire – évaluation de l'état chimique des eaux
<b>Convention OSPAR, Quality Status Report 2010</b>				
<b>Congénères</b> CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153, CB180	- <b>EAC (sédiment)</b> 0,6-40 (µg/kg ps, norm. 2.5% COT) - <b>EAC (bivalves)</b> 1,2-80 (µg/kg ps) - <b>EAC (poissons)</b> 24-1600 (µg/kg p. lipides)	Organismes benthiques? des eaux marines	?  - BSAF (à partir de EAC sédiment) - BSAF (à partir de EAC sédiment)	critères d'évaluation sans poids juridique exploités à des fins d'évaluation préliminaire des données de surveillance pour délimiter des zones préoccupantes

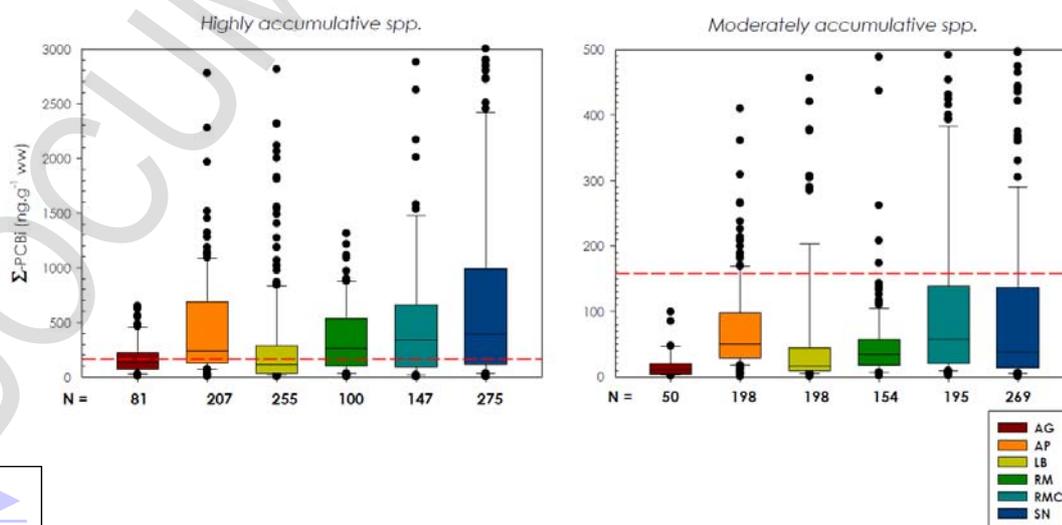
## Des seuils pour limiter les rejets et encadrer certaines activités...

Paramètre	Valeurs du seuil (support d'analyse)	Objectif de protection	Méthode de détermination	Type d'usage
<b>Seuils de rejets pour les ICPE - arrêté du 2 février 1998 fixant des VLE dans les rejets industriels</b>				
PCB + PCT	- 0,05 mg/l; <b>moyenne mensuelle</b> (rejet aqueux) - 0,1 mg/l; <b>moyenne journalière</b> (rejet aqueux) si le rejet dépasse 5 g/j			réglementation des rejets
<b>Arrêté du 3 juin 1998 fixant les teneurs limites en composés organiques dans les boues issues des STEU destinées à l'épandage</b>				
Somme de 7 PCB <sub>i</sub>	0,8 mg/kg ps (boues) Flux max. pouvant être appliqué sur un sol = 1,2 g/ha/an	Santé humaine		réglementaire
<b>Niveaux/seuils de référence pour les opérations de dragage - niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface (arrêté du 09 août 2006)</b>				
<b>Sédiments fluviaux</b> PCB totaux	<b>S1</b> = 0,68 mg/kg ps; fraction <2mm		Seuil « statistique »	critère d'aide à la décision, dépend de:
<b>Sédiments marins</b> - Congénères individualisés (7 PCB <sub>i</sub> )	<b>N1</b> : 0,025-0,05 mg/kg ps; fraction < 2mm <b>N2</b> : 0,05-0,10 mg/kg ps		Seuils « statistiques »	-quantités à prélever -localisation des sédiments à draguer -objet du dragage
- PCB totaux	<b>N1</b> = 0,5 mg/kg ps <b>N2</b> = 1 mg/kg ps			

## Des seuils garantissant la protection de la santé humaine...

Paramètre	Valeurs du seuil (support d'analyse)	Objectif de protection	Méthode de détermination	Type d'usage
<b>Règlement 1259/2011 portant fixation des teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB autres que ceux de type dioxine des denrées alimentaires</b>				
Somme des PCDD/F	- 3,5 pg TEQ <sub>2005</sub> /g pf (poisson et produits de la pêche)	Santé humaine	ALARA	réglementaire – autorisation de la mise sur le marché des denrées alimentaires
Somme des PCDD/F et PCB-DL	- 6,5 pg TEQ <sub>2005</sub> /g pf (poisson et produits de la pêche) - 10 pg/g TEQ <sub>2005</sub> /g pf (anguille)	Santé humaine	ALARA	
Somme des 6 PCB <sub>i</sub>	- 75 ng/g pf (poisson et produits de la pêche) - 125 ng/g pf (poisson d'eau douce sauvage) - 300 ng/g pf (anguille)	Santé humaine	?	
<b>Décret n°89-3 du 03/01/89 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine</b>				
Somme des PCB et PCT	0,5 µg/l (eau)	Santé humaine	Considérations analytiques ?	texte abrogé
Subst. individualisé	0,1 µg/l (eau)			

## Teneurs en PCB dans les poissons dépassant les normes sanitaires



Source: M. Babut / Séminaire de restitution du Plan national PCB Bordeaux, 31 mai 2012

## LES PCB DANS LES SEDIMENTS PORTUAIRES L'APPROCHE GEODE



Alain Abarnou  
Antoine Delouis

[Alain.Abarnou@ifremer.fr](mailto:Alain.Abarnou@ifremer.fr) ; [a.delouis@nantes.port.fr](mailto:a.delouis@nantes.port.fr) ;  
<http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/geode/>

### Objectif et démarche



**Etablir N1 et N2 en prenant en compte :**

- les niveaux de présence dans les sédiments dragués, et dans les sédiments côtiers
- les réglementations internationales (N1 et N2 ailleurs)
- les critères écotoxicologiques et sanitaires

# PCB dans les sédiments dragués

( $\mu\text{g}/\text{kg}$  poids sec ; fraction < 2 mm)

794 prélèvements analysés

Moins de 20% des mesures utilisables

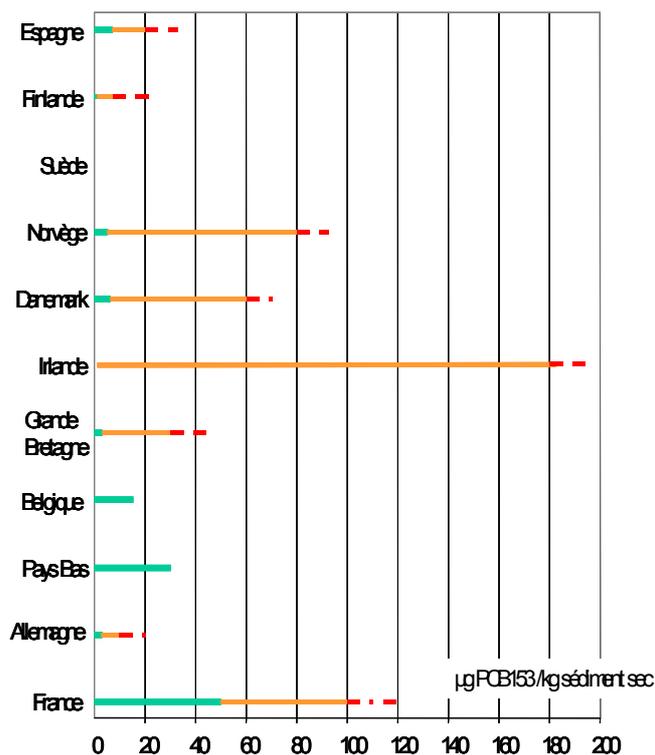
	CB28	CB52	CB101	CB118	CB138	CB153	CB180
NB	52	61	97	90	155	175	87
moyenne	4,9	7,0	12,6	14,2	19,9	20,3	19,2
ecartype	5,7	9,6	24,7	49,1	66,8	51,6	69,1
ic	1,5	2,4	4,9	10,1	10,5	7,6	14,5
min	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
P5	0,02	0,22	0,39	1,20	1,70	1,38	0,85
P10	0,33	0,59	0,54	1,50	1,90	1,74	0,96
P25 : 1er quartile	0,76	1,18	1,90	2,06	4,35	4,09	1,80
P50 : médiane	1,5	2,2	10,0	10,0	11,0	13,0	10,0
P75 : 3eme quartile	10,0	10,0	13,0	11,1	16,0	20,0	14,0
P90	11,0	17,5	24,4	19,1	26,4	35,6	25,6
P95	15,3	21,0	30,6	24,6	40,6	53,3	37,1
MAX	25	60	232	467	813	635	637

# Comparaison des niveaux N1 & N2 pour CB153

## Sédiments portuaires marins

(mg/kg de M.S. sur la fraction < 2mm)

PCB	N1	N2
CB 28	0,025	0,05
CB 52	0,025	0,05
CB 101	0,05	0,1
CB 118	0,025	0,05
CB 138	0,05	0,1
CB 153	0,05	0,1
CB 180	0,025	0,05

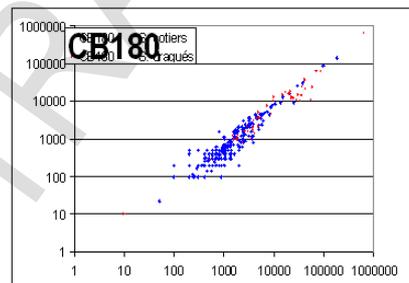
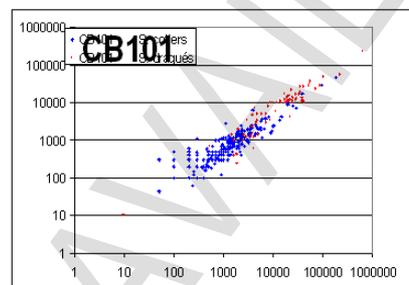
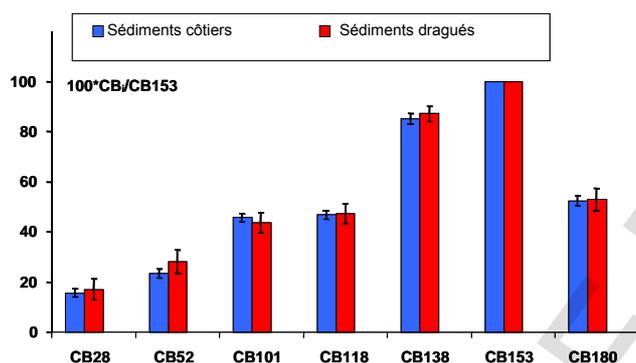


## Bases de la démarche

### Réglementation sanitaire

- TEQ et Somme 6PCBi (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)
- $BSAF = C_{\text{poisson(lip)}} / C_{\text{sed(C.org)}}$

### Empreinte PCB dans les sédiments

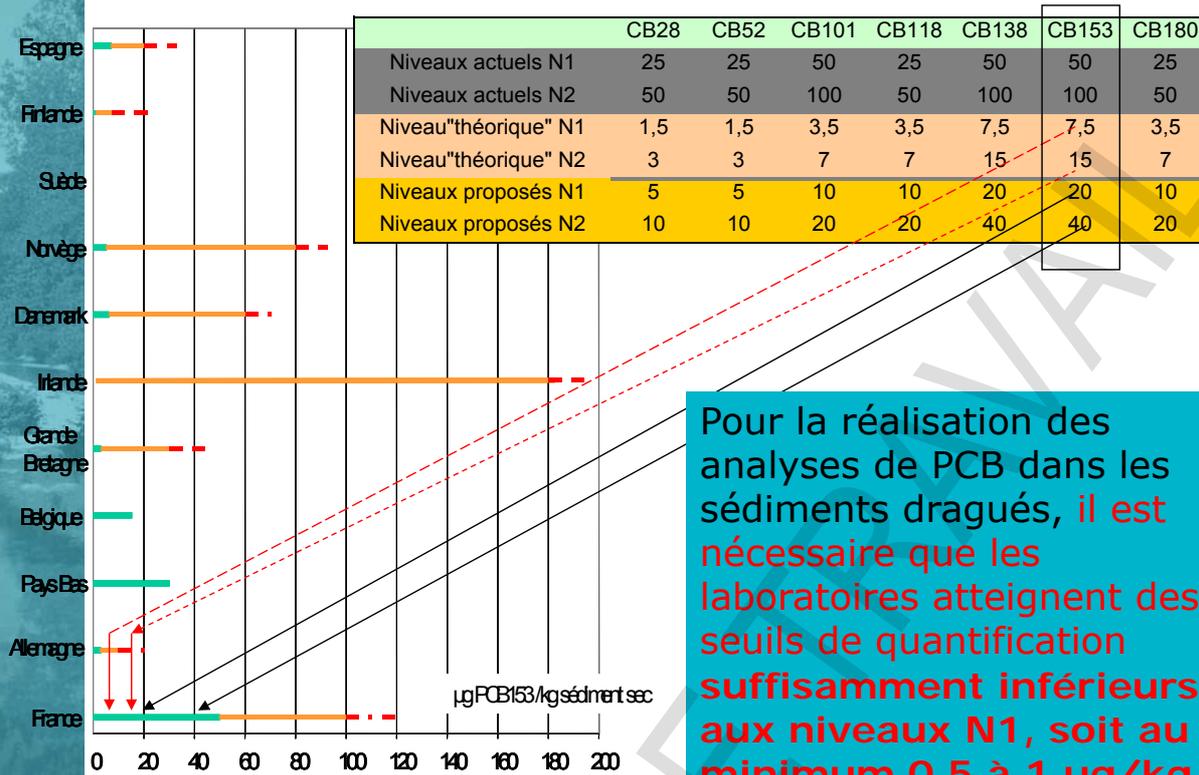


## Pour les PCB : approche bioaccumulation (sanitaire)

1. prendre en compte la **concentration maximale dans les produits de la mer consommés (Reg. Comm. (EU) N°1259/2011)**
2. définir la(les) valeur(s) pour le facteur d'accumulation organisme-sédiment  

$$BSAF = C_{\text{poisson(lip)}} / C_{\text{sed(C.org)}}$$
3. en déduire la **concentration maximale à ne pas dépasser dans le sédiment pour le composé « modèle » le CB153**
4. **établir les concentrations correspondantes pour les différents congénères** et finalement pondérer ces concentrations par la composition moyenne en différents congénères dans les sédiments

## Comparaison des niveaux N1 & N2 pour CB153



Pour la réalisation des analyses de PCB dans les sédiments dragués, **il est nécessaire que les laboratoires atteignent des seuils de quantification suffisamment inférieurs aux niveaux N1, soit au minimum 0,5 à 1 µg/kg.**

*Merci pour votre attention*

# **Les connaissances scientifiques acquises**

---

Marc Babut, IRSTEA





## QUELS SEUILS, EN FONCTION DE QUELS OBJECTIFS ? Synthèse des connaissances scientifiques acquises

Marc Babut



MALY, Laboratoire d'écotoxicologie (Villeurbanne)

*Abramis brama*



*Squalius cephalus*



*Barbus barbus*



## Définitions - seuils sédiment

### Définition générale (\*)

- Objectif : interpréter les concentrations de substances chimiques associées aux sédiments
  - « concentration seuil »
  - approches « narratives »
- Méthodes visant la toxicité vis à vis des invertébrés benthiques
  - Protection de la communauté benthique
  - Base des réseaux trophiques
- Plus rarement
  - Protection de niveaux trophiques supérieurs (e.g. poisson)

### Intérêt d'une approche à 2 seuils

- 2 types d'erreur (systématique)
  - I = « faux positifs »
  - II = « faux négatifs »
- Si valeur unique, biais vers l'un ou l'autre type
- Exemple : ERL / ERM
  - ERL :  $\leq 25\%$  err. Type II  $\leftrightarrow$  75% de probabilité sédiment non toxique
  - ERM :  $\leq 25\%$  err. Type I  $\leftrightarrow$  75% de probabilité sédiment toxique
  - Entre ERL et ERM, incertitude, mobilisation d'outils complémentaires

(\*) Use of sediment quality guidelines and related tools for the assessment of contaminated sediments, SETAC Press, 2005

## Rappel : seuils provisoires proposés en 2008 (\*)

### Démarche

- Principe de non-dégradation (DCE)
- Dispositions de gestion en regard des plages de concentration (2 seuils)
  - <S1 = pas de contrainte
  - >S2 = pas acceptable en milieu aquatique
  - Avec considération du site de dépôt pour concentrations entre S1 et S2
- Revue bibliographique
  - Constat que les seuils connus sont élevés
  - Faible toxicité des PCB sur le benthos
  - Généralement pas de considération des risques pour les niveaux trophiques plus élevés
- **S1** : borne supérieure des concentrations acceptables
  - Extrapolation de l' « arrêté substances » (DCE) - biblio +  $K_{OC}$
  - Correspond au « bruit de fond anthropique » (estimé 2008)
  - $10 \mu\text{g.kg}^{-1}$  (ps,  $\Sigma$  [7 PCBi])
- **S2** : borne inférieure des concentrations inacceptables
  - Revue critique
  - SEQ-Eau (2000),
    - méthode de l'équilibre de partage
    - Facteur correctif pour tenir compte de la bioamplification
  - $60 \mu\text{g.kg}^{-1}$  (ps,  $\Sigma$  [7 PCBi])

(\*) Babut M., Miège C., Proposition de seuils décisionnels temporaires pour la gestion des sédiments à draguer dans le Rhône, 27/03/2008, 9p.

Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

3

## Nouvelles approches (études 2008-2011)

- **A** - Exploitation des données « milieu » / large échelle  $\Rightarrow$  BSAF
  - Base de données « poissons » Rhône-Méditerranée, nationale
  - Données RNB-RCS « sédiments »
- **B-C** - Transferts de contaminants hydrophobes dans le Rhône du sédiment au biote: construction de modèles dans une perspective de gestion

$$BSAF = \frac{C_i}{C_{soc}} = \frac{C_{org}/f_l}{C_{sed}/f_{soc}}$$

- $C_{org}$  concentration dans l'organisme ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  pf),
- $C_{sed}$  concentration dans le sédiment ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$  ps),
- $f_l$  fraction lipidique (g lipides / g pf),
- $f_{soc}$  fraction organique (g OC / g ps)

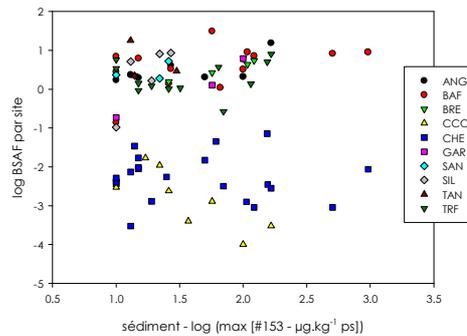


Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

4

## A- approche large échelle, BSAF

- Sélection des données
  - Croisement des 2 bases
  - Poissons :  $\geq 10$  sites,  $\geq 2$  éch. / site ...
  - Sédiment :
    - PCB 1999-2007
    - COT : données CNR, DIREN 2006-2007
- Bootstrap  $\Rightarrow$  distribution de BSAF potentiels par espèce / site pour CB153
- Résultats (3<sup>ème</sup> quartile)
  - Carpe, chevaie : BSAF très bas
  - 3<sup>ème</sup> quartile BSAF plus élevés pour
    - Anguille : 1.7 – 15.5
    - Barbeau fluv. : 0.14 - 31



Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

5

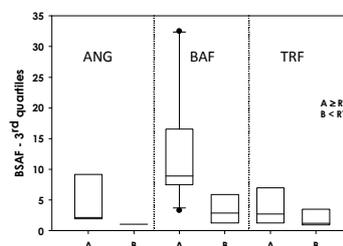
## A – BSAF et contamination des sédiments

- BSAF globalement plus élevés dans les secteurs de sédiments plus contaminés

- Détermination d'un seuil à partir
  - De l'équivalent du seuil réglementaire exprimé en CB153 (basé sur 2 corrélations)
  - Du 3<sup>ème</sup> quartile des BSAF du barbeau, tous sites confondus
  - Du 3<sup>ème</sup> quartile de  $f_{OC}$  et du 1<sup>er</sup> quartile  $f_{LIP}$
  - Reconversion [CB153]-  $\Sigma$ [7PCBi] (corrélation)

$$C_{SED} = \frac{BSAF \times f_{OC}}{\text{Seuil-reg} / f_{LIP}}$$

	G1	G2
N sites	33	69
N sites > LQ / N sites	64%	48%
1 <sup>st</sup> quartile	10	10
median	15	10
mean	80.1	29.7
std deviation	32.4	8.2
3 <sup>rd</sup> quartile	66	22
max	963	507



Babut, M., Lopes, C., Pradelle, S., Persat, H. and Badot, P.-M. (2012). *J. Soils Sediments* 12, 241-251

Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

6

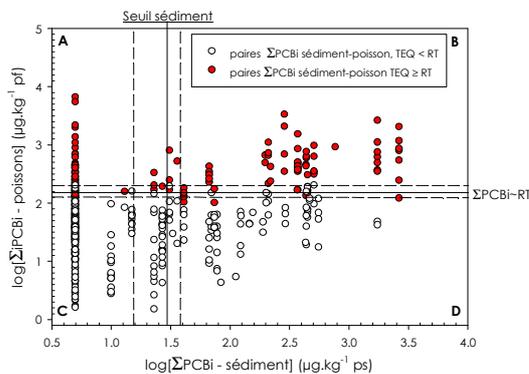
## A - Capacité prédictive de la contamination du sédiment vs la contamination des poissons

**Rhône-Méditerranée : 26.6 ng.g<sup>-1</sup> (ps, Σ[7PCBi])**

- 62% de poissons correctement prédits
  - erreur de type II – 27.5%
  - erreur type I – 40.7 %
- 55% correctement prédits si appliqué à la base nationale

**Base nationale : 50.0 ng.g<sup>-1</sup> (id.)**

- 55.7 % de poissons correctement prédits
  - 9.8% erreurs de type II (ANG>BRE>BAF)
  - 38.7% erreurs de type I ; (CHE>BAF>ANG)

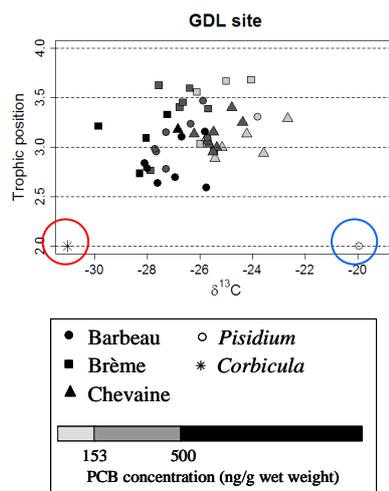


Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

7

## B – Interprétation statistique des données expérimentales (3 sites)

- Acquisition de données sur 3 sites (gradient de contamination)
  - 3 cyprinidés (N=135), biométrie, contamination, isotopes
  - Carottes de sédiment
- Les poissons utilisant plus de sources de nourriture marquées par C détritique sont plus contaminés
- Détermination de la proportion des 2 sources C dans l'alimentation de chaque poisson (SIAR – probabilité par inférence bayésienne)

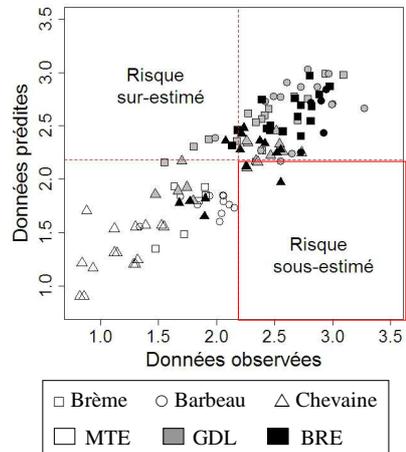


Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

8

## B - Modèle statistique

- Régression pas à pas descendante
  - variable expliquée  $\Sigma\text{PCBi}$
  - Variables explicatives : taille, masse, âge, MG%, TP, sexe, % detr-C,  $C_{\text{SED-max}}$
- 78% de la variabilité total expliquée par taille, % detr-C,  $C_{\text{SED-max}}$



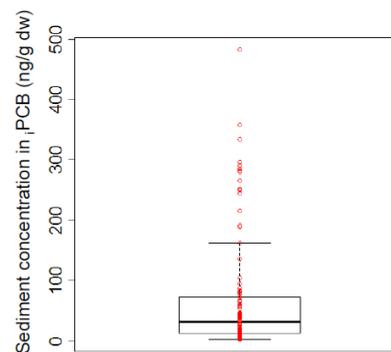
Lopes C, Perga ME, Peretti A, Roger M-C, Persat H, Babut M (2011). *Chemosphere*, 85: 502-508

Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

9

## B - rétro-calcul ...

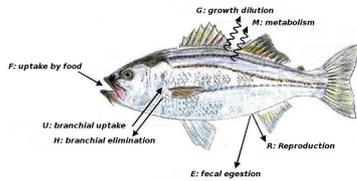
- ... de concentrations dans le sédiment compatibles avec le seuil réglementaire
  - Pour chaque poisson
  - Variables taille et % detr-C inchangées
- Distribution de concentrations sédiment (pour 3 espèces – 3 sites)
  - Médiane =  $31.7 \text{ ng.g}^{-1}$  (ps);
  - 90<sup>ème</sup> centile à  $5.9 \text{ ng.g}^{-1}$  (ps)



Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

10

## C – Modélisation à base physiologique



- Décrire les processus en jeu dans l'accumulation
  - CB153 (puis 7 PCBi)
  - 3 esp., 3 sites
  - Pas de temps journalier, 10-15 ans (modèles par classe d'âge)
- Comparaison aux données expérimentales



Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

11

- Modèle dérivé de travaux antérieurs (Connoly 1991, Thomann et al. 1992, etc.)
- Température quotidienne disponible sur 1 site du tronçon
- masse et taille ajustées aux données expérimentales obtenues dans le projet
- Préférences alimentaires basées sur données expérimentales
- R and M négligeables pour PCB 153
- concentration PCB dans l'eau : estimation d'après étude d'impact TREDI, considérée comme constante (et très faible)
- concentrations PCB dans les sédiments: cf. carottes
- concentrations PCB dans les proies : dérivées du sédiment (carottes) avec un modèle stationnaire

## C – calcul de seuils sédiment

- Modèle + corrélation CB153 –  $\Sigma [7PCBi]$
- Hypothèses
  - 0 dépassement / période modélisée
  - Dépassement toléré X% du temps (par ex. 20%)
- Les résultats dépendent du site
- La tolérance de dépassement concernerait la période chaude : quelle cohérence pour la gestion du risque ?

	Barbeau	Brème	Chevaie
MTE	1	1	2
GDL	0.7	0.5	1
BRE	0.7	1.5	1.2
MTE-20	2.3	1.7	3.3
GDL-20	1.7	1	2
BRE-20	2	3	3

$\Sigma [7PCBi]$  ng.g<sup>-1</sup> ps

Lopes C, Persat H, Babut M (2012) *Ecotoxicology and Environmental Safety* **81**, 17-26

Séminaire La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB  
- 18 décembre 2012

12

## Synthèse (1)

- Les 3 modèles permettent de représenter ± bien la relation sédiment ↔ poisson
  - BSAF perfectibles si meilleures données sédiment
  - Modèles à base statistique ou physiologique valides pour 3 espèces – 3 sites
  - Seuil réglementaire (poisson) → 1 valeur sédiment
- Absence d'un concept écotoxicologique – graduation du risque pour définir S1 et S2
  - S'appuyer sur les taux d'erreur (I et II)
- Logique
  - S2 : diminuer l'erreur de type I = protéger l'opérateur contre le risque économique
  - S1 : diminuer l'erreur de type II = protéger le consommateur ou l'écosystème

## Synthèse (2) : quels usages des seuils ?

- Cohérence entre les 3 modèles ?
  - BSAF :
    - 50-60% de prédiction correcte
    - 27 ou 50 ng.g<sup>-1</sup>, comparable à médiane des valeurs obtenues avec le modèle statistique (i.e. 50% des poissons conformes) = 32 ng.g<sup>-1</sup>
  - Modèle statistique vs modèle à base physiologique
    - 90% des poissons conformes à ≈6 ng.g<sup>-1</sup> – cohérent avec les bases de données
    - Barbeau, brème et chevaie conformes 100% du temps entre 0.7 et 2 ng.g<sup>-1</sup> dans le sédiment
- Seuil « BSAF » 27 ou 50 ng.g<sup>-1</sup> (ps,  $\sum \text{PCBi}$ ) ⇒ S2
- Seuil obtenu par le modèle statistique (90<sup>ème</sup> percentile) ⇒ S1: 6 ng.g<sup>-1</sup> (ps,  $\sum \text{PCBi}$ )



## Remerciements

- Christelle Lopes
- Aurélia Mathieu
- Sébastien Pradelle
- Annie Roy-Peretti
- et d'autres encore
- ... sans qui ces travaux n'auraient pas abouti
- et dans un autre registre
  - DREAL – Délégation de bassin
  - Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse
  - Région Rhône-Alpes
  - Région PACA
  - ONEMA

## **Recommandations étayées par les résultats des études**

---

Yves Gouisset, DREAL de bassin RM  
Blandine Clozel Leloup, BRGM



# « L'échantillonnage et l'analyse »

## **Recommandations pour l'échantillonnage des sédiments aquatiques potentiellement contaminés**

**Yves GOUISSET – DREAL Rhône-Alpes, Délégation de bassin Rhône-Méditerranée**  
**Blandine CLOZEL – BRGM Rhône-Alpes**

## Echantillonnage des sédiments aquatiques contaminés

**ENJEUX : Etablir de manière satisfaisante l'état de contamination des sédiments aquatiques**  
**→ Milieux hétérogènes**

- **Connaître l'état d'un milieu aquatique**
  - **DCE, sanitaire – surface - interface avec le biote**
  - **Guide AQUAREF**
  - **Moyens techniques « légers »**
- **Evaluer la contamination d'un massif sédimentaire**
  - **Généralement avant travaux**
  - **Surface et Volume complet → profondeur**
  - **Moyens techniques légers adaptés, « lourds »**

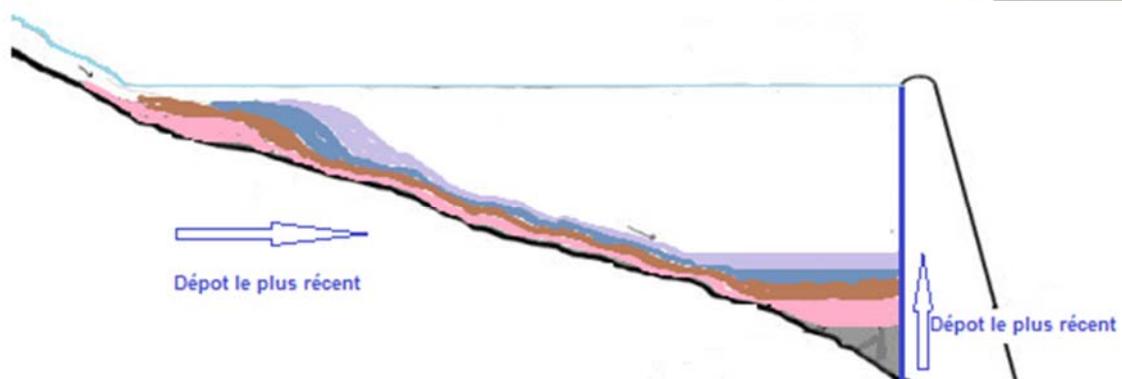
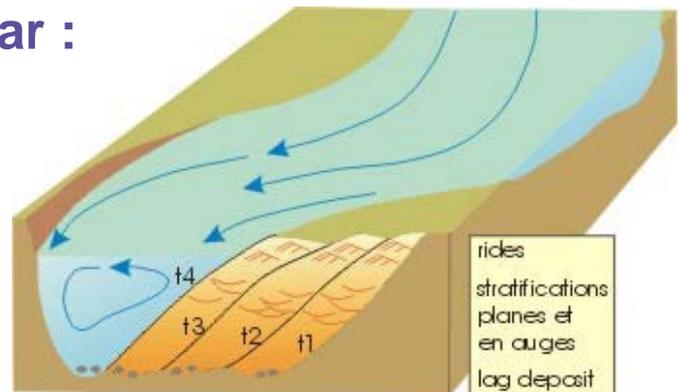
## Cas de TRAVAUX : Objectif de l'échantillonnage

- **Evaluer avec une précision satisfaisante :**
  - **Avant travaux : La présence de contaminants dans le massif sédimentaire :**
    - **Quantité de contaminants dans le massif (en kg)**
    - **Evaluer une teneur moyenne**
    - **Présence de points chauds (# sédiments anciens)**
    - **Le futur fond de la zone de travaux**
  - **Après travaux : L'état des fonds :**
    - **Nouveaux fonds mis à nus**
    - **Fonds périphériques ou aval après redéposition**

## Plan d'échantillonnage

Adapté et dimensionné par :

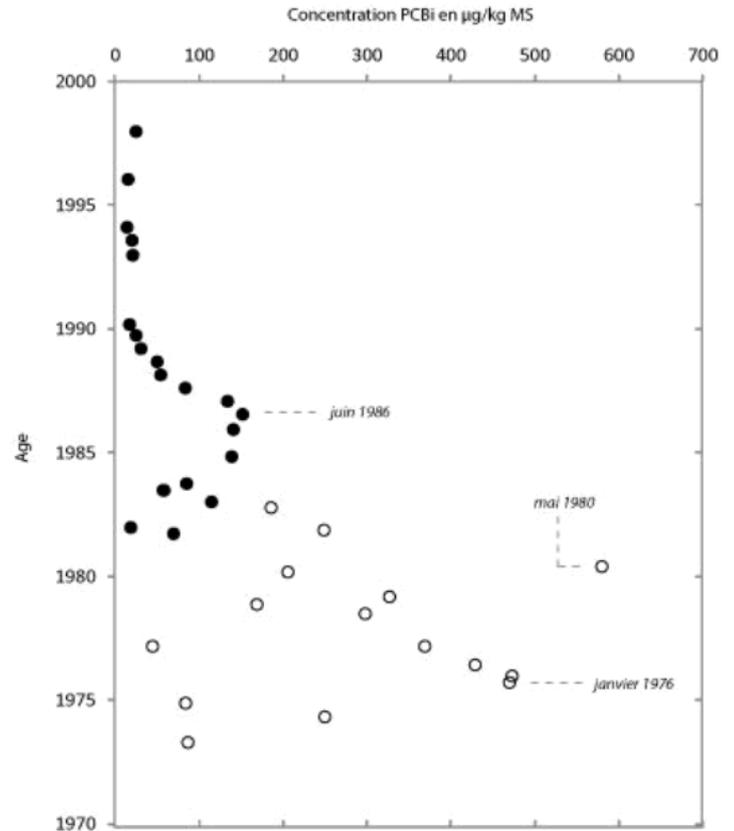
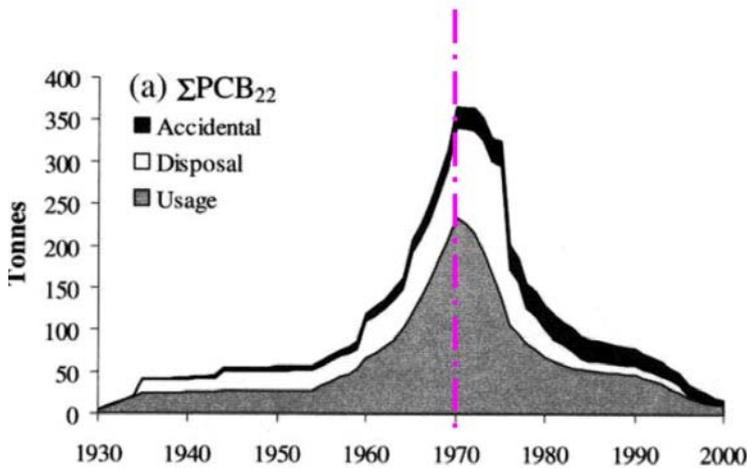
- **Les conditions hydromorphologiques des dépôts**



## Plan d'échantillonnage

Adapté et dimensionné par :

➤ **Les âges des dépôts**



## Plan d'échantillonnage

Adapté et dimensionné par :

- **Le critère :**
- **sédiments libres** (# récent, + homogène, moins contaminé, - d'échantillons).
  - **immobilisés** (# ancien, hétérogène, risque de contaminations, + d'échantillons).

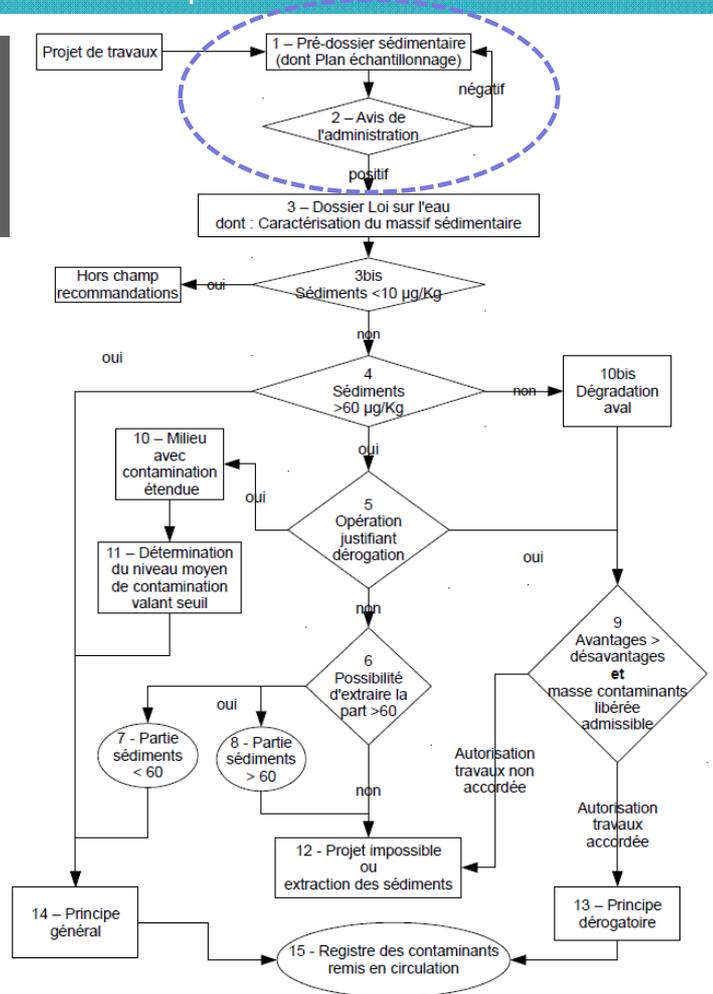


# Plan d'échantillonnage Place dans la procédure administrative

## Procédure recommandée dans le bassin RMed

### Pré-dossier sédimentaire :

- **Description sommaire des travaux**
- **Plan échantillonnage (méthode, nombre, analyses)**
- ...



# Plan d'échantillonnage Importance dans la préparation des travaux

**Exemple 1 : Chasse de barrage**

**Exemple 2 : Marges alluviales (Casiers Girardon)**

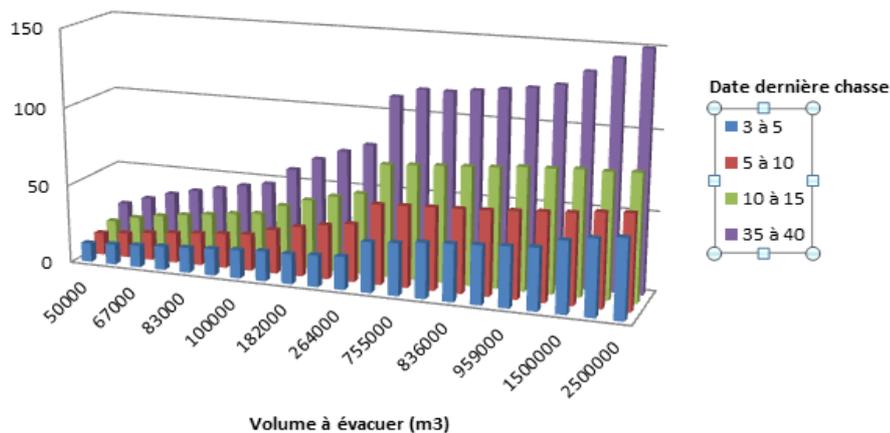
## Exemple 1 : Préparation d'une chasse de barrage

Les processus hydromorphologiques de sédimentation renseignent sur la forme du massif sédimentaire et les âges relatifs des couches



L'effort d'échantillonnage est fonction du volume des sédiments (bathymétries) et de leur âge (# libre/immobilisés)

Nombre d'échantillons

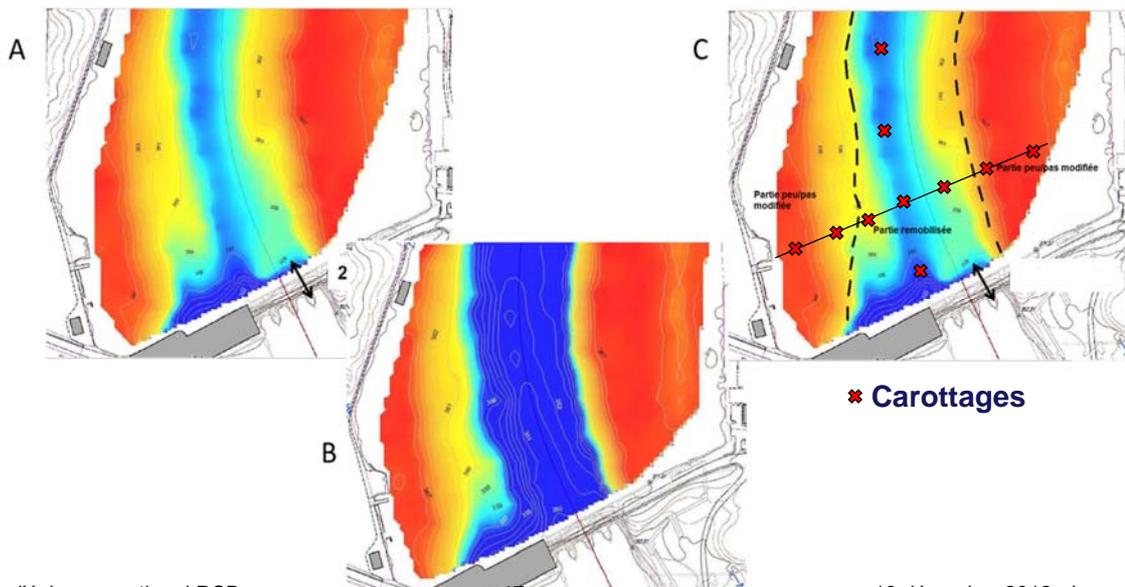


## Exemple 1 : Préparation d'une chasse de barrage

La localisation des points d'échantillonnage tient compte des processus hydromorphologiques durant les travaux (Chasses = expériences passées ou théorie)

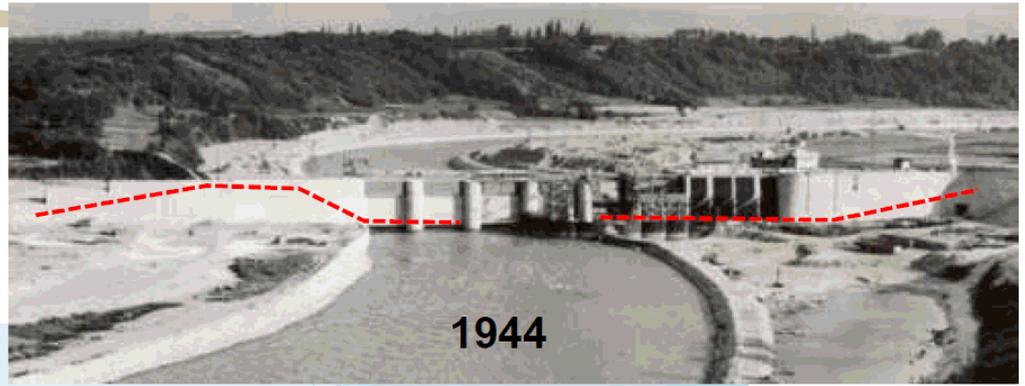
A : Bathymétrie avant chasse – B : après chasse

C : identification partie remobilisée par les chasses



## Exemple 1 : Préparation d'une chasse de barrage

10 juin 9h10  
niveau: 360.5 m  
moins 8.5 m  
débit : 250 m<sup>3</sup>/s



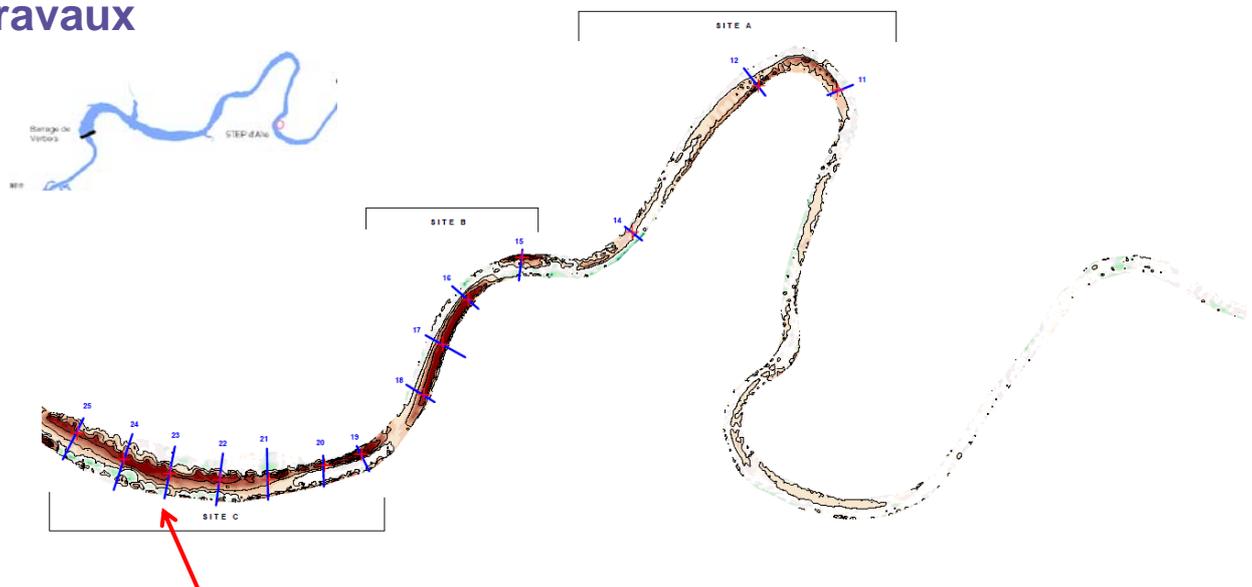
1944



2012

## Exemple 1 : Préparation d'une chasse de barrage

La localisation des points d'échantillonnage tient compte de la configuration du massif sédimentaire concerné par les travaux



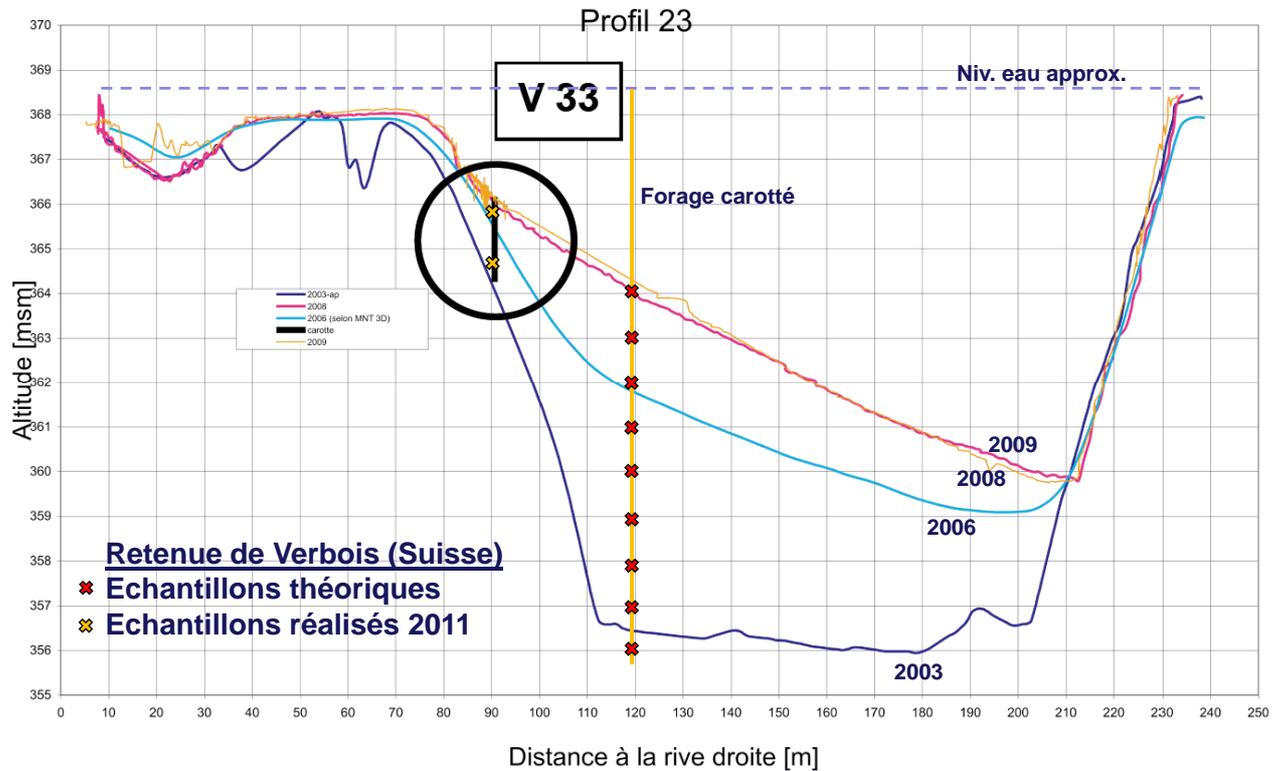
CHASSE 2010 DE LA RETENUE DE VERBOIS

Echantillonnage des prélèvements de sédiments pour mesures PCB

ECHELLE 1:2'000

## Exemple 1 : Préparation d'une chasse de barrage

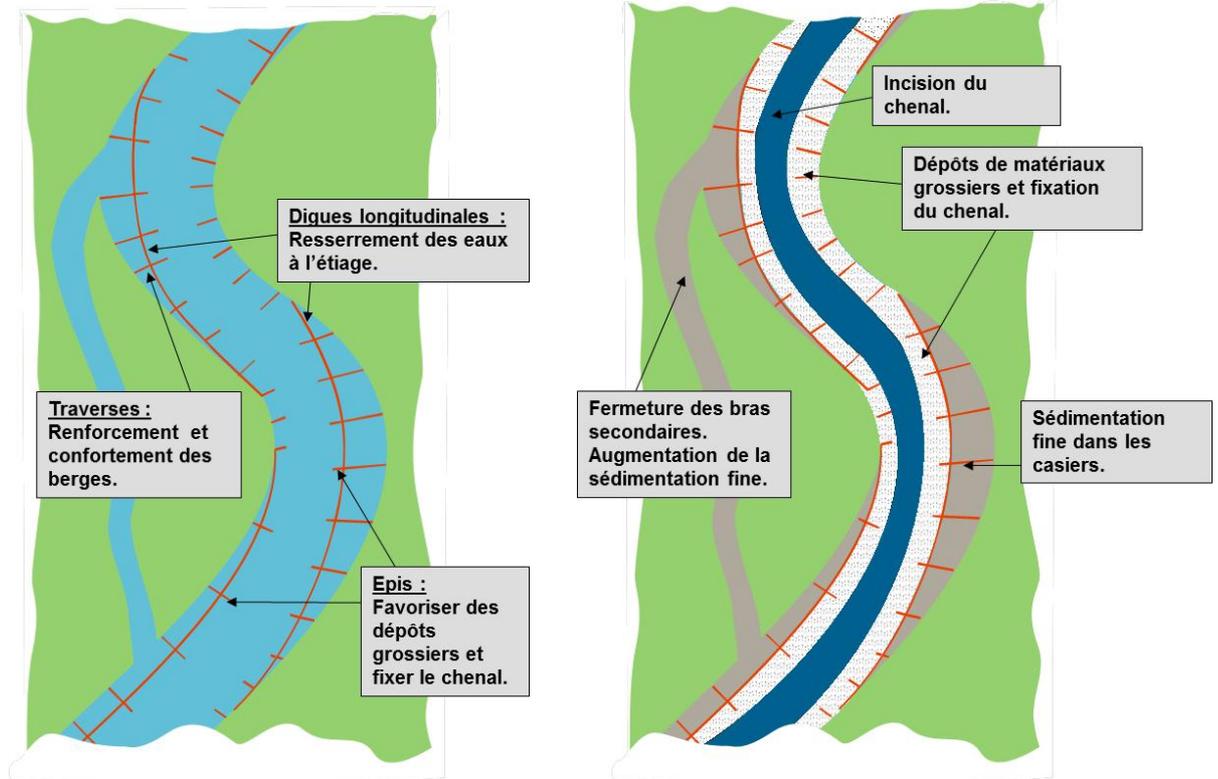
La profondeur de carottage est donnée par les cartes d'isopaches des sédiments susceptibles d'être chassés



## Exemple 2 : Marge alluviale – Casiers Girardon

## Le Rhône : un fleuve canalisé

- Aménagements XIX-XXème



## Le Rhône : un fleuve canalisé

Construction de barrages, centrales hydroélectriques et canaux

Zones de Rhône court-circuité (Vieux-Rhône) sont favorables au démantèlement des casiers :

- Vase d'expansion aux inondations;
- Biodiversité;
- Echange nappe-rivière



## Contexte de l'étude

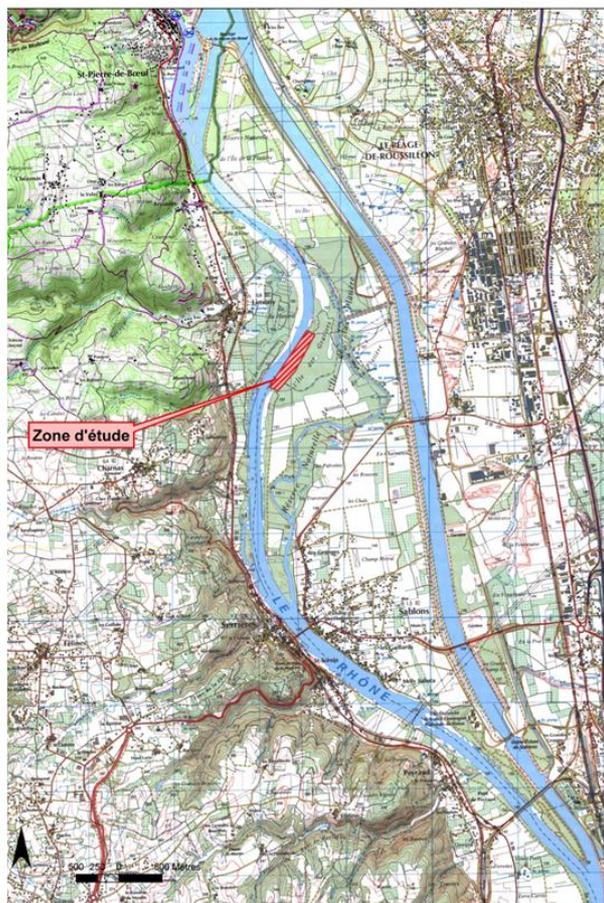
Constat : Présence de PCB dans certains de ces massifs sédimentaires

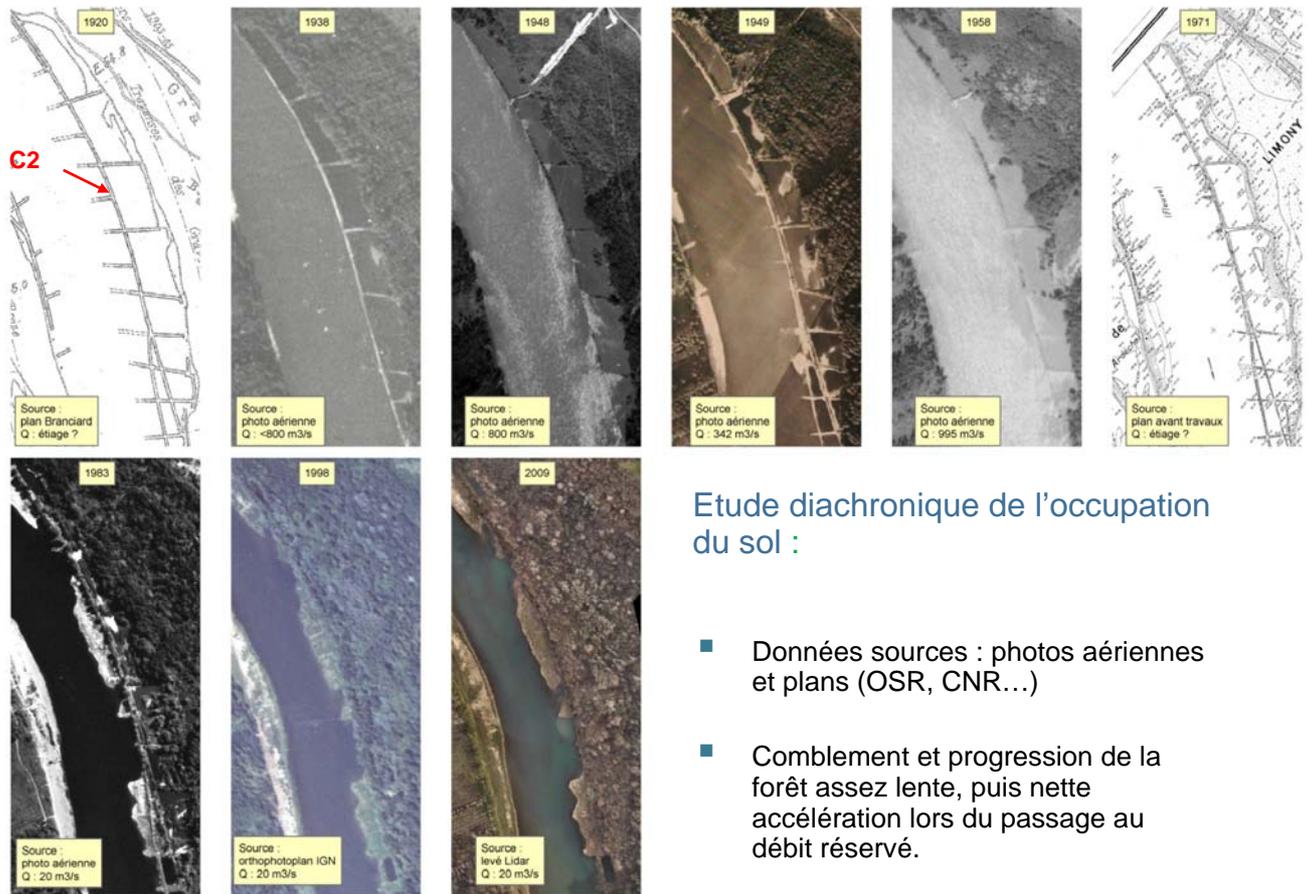
Besoin exprimé par la CNR, la DREAL, l'AE, la Région

- Mieux caractériser les quantités de PCB présentes dans les masses sédimentaires accumulées dans les casiers Girardon ;
- Disposer d'une méthode d'échantillonnage adaptée transposable aux autres casiers ;

Etude approfondie d'un casier Girardon, Ile des Gravieres, Péage de Roussillon

## La gestion des milieux aquatiques avec le risque PCB





Etude diachronique de l'occupation du sol :

- Données sources : photos aériennes et plans (OSR, CNR...)
- Comblement et progression de la forêt assez lente, puis nette accélération lors du passage au débit réservé.

Evolution des berges



■ 1860 à 1920 :  
Début des aménagements, berge en érosion importante (~ 130 m)

■ 1920 à 1938 :  
Accrétion de la berge (~ 20 m)

■ 1938 à 1971 :  
Faible remodelage de la berge : progression et recul, localisé dans le temps et l'espace.

## Evolution des berges



- **1971 à 1998 :**  
**Progression régulière de la forêt, casier fermé en 1998**

## Plan d'échantillonnage

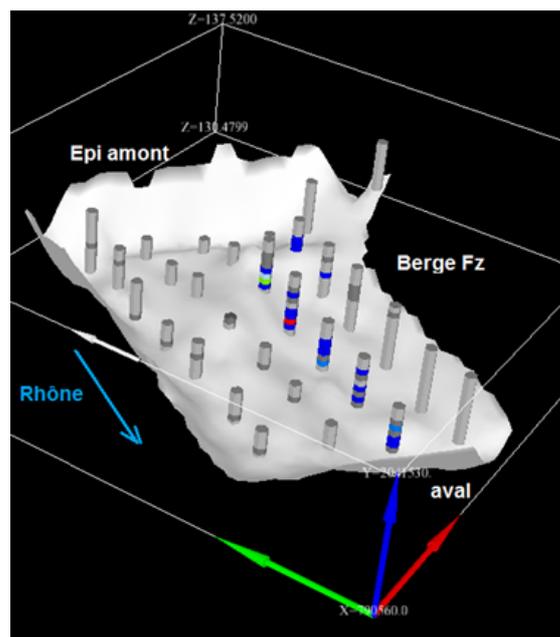


- Systématique ; quadrillage homogène sur le casier
- Maille carré 15 mètres
- 30 points de prélèvements ; carottes de 0,75 à 3 mètres, 216 échantillons de 30 cm.
  - Granulométrie
  - 7 PCB indicateurs
  - Matière organique
  - Principaux métaux, 16 HAP liste EPA



## Résultats PCB

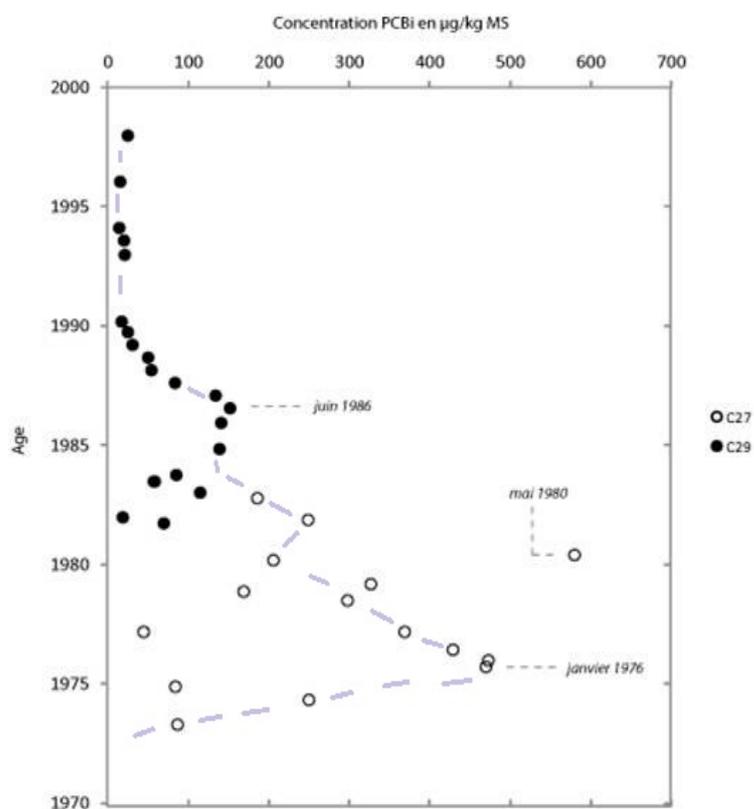
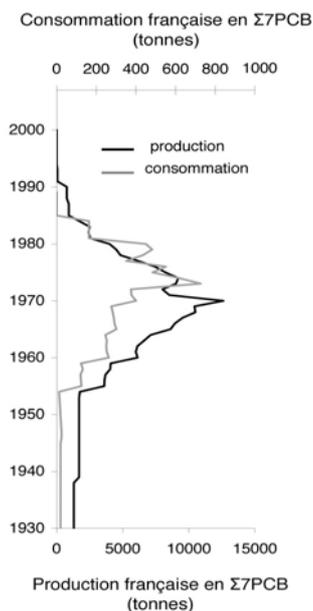
- ⑩ 7 PCB<sub>i</sub> <LQ de 7 µg/kg à 1230 µg/kg MS
  - Médiane 40µg/kg
  - Moyenne 75µg/kg
  - 37% > 60µg/kg
- ⑩ Analyses statistiques des données
  - PCB : pas de relation avec :
    - la matière organique (COT)
    - la granulométrie
  - ni avec aucun autre paramètre mesuré
    - Ca, Mg, Fe,..
  - à l'exception des métaux (Pb, Zn, Cu)



- Masse de PCB dans ce casier : 2,3 kg (volume x densité x concentration)
- Structuration de la contamination en PCB

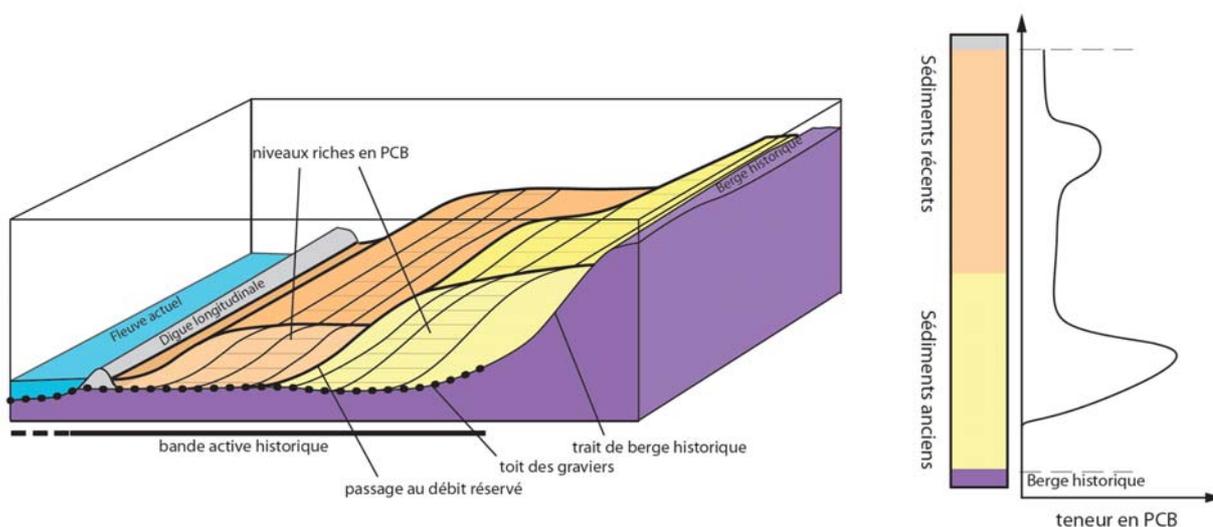
## Chroniques historiques de la contamination en PCB

- Pic de pollution centré sur le milieu des années 1970
- Enregistrement d'une pollution historique



## Conclusions

- Pollution PCB est une pollution historique, présente de façon structurée, contrôlée par les périodes et modalités de remplissage du casier ;
- Les paramètres comportementaux (taille des particules, concentration en matière organique) ne sont pas déterminants ;
- Les périodes de remplissage peuvent être abordées par l'étude des photos aériennes et orienter l'échantillonnage.



## Conclusions

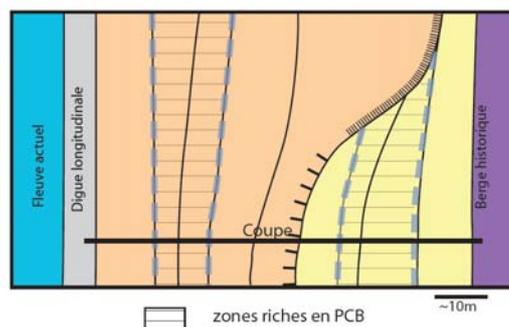
Protocole d'échantillonnage en deux temps :

1<sup>ère</sup> phase :

- A sein d'une unité constituée de plusieurs casiers
- Sur la base de l'étude diachronique, sélectionner le casier (ou les casiers) qui présente l'enregistrement le plus complet de la chronologie des dépôts de l'ensemble de l'unité
- Les zones de prélèvements sont régulièrement espacées et couvrent tout le dépôt
  - Prélèvement à la tarière à main (par passée de 20 à 30 cm) pour constituer des échantillons d'un mètre maximum d'épaisseur
  - Analyses au laboratoire
  - PCB oui/non

2<sup>ème</sup> phase :

- Non : Réalisation de quelques prélèvements au sein des autres casiers
- OUI : Caractérisation approfondie comme pour la phase précédente



... merci de votre attention

## Objectif de l'échantillonnage

- **Evaluer de manière satisfaisante ?**
  - ***Moyens techniques adaptés***
  - ***Évaluation finale de l'état de contamination (répartition des contaminants, quantité totale de contaminants) validée :***
    - ***Soit, avec un taux d'erreur calculé → erreur acceptable***
    - ***Soit par rapport à la connaissance / compréhension de la structure sédimentaire***

# **Hiérarchiser les enjeux et relativiser les impacts et risques PCB**

---

Yves Gouisset, DREAL de bassin RM



# « Hiérarchiser les enjeux, relativiser les impacts et risques PCB »

## **Recommandations relatives aux travaux et opérations impliquant des sédiments aquatiques potentiellement contaminés**

Yves GOUISSET – DREAL Rhône-Alpes, Délégation de bassin Rhône-Méditerranée

## « Recommandations sédiments »

- **Plan d'action PCB de bassin 2008-2010 et 2011-2013**  
Action : « Développer des outils de gestion sédimentaire »
- **Plan d'action PCB national**  
Action : « Comprendre les phénomènes de transfert sédimentaire et établir une doctrine pour la conduite des opérations de dragage »
- **SDAGE**  
Disposition n° 5C-04 : L'Etat doit « Etablir les règles d'une gestion précautionneuse des travaux sur les sédiments aquatiques contaminés ».
- **V1 en 2008**  
Dragage navigation, basée sur seuils 10 et 60 µg/KG  
Utilisée, citée dans arrêtés préfectoraux

## Recommandations sédiments - V1 - REX

### Entretien chenal de navigation

- Plan de gestion pluriannuels de dragage de VNF et CNR (>900 km – arrêtés signés)

### Dragages entretien

- Canaux d'amenée CNPE

### Chasses

- Haut Rhône – juin 2012

### Travaux

- Dragages des ports du Bourget
- Piles de ponts, passe à poissons, ...

### Atterrissements

- Rives de Giers, Combe de Savoie, ...

### Marges alluviales

- Dépôts en berge, Lônes, casiers Girardon

**→ Besoin d'une V2**

**Contraintes croissantes d'application, voire blocages**

**Notamment sur sédiments immobilisés, anciens, contaminés**

## Recommandations sédiments - V2

- **Aller au-delà des règles, quelquefois bloquantes, basées sur la concentration en contaminants de la V1**
- **Tous milieux sauf marin**
- **Toutes opérations**
- **PCB, mais ouverture à d'autres contaminants**  
Discussion sur distinction entre contaminants non biodégradables (bioaccumulateurs) et autres micro-polluants.

## Recommandations sédiments - V2

### PRINCIPES

- Une règle : Caractérisation du massif sédimentaire
  - → justifier une « teneur moyenne générale » ou identifier des « points chauds »
  - → évaluer une quantité de contaminant

### ANNEXES

- Fiches milieux aquatiques
- Echantillonnage des sédiments, Fiche prélèvement
- Analyses en laboratoire / Tests écotoxicologiques
- Techniques de travaux et mesures pour minimiser les impacts
- Eléments pour la décision d'entreprendre les travaux
- Gestion à terre des sédiments (réglementaires – techniques)

## Recommandations sédiments - V2 - Principes

### Cas général

- **Non dégradation**
  - *Ne pas augmenter la contamination en PCB dans les zones aval ou périphériques*
  - *Ne pas disperser des sédiments à des teneurs conduisant à la contamination des poissons (au sens sanitaire)*
- **Seuils min et max de 10 et 60\*\*\* µg/Kg de PCB<sub>i</sub>**
  - < 10 : « pas de problématique PCB »
  - < 60 : précautions pour ne pas dégrader
  - > 60 : ne pas remettre les sédiments à l'eau
- ✓ **Pilotage par : concentrations**
- ✓ **Principe Non dégradation : respecté**

\*\*\* une évolution le 18/12/12 ?

## Trois cas particuliers dérogatoires

### DEROGATION 1

- **Cas de rivières contaminées ( $> 60\mu\text{g}/\text{Kg}$ ) sur un linéaire significatif**
  - **La teneur moyenne de la contamination du cours d'eau remplace le seuil de 60**
  - **Interventions ponctuelles**
  - **Toutefois : seuls les travaux d'intérêt public ou environnemental sont possibles afin de minimiser les remises en mouvement vers aval et confluences**
  
- ✓ **Pilotage par : concentrations**
- ✓ **Principe Non dégradation : respecté**
- ✓ **La décision administrative s'appuie sur :**
  - **Effectivité de l'intérêt public ou environnemental d'opérations ponctuelles**

## Trois cas particuliers dérogatoires

### DEROGATION 2

- **Cas de sédiments  $< 60\mu\text{g}/\text{Kg}$  mais dégradation aval ou périphérique**
  - **Sédiments à « draguer »  $[x] \leq 60\mu\text{g}/\text{Kg}$**
  - **Mais aval ou périphérie  $< [x]$**
  - **Après travaux : zone impactée  $\neq [x]$ , donc dégradée**
  
  - **Décision administrative doit disposer d'éléments de décision**  
→ **liste critères avantages/désavantages**
  - **Toutefois : seuls les travaux d'intérêt public ou environnemental sont possibles afin de minimiser les remises en mouvement vers aval et confluences.**
  - **Plans d'eau**

**Pilotage par : concentrations**

**Principe Non dégradation : non respecté**

**La décision administrative s'appuie sur :**

- **Effectivité de l'intérêt public ou environnemental des travaux**  
**Liste critères avantages-désavantages**

### DEROGATION 3

#### **Cas d'opérations où :**

- **dépassement du seuil de 60µg/Kg (généralement immobilisés)**
- **travaux conçus exclusivement ou essentiellement dans un but environnemental ou sécurité des biens et des personnes (diff. urgence)**
- **extraction des sédiments impossible ou coût disproportionné**
- **Préparer les éléments nécessaires à une prise de décision**
  - *liste critères avantages/désavantages*
  - *dont la quantité de contaminant, la durée de remise en circulation*  
→ **flux complémentaire en kg/an vers le milieu marin**
  - *Plans d'eau*

#### Pilotage par : Flux

#### Principe Non dégradation : non respecté

#### La décision administrative s'appuie sur :

- *validation : - intérêt environnemental majeur*  
*- extraction des sédiments contaminés impossible*
- *liste critères avantages-désavantages*  
*dont : acceptabilité d'un flux supplémentaire de PCB dans le milieu aquatique et vers la mer (éléments de relativisation)*
- *tenir le registre des flux autorisés à l'échelle du bassin*
- *respect de quotas annuels*

### Recommandations sédiments - V2 - Principes

## Cas particuliers dérogatoires : Pilotage par les flux

**4 questions de fond pour maîtriser ces dérogations  
au principe de non dégradation ?**

### 1 - Quel filtre pour les opérations « vertueuses » ?

Eviter les opérations alibi

→ Limiter aux opérations :

- inscrites dans le programme de mesure du SDAGE ?
- permettant une réduction d'un risque d'inondation.

### 2 - Le caractère « vertueux » des travaux vaut-il compensation ?

→ Difficulté d'imaginer une compensation portant sur une réduction du stock de PCB en circulation ou susceptible de l'être à court terme :

- traitements d'autres zones contaminées ?
- recherche de sources (anciennes décharges en berge) ?

### 3 - Est-il besoin d'une gouvernance particulière ?

Initialement supposé.

→ Les circuits d'autorisation dans le cadre des dossiers loi sur l'eau suffisent.

→ Besoin d'un « registre » des flux autorisés vers la Méditerranée.

### 4 - Comment évaluer l'acceptabilité d'un flux supplémentaire de PCB vers la Méditerranée ? Une relativisation est-elle concevable ?

#### Exemple du Rhône

→ : # 150 Kg/an de PCB vers la Méditerranée

Queue de contamination, « Bruit de fond anthropique ».

→ Autorisations de rejets industriels en PCB ?

TREDDI + ARKEMA : autorisation totale de 0.4 Kg/an

- **Chasses du haut-Rhône (<60 µg/Kg)**, retenue de Verbois (juin 2012)  
# 5 à 8 kg PCB dans les 1,7 à 2.7 Mm<sup>3</sup> de sédiments  
+ 5 à 8 % en 2012 - 12 à 20 ans de rejets industriels autorisés
- **Ensemble casiers remobilisables sur Rhône : 2011-2027** (envisagés)  
476 Kg de PCB<sub>i</sub> remis dans le circuit en 16 ans  
de 5 à 38 kg/an en régime de croisière  
+5 à 38% par an (question : évolution de la référence de flux)

... merci de votre attention

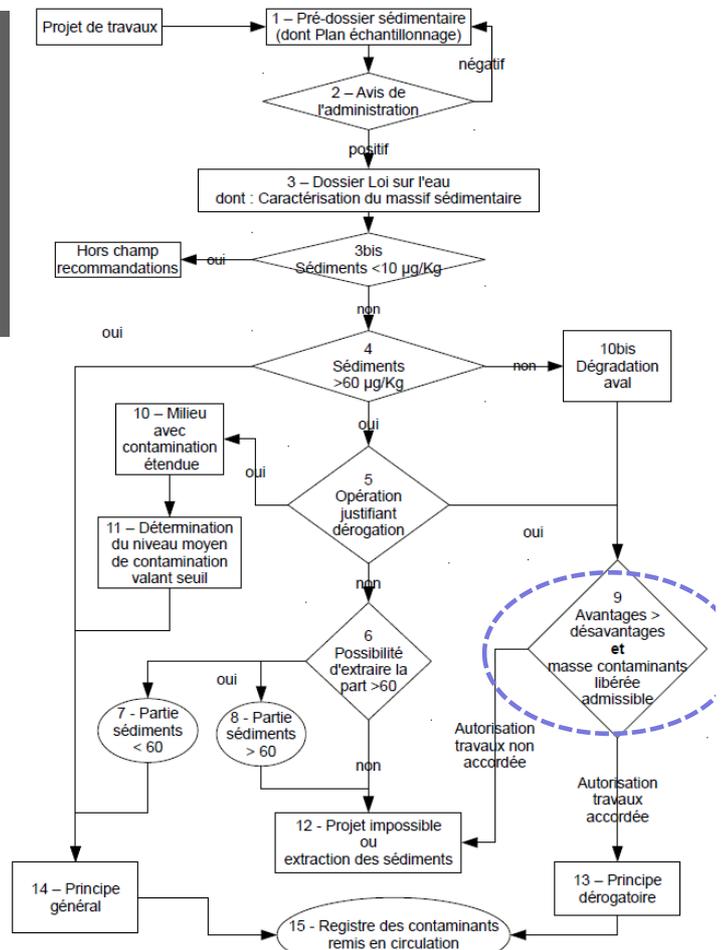
« *L'ennui avec l'absolu c'est que quand on le quitte on tombe nécessairement dans le relatif.* »

- 1 - Michel AUDIARD ?
- 2 - Jean-Claude CLARI ?
- 3 - Jean-Claude VANDAMME ?

Recommandations de bassin :  
Cas dérogatoires  
Avantages / désavantages

**Pré-dossier sédimentaire :**

- > **Description sommaire des travaux**
- > **Plan échantillonnage (méthode, nombre, analyses)**
- > ...

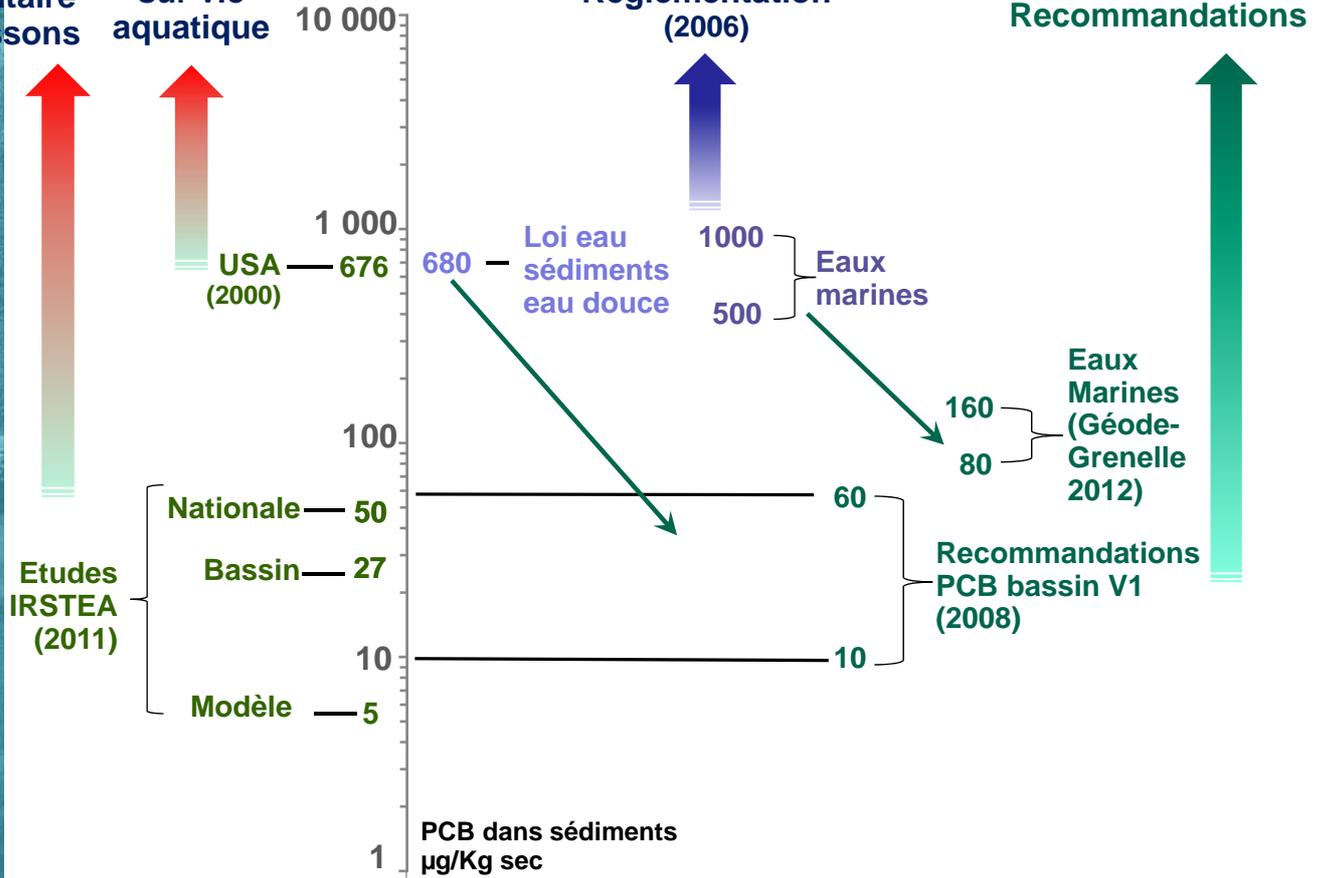


Contamination  
sanitaire  
poissons

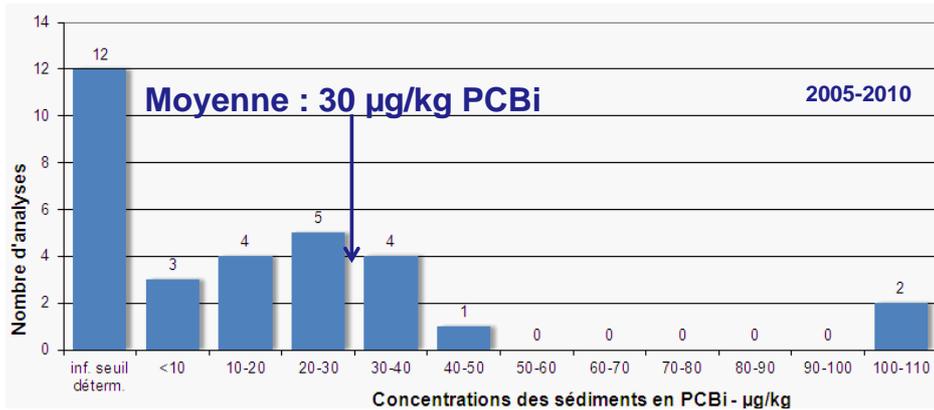
Effets  
sur vie  
aquatique

Réglementation  
(2006)

Recommandations



Ex : PCB dans les sédiments et poissons du Rhône

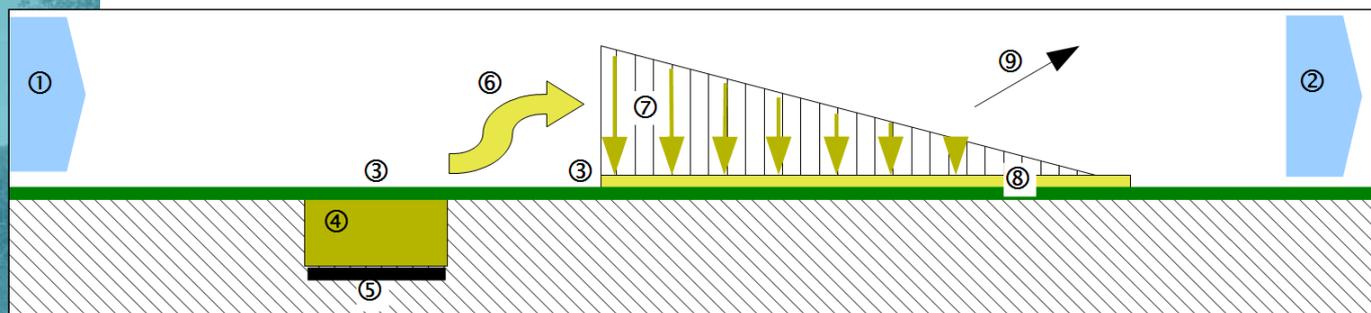


Sédiments du Rhône-Moyen

PCBi - $\mu\text{g}/\text{Kg}$		
Le Tillet	AIX-LES-BAINS	30 171
La Laysse	LE BOURGET-DU-LAC	2 646
L'Azergues	LUCENAY	1 768
Le Gier	GIVORS	1 744
La Luynes	AIX-EN-PROVENCE	1 330
L'Isère	TULLINS	770
L'Ouche	DIJON	639

Cours  
d'eau les  
plus  
contaminés  
du bassin

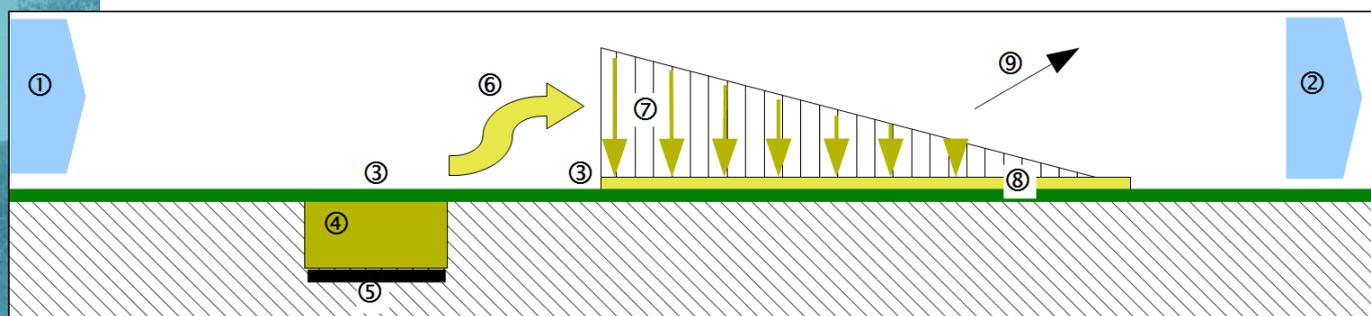
## Recommandations sédiments – cas général



4 – massif sédimentaire à draguer  
 3 – fond avant travaux  
 5 – fond après travaux de la zone draguée  
 6 – restitution aval des matériaux dragués  
 1 - Flux préexistant en PCB

7 – zone de re-sédimentation aval des matériaux remis au fleuve (clapage, hydraulique)  
 8 – nouveau fond après dépôt aval  
 9 – zones de berge éloignées atteintes par les particules les + fines  
 2 – Flux après travaux et hors zone d'interaction

## Recommandations sédiments – cas général



### Après travaux

en 5 : teneur en PCB du nouveau fond de la zone draguée  $\leq$  à fond initial 3

en 8 : teneur en PCB du nouveau fond de la zone aval  $\leq$  à fond initial 3

En 2 - hors zone d'interaction : flux de PCB sur matières en suspension égal au flux amont, à l'échelle de la masse d'eau

En 9 – zones de berges (zones de protection, fort potentiel environnemental) non atteintes par les matières en suspension (PCB biodisponibles)



Rivière de la Sarine

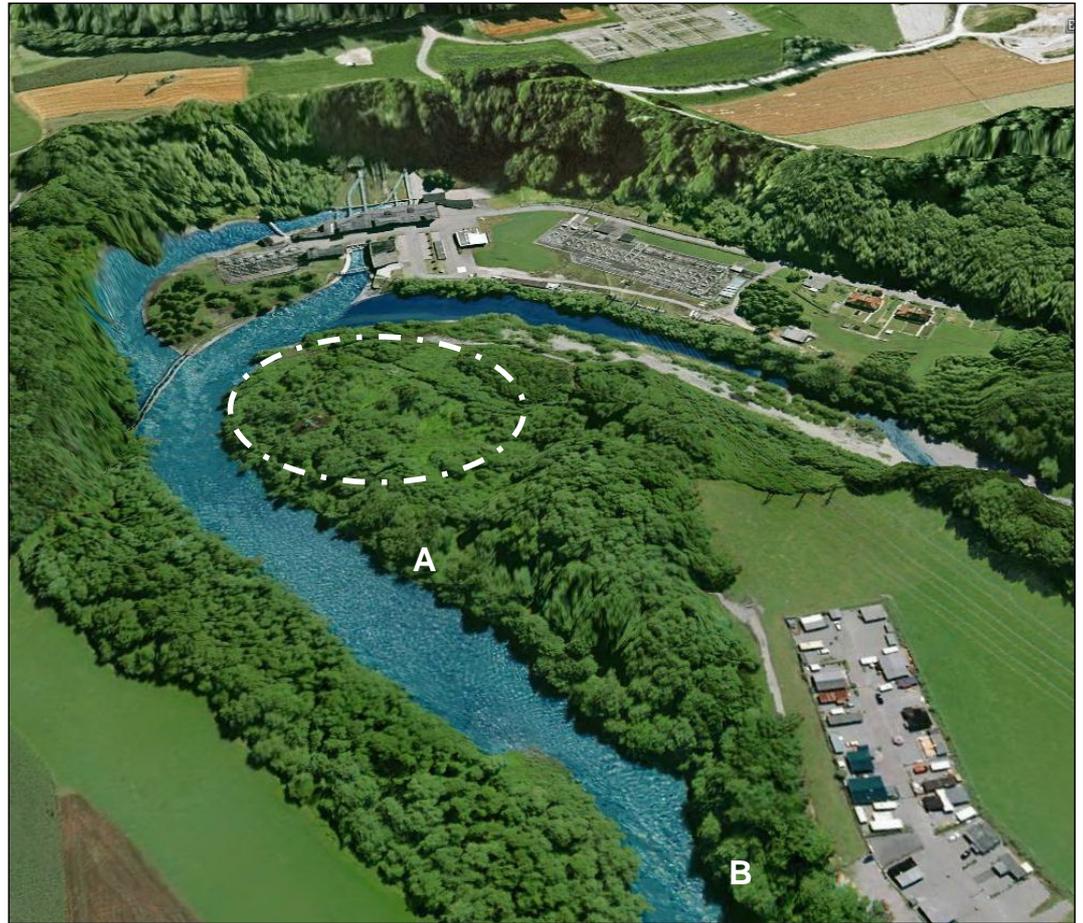
Canton du Jura

(non protégée avant 2010)

PCB  
principalement

A : 664 000  $\mu\text{g}/\text{Kg}$

B : 632  $\mu\text{g}/\text{Kg}$





---

**QUELQUES  
ELEMENTS DE  
CADRAGE**

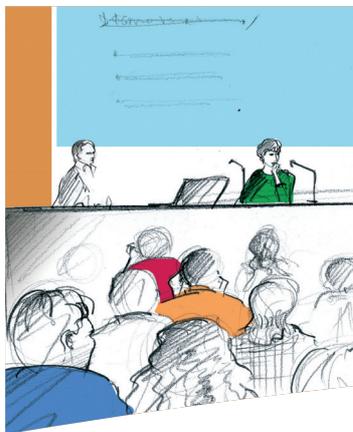
---



**Les rencontres de l'ONEMA :  
Plan national d'action sur les PCB :  
qu'avons-nous appris ?  
(séminaire du 31 mai 2012 )**

---





LES

# Rencontres

DE L'ONEMA

## Plan national d'actions sur les PCB : qu'avons-nous appris ?

Un séminaire organisé le 31 mai 2012 à Bordeaux

Interdits depuis 25 ans, les Polychlorobiphényles (PCB) sont toujours présents sur les fonds de nombreuses rivières françaises – et dans la chair des animaux qui y vivent. Cette pollution historique a refait surface en 2006 avec l'adoption par l'Union européenne de nouvelles normes sanitaires pour la consommation des poissons d'eau douce. Le plan d'actions qui en a découlé en France a généré, en trois années de recherches, un ensemble d'avancées pour la compréhension des transferts de PCB des sédiments aux poissons, et pour la connaissance du niveau de l'exposition humaine. Les objectifs ont été atteints – notamment la proposition de valeurs seuils de PCB dans les sédiments, au-delà desquelles les produits de la pêche ne sont plus consommables. Se pose désormais la question des enseignements à tirer de cette crise face aux contaminants dits « émergents » : c'était l'un des thèmes majeurs du séminaire de restitution du plan d'actions, organisé par l'Onema, le ministère en charge de l'écologie et l'université Bordeaux 1, en partenariat avec les ministères en charge de l'agriculture et de la santé, qui s'est déroulé le 31 mai dernier à Bordeaux. Compte-rendu.

Entre 2008 et 2010, 2300 lots de poissons d'eau douce ont été prélevés par les services territoriaux de l'Onema sur 300 sites français (Figure 1, page suivante), et pour chacun les concentrations de 18 congénères de PCB<sup>1</sup> ont été mesurées – parmi d'autres substances prioritaires au titre de la directive cadre sur l'eau (DCE). Cet inventaire, le plus complet mené à ce jour en France, a confirmé l'ampleur de la contamination des poissons d'eau douce par les PCB, détectés à divers niveaux dans la totalité des échantillons analysés<sup>2</sup>. Les profils de contamination présentent cependant une forte variabilité (M. Babut, Irstea) : entre les sites, entre les différents PCB, et d'une espèce à l'autre. On distingue ainsi des poissons à fort potentiel d'accumulation (anguille, silure, barbeau, brème...) et d'autres à faible potentiel (sandre, brochet, gardon, chevesne...).



© Nicolas Poulet - Onema

Le chevesne (*S. cephalus*), l'une des espèces de poissons d'eau douce étudiées dans le cadre de l'action de recherche Irstea sur le transfert des PCB du sédiment au poisson.

<sup>1</sup> Ainsi que 17 congénères de dioxines et furanes, sous-produits involontaires de nombreux procédés industriels et de la combustion.

<sup>2</sup> Les données ayant fait l'objet d'une interprétation par l'ANSES sont consultables sur le portail [www.eaufrance.fr](http://www.eaufrance.fr)

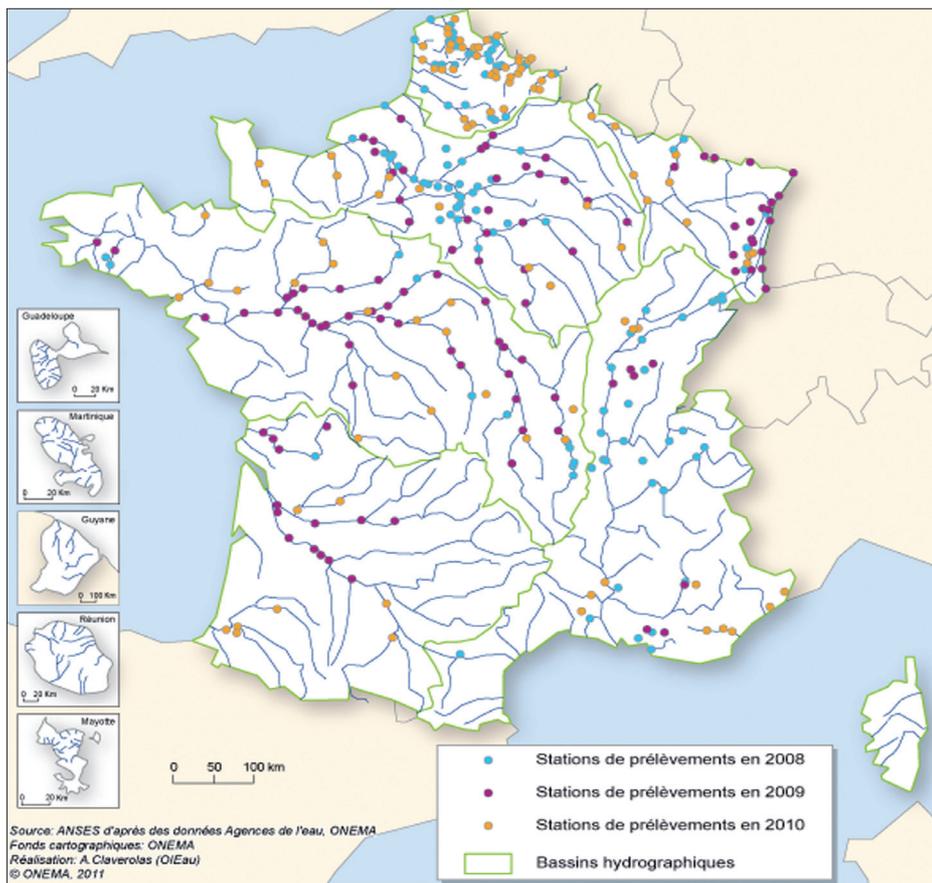


Figure 1. Stations de prélèvements du plan d'échantillonnage des poissons et des sédiments prospectées par l'Onema et les agences de l'eau dans le cadre du plan d'actions sur les PCB en 2008, 2009 et 2010.

## Transfert dans les organismes vivants : des avancées concluantes en modélisation

Un enjeu central du plan PCB consistait à améliorer la compréhension des relations entre contamination du biote - la chair musculaire des poissons - et contamination des sédiments présents dans leur habitat. C'était notamment l'objectif d'une action de recherche soutenue par l'Onema, l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, les régions Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur sur trois stations du fleuve Rhône. Cette étude (C. Lopez, Irstea) s'est appuyée sur l'analyse de la contamination de 135 poissons appartenant à trois espèces (brème, barbeau, chevesne) et de carottages de sédiments issus des trois sites. Deux approches complémentaires ont été développées. Une approche statistique a relié la contamination observée

des poissons à un ensemble de variables explicatives. Au final, elle a montré que trois de ces variables - la taille de l'animal, le pourcentage de carbone organique d'origine détritique dans son alimenta-

tion et la teneur maximale en PCB dans les sédiments à laquelle il a été exposé durant sa vie - suffisaient à expliquer 78% de la variabilité de la contamination des poissons. La seconde approche, le développement d'un modèle d'accumulation des PCB à base physiologique, a permis d'intégrer la variabilité des comportements individuels des poissons - par l'analyse du contenu de leur estomac notamment - pour expliquer pourquoi, sur un même site, deux spécimens comparables présentaient des niveaux de contamination différents. Ces deux approches ont permis aux équipes de proposer pour la gestion des sédiments cohérents entre eux (de 2,6 à 14 ng/g de PCB dans les sédiments, teneur exprimée en poids sec), au-delà desquels les poissons ne seraient plus consommables au regard des normes sanitaires actuelles. Elles restent cependant perfectibles : elles doivent être testées avec d'autres jeux de données, et étendues à d'autres espèces. Un travail de mise en cohérence des seuils de contamination des sédiments, tenant compte des objectifs de protection visés et de la vulnérabilité du milieu, serait également souhaitable ; des approches comparables à celles développées par Irstea dans le cadre du plan PCB pourraient ainsi être menées pour la révision des seuils proposés par le groupe Géode<sup>4</sup> concernant les opérations de dragage et d'immersion en mer des boues et sédiments de ports (J. Duchemin, Agence de l'eau Seine-Normandie).

### Plan national d'actions sur les PCB

A la suite d'analyses qui ont conduit à déceler des teneurs en PCB dépassant les seuils sanitaires dans la chair de certains poissons d'eau douce, les ministres en charge de l'écologie, de la santé, de l'agriculture et de la pêche ont adopté un plan d'action pour les PCB le 6 février 2008 qui s'articule autour des 6 axes suivants :

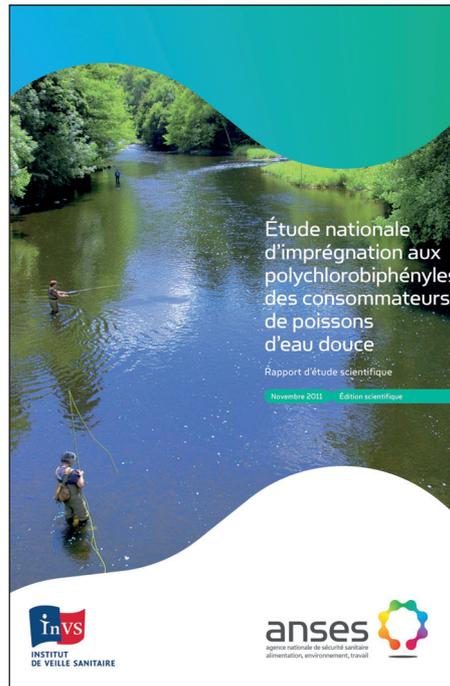
1. Intensifier la réduction des rejets de PCB ;
2. Améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques et gérer cette pollution ;
3. Renforcer les contrôles sur les poissons destinés à la consommation et adopter les mesures de gestion des risques appropriées ;
4. Améliorer la connaissance du risque sanitaire et sa prévention ;
5. Accompagner les pêcheurs professionnels et amateurs impactés par les mesures de gestion des risques ;
6. Evaluer et rendre compte des progrès du plan.

L'Onema apporte sa contribution à quatre des axes du plan national. L'Onema participe à la connaissance du devenir des PCB dans les milieux aquatiques (Axe 2). Il assure la maîtrise d'ouvrage du réseau national de suivi de la contamination des poissons (Axe 3). Il apporte son appui aux services de l'Etat pour accompagner les pêcheurs impactés par les mesures de gestion des risques (Axe 5). Il participe aux travaux du comité national de pilotage et de suivi (Axe 6).

## Consommation des poissons d'eau douce : un impact sanitaire limité ?

Seules 3,6% des femmes françaises en âge de procréer, et moins d'1% des autres adultes, présentent des taux de PCB supérieurs aux seuils sanitaires fixés par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) - respectivement 700 et 1800 ng/g de lipides<sup>4</sup>). C'est l'un des enseignements de l'Étude nationale nutrition santé (ENNS) conduite en 2006 et 2007 par l'Institut national de veille sanitaire (InVS) auprès d'un échantillon représentatif de la population française adulte, sur la base de questionnaires et d'analyses biologiques qui quantifiaient dans différentes matrices (sang, urines, ou cheveux) un ensemble de molécules chimiques dont six congénères de PCB. Plus élevés que la moyenne européenne, les niveaux sériques de PCB mesurés dans la population française indiquent néanmoins une nette tendance à la baisse : ils sont trois fois moins élevés en 2007 que lors d'une étude comparable menée en 1986. L'étude ENNS a montré que parmi les facteurs étudiés chez les adultes de 18-74 ans, l'âge et l'alimentation d'origine animale et des produits de la pêche influencent majoritairement l'imprégnation par les PCB, les facteurs géographiques et socio-économiques y contribuant dans une moindre mesure (N. Fréry, InVS).

Dans le cadre du plan national PCB, une étude de l'ANSES-InVS a cherché à évaluer l'incidence de la consommation des poissons d'eau douce sur l'exposition humaine aux PCB. Sur la base d'enquêtes à domicile et d'analyse de sang, elle a permis de préciser les habitudes de consommation et le niveau d'exposition de plus de 600 pêcheurs amateurs et 16 professionnels, ainsi que les membres de leurs foyers. Les résultats ont montré une consommation des poissons pêchés globalement faible. Elle l'est encore plus pour les espèces fortement bio-accumulatrices, que seulement 13%



Page de garde du rapport de l'étude ANSES-InVS sur l'imprégnation aux PCB des consommateurs réguliers de poissons d'eau douce

du panel consomment plus de deux fois par an - essentiellement parmi les participants âgés. Quant aux niveaux d'imprégnation aux PCB, ils apparaissent comparables à ceux de la population générale : seuls des participants âgés, vivant dans des zones très contaminées et consommateurs réguliers de poissons fortement bio-accumulateurs présentent des taux d'imprégnation supérieurs aux seuils de l'ANSES (M. Merlo et G. Rivière, ANSES).

Ces résultats tendent à montrer que le principal enjeu de la contamination des poissons d'eau douce par les PCB serait plus d'ordre écologique que sanitaire. Un tel constat devra éclairer la poursuite des recherches scientifiques sur ces contaminants - notamment l'étude de leurs transferts dans les chaînes trophiques, la compréhension des impacts environnementaux associés à une exposition chronique à de faibles doses des écosystèmes, mais aussi les travaux en cours pour l'encadrement des pratiques de dragage des sédiments.

## Littoral et produits de la mer ne sont pas épargnés

La contamination par les PCB ne se limite pas aux eaux continentales : l'apport fluvial de matières en suspension disperse ces substances chimiques dans les milieux côtiers. En 2007, les analyses réalisées sur des huîtres et des moules sur l'ensemble du littoral français (données du Réseau national d'observation du milieu marin) montraient des concentrations totales en PCB significatives aux abords des grands estuaires (C. Munsch, Ifremer) : de l'ordre de 70 ng de congénère CB-153 par gramme de poids sec aux embouchures de la Loire, de la Gironde, du Rhône, et jusqu'à 250 ng/g en baie de Seine (Figure 2).

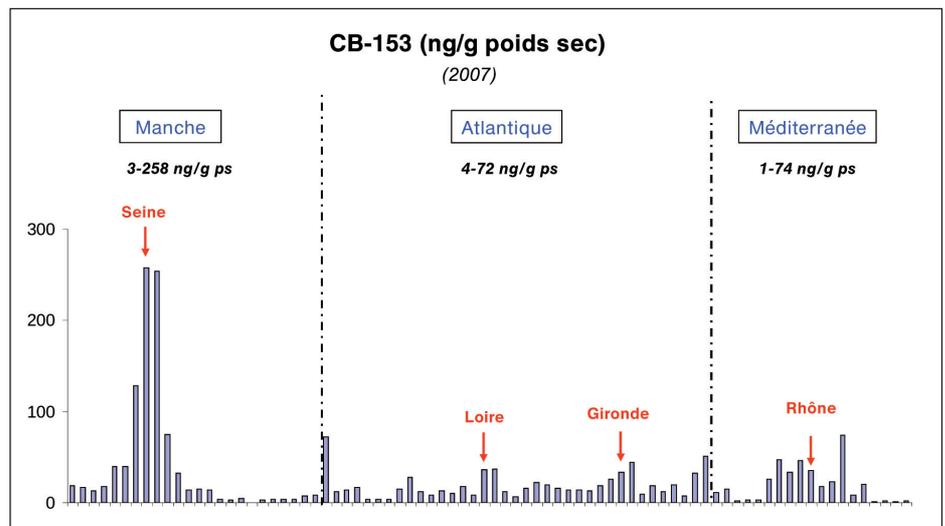


Figure 2. Distribution géographique des teneurs en congénère CB-153 (en nanogramme par gramme de poids sec) dans les bivalves marins le long de la façade maritime (données RNO-ROCCH) montrant un apport significatif en PCB des grands fleuves au milieu marin.

<sup>4</sup> Groupe d'étude et d'observation sur le dragage et l'environnement, créé en France en 1990.

<sup>5</sup> Somme des concentrations des six PCB-NDL recherchés dans l'étude : congénères 28, 52, 101, 138, 153, 180.

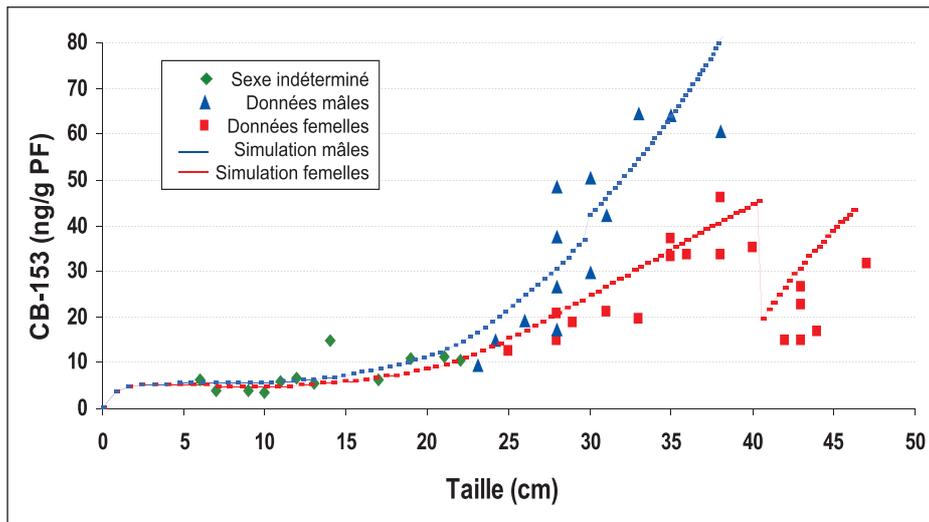


Figure 3. Le congénère CB-153 dans les merlus mâles et femelle. Comparaison de données de terrain avec celles obtenus par modélisation (Bodiguel et al. 2009).

Plusieurs études menées par l'Ifremer se sont intéressées au devenir de ces contaminants dans les chaînes trophiques marines du golfe du Lion. Le projet Merlumed (V. Loizeau, Ifremer) s'est centré sur la contamination des merlus, espèce de niveau trophique élevé, de grande importance halieutique, chez lesquels sont mesurées localement des concentrations importantes en PCB. Sur la base d'échantillonnages, menés à différents niveaux de la chaîne trophique, les équipes ont proposé un modèle de bioaccumulation des PCB pour cette espèce, qui couple un modèle bioénergétique (nutrition, croissance et reproduction de l'individu) avec un modèle de cinétique des contaminants. L'outil obtenu simule de manière satisfaisante l'évolution de la contamination en PCB au cours de la vie des merlus (Figure 3).

À la suite de cette étude, le projet Costas (V. Loizeau, Ifremer) vise quant à lui à comprendre et modéliser l'entrée et le devenir des contaminants chimiques dans le réseau trophique, du plancton jusqu'aux petits poissons pélagiques du golfe du Lion (Figure 4).

Il s'intéresse en particulier à la bioaccumulation des contaminants chez la sardine et l'anchois, deux espèces de grande importance dans l'écosystème – et fréquemment consommées par l'homme.

Ces travaux récents, parmi d'autres, reflètent une prise en compte importante de la problématique PCB dans les milieux marins. Cette orientation doit être maintenue et étendue au regard des enjeux environnementaux et sanitaires engagés: les produits de la mer, notamment mollusques et crustacés issus de baies ou d'estuaires contaminés, constituent en effet l'une des voies majeures d'exposition alimentaire aux PCB de la population française, comme l'a montré l'étude de l'alimentation totale (EAT2) conduite par l'ANSES entre 2006 et 2010 à partir de l'analyse de plus de 400 substances dans des produits représentatifs de la consommation alimentaire en France (S. Denys, ANSES) (Figure 5 page suivante).

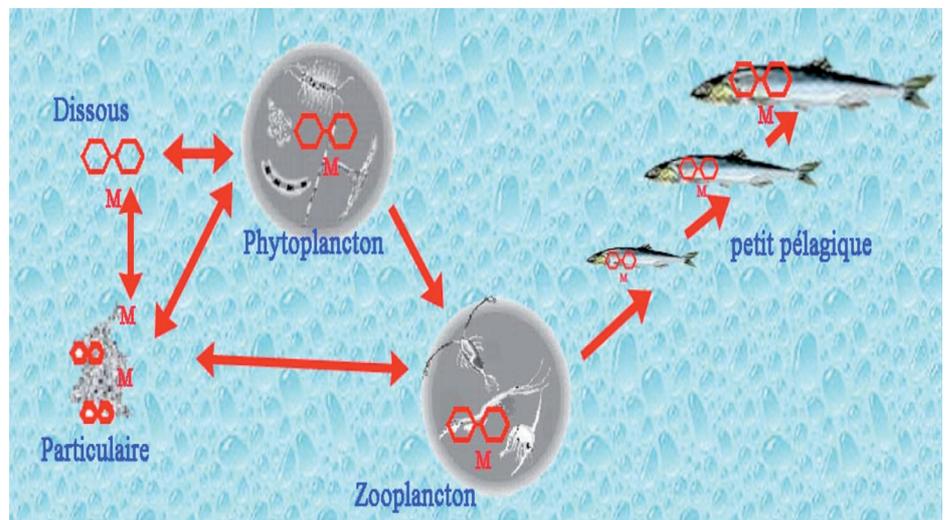


Figure 4. Représentation simplifiée de la chaîne trophique des petits pélagiques du golfe du Lion (source: J. Tronczynski, Ifremer, « Journées micropolluants aquatiques Onema »).

## Détection des contaminants : des outils bio-analytiques prometteurs

Depuis 2008, l'Ineris développe avec l'Onema de nouvelles méthodes de « bio-détection » des composés de type dioxine (dont les PCB de type dioxine ou PCB-DL) dans des échantillons complexes tels que les sédiments fluviaux (S. Ait-Aïssa, Ineris). À l'interface des analyses chimiques (détection et quantification d'un sous-ensemble de contaminants) et des bioessais (évaluation intégrée de la toxicité du cocktail de contaminants), ces approches innovantes mesurent quant à elles une activité biologique précoce, spécifique d'un mode d'action toxique donné : elles permettent de faire le lien entre exposition et effets. Les travaux de l'Ineris ont débouché sur la mise au point de deux tests *in vitro* sur microplaque. Leur mise en œuvre satisfaisante sur le réseau de contrôle et de surveillance du bassin Artois-Picardie a confirmé leur intérêt pour une utilisation de routine, par exemple dans une démarche de criblage d'échantillons en préalable aux analyses chimiques. Une avancée prometteuse à l'heure où les gestionnaires soulignent les besoins en outils biologiques intégrateurs pour la surveillance de la qualité des milieux.

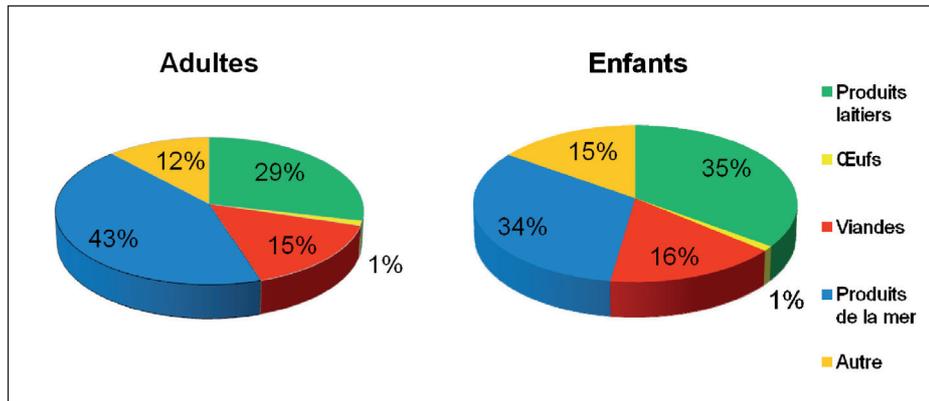


Figure 5. Contribution des aliments à l'exposition de la population française adulte et enfant aux 6 PCB-NDL (source ANSES).

## Polluants « d'intérêt émergent » : quels transferts d'expérience ?

« Dans quelle mesure les connaissances acquises sur les PCB sont-elles transposables aux contaminants d'intérêt émergent ? » La question, posée aux orateurs de la table-ronde finale du séminaire de Bordeaux, a également été récurrente au cours des débats qui ont émaillé la journée.

**Jean Duchemin,**  
Agence de l'eau Seine-Normandie

« Mieux vaut prévenir une pollution que devoir la gérer : c'est la grande leçon que nous pouvons tirer de l'expérience des PCB. À ce titre, l'effort doit porter en priorité sur les « vrais » émergents : ceux dont l'usage se développe aujourd'hui. Les composés perfluorés sont pour moi parmi les plus inquiétants. Ces contaminants largement produits - des emballages de pizza aux revêtements de poêle à frire - sont bioaccumulables, reprotoxiques et perturbateurs endocriniens. On les retrouve partout, dans nos nappes phréatiques comme dans les tissus des ours polaires. On pourrait citer aussi les organoétains utilisés dans les peintures anti-salissures pour les bateaux, ou certains biocides : pour tous ces polluants, c'est maintenant qu'il faut agir afin de mieux comprendre leur comportement dans l'environnement et réglementer les usages. »

Pour l'ensemble des participants, il apparaît indispensable de travailler à l'aune des connaissances acquises en plusieurs décennies, pour « gagner du temps » dans la gestion d'autres contaminants. La notion de contaminant « d'intérêt émergent » reste cependant sujette à discussion. Il peut s'agir de composés nouvellement introduits, ou de substances existantes pour lesquels aucune surveillance pérenne n'est encore mise en oeuvre. Pour certains participants, l'attention portée aux retardateurs de flamme polybromés, qui constituent une pollution déjà ancienne, ne doit pas occulter les risques environnementaux et sanitaires que représentent d'autres contaminants tels que les organoétains, les phtalates, les composés perfluorés ou les biocides chlorés. De manière générale, les transferts d'expérience, conditionnés par l'avancée des méthodes de surveillance, doivent s'envisager au regard des similitudes de comportement et d'action des molécules dans les milieux.

La famille de composés la plus souvent citée comme permettant un tel transfert reste celle des PBDE (polybromodiphényléther), utilisés notamment depuis les années 1980 pour ignifuger les textiles et les matières plastiques : ces contaminants hydrophobes partagent avec les PCB, dans une certaine mesure, leur caractère persistant, bioaccumulable et toxique. Interdits pour certains en Europe depuis 2004, classés sur la liste des substances prioritaires de

la directive cadre sur l'eau (pour le penta-BDE), ils font l'objet depuis plusieurs années d'une surveillance dans les bivalves marins du littoral français par le LBCO (Laboratoire de biogéochimie des contaminants organiques, Ifremer). Pour le laboratoire (C. Munsch, Ifremer), il apparaît nécessaire de renforcer cette surveillance et de l'inscrire sur le long terme. Plus généralement, l'Ifremer plaide pour l'établissement d'une surveillance pérenne et évolutive des contaminants : la liste des contaminants recherchés doit être incrémentée pour inclure notamment les HBCD (hexabromocyclododécane, agent ignifuge utilisé dans les mousses polystyrène servant de matériau d'isolation dans la construction), les retardateurs de flamme bromés utilisés en remplacement des PBDE, ou encore les muscs synthétiques, en lien avec les travaux de priorisation des risques liés aux substances chimiques du réseau européen Norman<sup>6</sup>. En parallèle à cet effort de surveillance, des programmes de recherche sont nécessaires pour améliorer les connaissances sur les effets environnementaux de ces substances : transferts dans l'écosystème, dégradation, bioaccumulation, impacts biologiques.

**Hélène Budzinski,**  
Présidente du comité de suivi scientifique du plan PCB

« La question du transfert d'expérience, des PCB aux contaminants émergents, reste difficile : beaucoup des substances chimiques inquiétantes à l'heure actuelle sont très différentes des PCB. Ce que nous avons appris de ces derniers, ce sont d'abord des méthodes de travail, un dialogue plus fluide entre scientifiques et gestionnaires, la nécessité d'une évolution dans l'approche même des risques liés aux substances chimiques. Encore largement curative aujourd'hui, celle-ci est appelée à s'orienter davantage, à la suite notamment de la réglementation européenne REACH, vers une logique de prévention. »

<sup>6</sup> Réseau européen de laboratoires de référence, de centres de recherche et d'organismes associés pour la surveillance des substances émergentes dans l'environnement.

## Rapport « enjeux et lacunes » : une feuille de route pour la suite

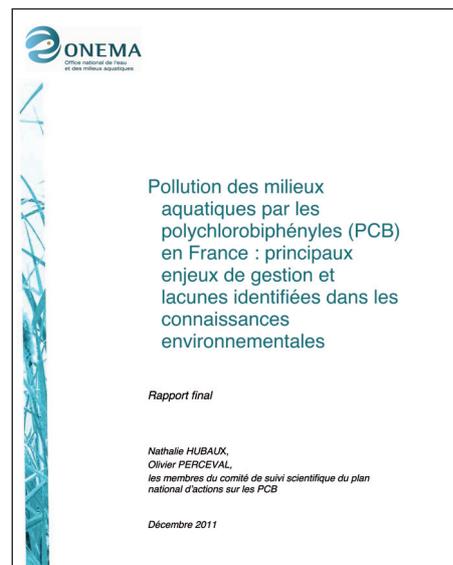
À l'issue des trois années de travaux du plan national PCB, des avancées significatives ont été réalisées. Les transferts de contaminants, des sédiments fluviaux à la chair des poissons, sont désormais décrits de manière satisfaisante par des modèles, qui offrent des enseignements précieux pour la compréhension du devenir des PCB dans les milieux d'eau douce et livrent aux gestionnaires des outils - valeurs seuils - pour la prévention des risques sanitaires. Des connaissances nouvelles ont été acquises pour la compréhension et la gestion des impacts de ces contaminants en milieu estuarien et côtier. Enfin, la réflexion a été amorcée, au niveau national, pour favoriser le transfert de l'expérience acquise sur les PCB à d'autres contaminants plus récents dans une optique de prévention.

Beaucoup reste cependant à faire pour comprendre et réduire l'impact de ces

polluants dans les écosystèmes. Pour identifier les lacunes actuelles dans les connaissances environnementales sur les PCB en lien avec les principaux enjeux de gestion de la pollution des milieux aquatiques par cette famille de substances, l'Onema a réalisé, pour le Comité de suivi scientifique du plan national PCB, plus de trente entretiens auprès d'acteurs de l'eau et d'experts scientifiques actifs dans le domaine de la recherche environnementale sur les PCB. Cette enquête, enrichie d'éléments bibliographiques et synthétisée dans un rapport détaillé, a été présentée lors du séminaire de Bordeaux. Il recense un ensemble de recommandations de politique scientifique, en lien avec les outils de gestion attendus - de l'identification et de la quantification des sources polluantes à l'élaboration de recommandations de bonnes pratiques pour la gestion des sédiments de dragage, en passant par l'acquisition de données sur le long terme des niveaux de contamination des prédateurs supérieurs des chaînes biologiques marines, particulièrement sensibles à ces contaminants. Le document est accessible sur le site de l'Onema.



Pêche PCB sur la Vaucouleurs (Yvelines).



Page de garde du rapport du comité de suivi scientifique du plan national d'actions sur les PCB.

### Pour en savoir plus :

Les présentations et fiches de synthèse sont consultables sur <http://www.onema.fr/PCB-seminaire-mai2012>

Le rapport du CSS du plan national d'actions PCB concernant le bilan des connaissances environnementales sur les PCB est disponible sur [www.onema.fr/IMG/pdf/PCB-milieux-aquatiques.pdf](http://www.onema.fr/IMG/pdf/PCB-milieux-aquatiques.pdf)

### Organisation du séminaire :

Pour l'Onema, Olivier Perceval, chargé de mission « Ecotoxicologie » à la DAST

Pour le MEDDE, Nathalie Tchilian, chargée de mission au bureau de la lutte contre les pollutions domestiques et industrielles

Pour l'Université Bordeaux 1, Jean-François Narbonne, professeur de toxicologie

### LES Rencontres DE L'ONEMA



Directeur de publication : Patrick Lavarde  
 Coordination : Véronique Barre, direction de l'action scientifique et technique, Claire Roussel, délégation à l'information et la communication.  
 Rédaction : Laurent Basilio et Olivier Perceval  
 Secrétariat de rédaction : Béatrice Gentil  
 Maquette : Eclats Graphiques  
 Réalisation : Accord Valmy  
 Impression sur papier issu de forêts gérées durablement : Panoply  
 Onema - 5 Square Félix Nadar - 94300 Vincennes  
 Disponible sur : <http://www.onema.fr/les-rencontres-de-l-onema>

## **Quels seuils en fonction de quels objectifs ?**

---



## Plan national d'actions sur les polychlorobiphényles (PCB)

AXE 2 : « Améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques et gérer cette pollution »

**Action** « Comprendre les liens entre la contamination des sédiments et celle des poissons »

### But poursuivi

Les sédiments fins sont reconnus pour jouer un rôle clé dans le processus de contamination du biote (y compris les poissons) par les PCB.

Dans le cadre de cette action, il s'agit d'améliorer la compréhension des relations entre la contamination des sédiments et celle des poissons de rivière en les décrivant par des modèles de bioaccumulation plus ou moins complexes, qui permettent notamment de déterminer un niveau seuil de PCB dans les sédiments au-dessus duquel les poissons ne seraient pas conformes aux teneurs maximales en dioxines et en PCB de type dioxine fixées par la réglementation (*i.e.* règlement européen fixant les teneurs maximales pour les dioxines et les PCB de type dioxine dans les denrées alimentaires).

### Bilan de l'action

#### Contexte et objectifs

Plusieurs études menées par l'IRSTEA entre 2008 et 2011 visaient à étudier les relations entre contamination des sédiments et du biote par les PCB, à différentes échelles spatiales et en suivant des approches différentes :

- une étude soutenue par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, les Régions Rhône-Alpes et PACA, la Compagnie Nationale du Rhône (volet recherche du Plan-Rhône), et l'ONEMA dans le cadre des plans d'actions PCB au niveau national et au niveau du bassin<sup>1</sup> ;
- une étude réalisée pour le compte de la DREAL Rhône-Alpes / Délégation de bassin et circonscrite au bassin Rhône-Méditerranée<sup>2</sup> ;
- une étude nationale soutenue par l'ONEMA au travers de sa convention de partenariat avec l'IRSTEA, s'inscrivant dans le cadre du plan national d'actions sur les PCB et visant à exploiter à des fins environnementales la base de données constituée à partir du plan national d'échantillonnage des poissons de rivière et des sédiments (cf. axe 3)<sup>3</sup>.

Ces trois études avaient l'objectif commun de mieux appréhender les relations entre contamination des sédiments et contamination des poissons, selon des méthodologies assez différentes.

L'objectif central de l'étude « plan Rhône » était de construire **un modèle d'accumulation des PCB à base physiologique** permettant d'incorporer la variabilité des comportements du biote (poissons), et de comprendre ainsi pourquoi sur un même site, des poissons apparemment similaires avaient des niveaux de contamination différents, pour ensuite définir des niveaux seuil de contamination dans les sédiments qui puissent être ajustés site par site ou protéger tous les sites avec un bon niveau de certitude. Le développement de ce modèle à base physiologique s'est appuyé sur une base de données expérimentales produites dans le cadre du projet (3 sites, 3 espèces de cyprinidés, ~135 poissons analysés, ainsi que des carottes de sédiment sur chaque site). A côté du modèle à base

<sup>1</sup> Babut, M., C. Miège, A. Roy, C. Lopes, G. Roux, M. Desmet et H. Persat (2011). Transferts de contaminants hydrophobes du sédiment au biote : construction de modèles dans une perspective de gestion. 186 p.

<sup>2</sup> Babut, M., A. Roy, C. Lopes, S. Pradelle (2011). Contamination des poissons d'eau douce par les PCB et d'autres contaminants persistants dans le bassin Rhône-Méditerranée. 84 p.

<sup>3</sup> Mathieu, A. et M. Babut (2012). Contamination des poissons d'eau douce par des contaminants persistants : polychlorobiphényles (PCB), dioxines, furanes, mercure – Etude des relations biote-sédiment pour les PCB. ONEMA – IRSTEA, Vincennes, 42 p.

physiologique, **une approche statistique** a permis de relier la contamination des poissons étudiés à celle du sédiment (teneur maximale en PCB dans les sédiments à laquelle les poissons ont été exposés durant leur vie), en faisant intervenir deux autres variables : la taille du poisson, et la proportion de carbone d'origine détritique dans son alimentation.

Dans l'étude « DREAL », réalisée à large échelle spatiale sans sélection *a priori* des espèces de poissons, la relation entre sédiment et biote (poisson) est décrite de manière assez rudimentaire à partir **du facteur d'accumulation biote-sédiment (BSAF<sup>4</sup>)**. Par une transformation assez simple de l'équation définissant le BSAF, il est possible de calculer un seuil sédiment correspondant au seuil réglementaire de consommation des poissons, qui va principalement dépendre de la valeur de BSAF retenue *in fine* pour ce calcul.

Dans l'étude sur la base de données nationale dont les objectifs étaient multiples (*i.e.* documenter les relations entre contamination par les PCB et caractéristiques des poissons, décrire et expliquer les distributions des facteurs d'accumulation des sédiments aux poissons dans la perspective d'améliorer les protocoles de surveillance des milieux aquatiques, et analyser la répartition des profils de contamination par les PCB), l'approche utilisée est identique à celle de l'étude DREAL (*i.e.* **relations sédiment-poissons décrites par les BSAF**).

### Résultats saillants

**Dans l'étude « plan Rhône » (A)**, deux approches ont été utilisées pour élaborer les seuils sédiment pour les PCB ; ces approches diffèrent plus par des points de méthode qu'en termes de valeur absolue du seuil.

La première approche s'appuie sur un modèle statistique. Les trois variables explicatives utilisées dans ce modèle log-linéaire permettent d'expliquer à elles seules 78% de la variabilité de la contamination des poissons. Puisque ce modèle permet de prédire la contamination dans la chair de poissons individuels à partir (i) de leur taille, (ii) de la proportion de carbone organique dans leur alimentation, et (iii) de la concentration maximale de PCB dans les sédiments (somme des concentrations des 7 PCB<sub>i</sub>) à laquelle ils ont été exposés au cours de leur vie, il est possible de calculer pour chaque poisson (de cette étude), la concentration maximale dans le sédiment qui permettrait de respecter le seuil réglementaire de consommation fixé à 8 pg·TEQ g<sup>-1</sup> de poids frais. On obtient ainsi une distribution de valeurs de la somme des concentrations de PCB<sub>i</sub> dans les sédiments. Le seuil sédiment peut être ensuite choisi dans cette distribution : par exemple, si l'on décide que 75% des poissons au minimum doivent être conformes au seuil réglementaire de consommation, il ne faudrait pas dépasser 12,7 ng·g<sup>-1</sup> (ps) pour la somme des PCB<sub>i</sub> dans les sédiments ; pour protéger 90% des poissons il ne faut pas dépasser 5,9 ng·g<sup>-1</sup>.

La deuxième approche s'appuie sur un modèle d'accumulation des PCB à base physiologique. Dans ce cas-ci, également, l'équation générale du modèle est reformulée de façon à calculer une concentration à ne pas dépasser dans le sédiment pour que les différents poissons considérés individuellement (jusqu'à un âge de 14 ans dans le cas d'étude) ne dépassent à aucun moment le seuil réglementaire. Compte tenu de la variabilité intersites de l'alimentation des espèces étudiées, le seuil obtenu varie entre 2,6 à 14 ng·g<sup>-1</sup> (ps) pour la somme des concentrations de PCB<sub>i</sub> selon le site et l'espèce considérés.

Les valeurs de seuil issues de l'étude « plan Rhône » sont donc assez cohérentes entre elles ; ce n'est pas très étonnant puisque c'est la même base de données qui a été utilisée dans les deux approches. En revanche, jusqu'à présent les deux modèles présentés ci-dessus n'ont pas été testés en-dehors de trois sites situés sur le Rhône, distribués entre l'amont et l'aval de l'agglomération Lyonnaise. Leur utilisation sur d'autres stations suscite des incertitudes, qui pourraient être levées en cherchant à démontrer la pertinence de l'un ou l'autre modèle dans des environnements différents.

Les seuils sédiment obtenus à l'aide de l'approche BSAF dans l'étude « DREAL » (B) et l'étude « nationale » (C) sont respectivement de 26,6 ng·g<sup>-1</sup> (ps) et 50 ng·g<sup>-1</sup> (ps) (somme des concentrations des 7 PCB<sub>i</sub>). La valeur de ces seuils dépend étroitement du jeu de données utilisé ; il n'est donc pas étonnant qu'ils soient différents (dans une proportion somme toute modérée puisqu'ils donnent le même taux de prédiction correcte sur la base nationale), d'autant plus que malgré l'étendue des bases de données de départ ils sont finalement dérivés sur un nombre assez limité d'échantillons et de sites, eu égard à la procédure de sélection des données. Le seuil dérivé dans le cadre de l'étude DREAL circonscrite au bassin Rhône-Méditerranée semble légèrement plus satisfaisant, étant basé sur un

---

<sup>4</sup> Le BSAF est le ratio entre la concentration du contaminant considéré dans le biote (normalisée par le taux de lipide de l'organisme) et celle dans les sédiments (normalisée par le carbone organique total, COT).

plus grand nombre de sites et autant d'espèces que le seuil « national ». Sa capacité prédictive reste néanmoins modeste, et le taux d'erreur de type II<sup>5</sup> trop élevé. Il convient de souligner que de manière générale, dans une perspective de protection de l'environnement ou des consommateurs, il est plus important de diminuer ce taux (taux de faux négatifs en langage commun).

Les seuils obtenus dans ces différents cas de figure sont résumés dans le Tableau 1. Pour faciliter la comparaison, les deux valeurs citées en exemple illustrant l'application du « modèle statistique » sont présentées, dans la mesure où les approches BSAF ont été conduites sur la base du 3<sup>ème</sup> quartile du BSAF et de la fraction lipidique dans les poissons et du 1<sup>er</sup> quartile de la fraction en carbone organique total dans les sédiments.

**Tableau 1.** Synthèse des seuils sédiment (somme des 7 PCB<sub>i</sub> en ng·g<sup>-1</sup> poids sec) obtenus dans les 3 études IRSTEA entre 2008 et 2011.

Source	Approche	Résultat	Remarque
Etude « plan Rhône »	Modèle statistique, 3 <sup>ème</sup> quartile	12,7	Erreur type II admise 25%
	Modèle statistique, 90 <sup>ème</sup> centile	5,9	Erreur type II admise 10%
	Modèle à base physiologique	2,6 - 14	Contrainte de non-dépassement en tout temps
Etude / bassin Rhône-Méditerranée	BSAF	26,6	62% de prédiction correcte dans la base d'origine, taux d'erreur type II élevé. 54% de bonne prédiction en utilisant ce seuil sur la base nationale
Etude base nationale	BSAF	50	55% de prédiction correcte dans la base d'origine, taux d'erreur type II élevé

Il y a peu d'espoir d'améliorer significativement la capacité prédictive des seuils issus de l'approche BSAF. Le fait d'utiliser des valeurs de carbone organique total (COT) dans les sédiments mesurées au même site que les concentrations en PCB dans les calculs aboutissant à la détermination du BSAF, semble diminuer le biais introduit par le tirage aléatoire des valeurs de COT dans un tableau dissocié des valeurs de PCB. Ce biais a été introduit parce que la concentration en COT n'a pas été mesurée systématiquement dans les sédiments en même temps que les PCB. Cette amélioration n'aura cependant aucun effet sur le taux d'erreur de type II, et permettra seulement d'ajuster la valeur du seuil.

Quelques essais ont été réalisés en fixant le seuil obtenu par la procédure BSAF à la limite inférieure de l'intervalle de confiance, ou en utilisant les percentiles 90 des variables, mais cela ne modifie quasiment pas le taux d'erreur de type II, ni la proportion de prédiction correcte. Cela tient en grande partie à la qualité des données sédiments : on remarque en effet qu'il y a un nombre élevé d'échantillons pour lesquels les concentrations de PCB dans les sédiments sont inférieures à la limite de quantification de la méthode d'analyse (LQ) alors que la chair des poissons aux mêmes sites dépasse la valeur réglementaire de consommation. Cette remarque renvoie en premier lieu à des questions sur la stratégie et la pratique de l'échantillonnage des sédiments (choix des sites, pente, vitesse du courant, modalités de constitution des échantillons), et secondairement à des voies d'exposition des poissons qui impliqueraient des matières en suspension et/ou des sédiments non stabilisés.

#### *Impact des modifications des seuils réglementaires relatifs à la consommation des poissons*

Le règlement européen n°1259/2011 du 2 décembre 2011 modifie le règlement n°1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB autres que ceux de type dioxine des denrées alimentaires. Ce règlement prévoit notamment que :

- les facteurs d'équivalence toxique (TEF) définis en 1998 soient remplacés par ceux adoptés par l'Organisation Mondiale de la Santé en 2005,

<sup>5</sup> L'erreur de type II correspond au taux de lots de poissons prédits comme conformes sur la base de la concentration en PCB dans les sédiments et qui sont dans les faits supérieurs au seuil sanitaire dans la chair des poissons.

- et que les valeurs seuil passent de 12 à 10 pg TEQ/g (poids frais) pour les anguilles et de 8 à 6,5 pg TEQ/g (poids frais) pour les autres espèces de poisson.

Les résultats de simulations montrent que les seuils sédiments calculés à l'aide des BSAF, ou du modèle statistique développé dans l'étude trophique ne sont pas significativement modifiés par ces nouvelles dispositions réglementaires.

#### *Perspectives d'utilisation des seuils*

Les différents seuils sédiment présentés ci-dessus sont tous entachés d'incertitudes, de différentes natures. Ce constat peut être fait pour n'importe quel seuil de qualité, à usage réglementaire ou non. Simplement l'incertitude associée à ces seuils est rarement évaluée, et généralement ignorée par les utilisateurs. La question sous-jacente au choix des seuils revient cependant à celle de l'incertitude tolérable par rapport à l'utilisation qu'on veut faire des seuils.

Dans le bassin du Rhône, depuis 2008, les seuils sédiment sont utilisés pour déterminer les options de gestion des sédiments de dragage ; préalablement aux travaux résumés ci dessus ici, un système à deux seuils a été élaboré, sur la base de la bibliographie disponible et à dire d'expert<sup>6</sup> :

- pour des concentrations de la somme des PCB<sub>i</sub> < 10 ng·g<sup>-1</sup> (ps), le dragage ou la remise en suspension au fil de l'eau peut être effectué sans contrainte ;
- lorsque la somme des PCB<sub>i</sub> ≥ 60 ng·g<sup>-1</sup> (ps), la remise en suspension est prohibée, et les résidus de dragage doivent être gérés hors du cours d'eau ;
- entre 10 et 60 ng·g<sup>-1</sup> (ps, somme des PCB<sub>i</sub>), le choix dépend du niveau de concentration de la zone où se déposeraient les sédiments remis au fil de l'eau (ou clapés dans le cours d'eau après dragage).

Cette approche à deux seuils permet notamment de réduire l'impact des types d'erreur.

La valeur du deuxième seuil (60 ng·g<sup>-1</sup>) avait été retenue sur la base de la toxicité des PCB pour les invertébrés, faite à l'époque de bases solides pour prendre en compte le risque lié au transfert trophique. La valeur du seuil inférieur correspondait au « bruit de fond » estimé.

Il est important de noter que les seuils sédiment dérivés à partir de l'approche « BSAF » sont inférieurs à ceux obtenus à partir des données de toxicité des PCB envers les invertébrés benthiques (27 et 50 ng·g<sup>-1</sup> vs 60 ng·g<sup>-1</sup> ps) ; on peut donc faire l'hypothèse que les seuils « BSAF » seraient aussi protecteurs vis-à-vis de la faune benthique. Cependant, il est également utile de rappeler que les seuils BSAF reflètent essentiellement une préoccupation sanitaire (*i.e.* translation d'une limite réglementaire dans la chair du poisson visant à protéger l'Homme), et qu'il reste donc à évaluer dans quelle mesure ils protégeraient aussi les prédateurs des poissons (mammifères aquatiques ou oiseaux piscivores).

Si l'on confronte les seuils obtenus par les différentes approches et résumés dans le Tableau 1 avec la stratégie appliquée à l'heure actuelle dans le bassin du Rhône, et compte tenu des incertitudes associées à chaque seuil, il est possible pour cette utilisation des seuils sédiment de formuler les propositions suivantes :

- remplacer le seuil de 60 ng·g<sup>-1</sup> par un seuil basé sur l'approche BSAF, par exemple le seuil de 27 ng·g<sup>-1</sup> ;
- maintenir le seuil de 10 ng·g<sup>-1</sup> en l'état ;
- réserver le modèle à base physiologique à des études détaillées, par exemple pour fixer un objectif de restauration.

Dans la mesure où les concentrations intermédiaires entre les deux seuils ne déclenchent pas automatiquement d'interdiction mais amènent à affiner les options de gestion et leur mise en œuvre, l'impact du taux d'erreur de type II serait minimisé. Le choix entre 27 et 50 ng·g<sup>-1</sup> est à faire par les autorités *ad hoc*, en connaissance des caractéristiques de chacun de ces seuils.

Le seuil à 10 ng·g<sup>-1</sup> est proche du seuil de 5,9 ng·g<sup>-1</sup> obtenu par le modèle statistique et protégeant 90% des poissons. De fait, les zones du Rhône où les sédiments présentent un niveau de concentration proche de 10 ng·g<sup>-1</sup> (ps, somme des PCB<sub>i</sub>) ne souffrent pas d'interdiction de consommation. Par ailleurs, ces niveaux de concentration sont proches des limites de quantification atteintes par les laboratoires d'analyse impliqués dans les réseaux de surveillance.

<sup>6</sup> Babut, M. et C. Miège (2008). Proposition de seuils décisionnels temporaires pour la gestion des sédiments à draguer dans le Rhône. Cemagref, 9 p.

## **Perspectives**

Aucun de ces seuils sédiment ne serait assimilable à une norme de qualité environnementale (NQE) au sens de la directive cadre pour l'eau (DCE). Les incertitudes associées aux seuils développés dans le cadre de ces travaux, de même que leur finalité opérationnelle (repérage de sites à risque) ne sont en effet pas compatibles avec la définition des NQE.

Ces propositions ne préjugent pas d'autres utilisations des seuils ; pour celles-ci, la discussion doit se poursuivre.

A partir de ces travaux scientifiques, une doctrine doit être développée en 2012 pour la fixation et l'utilisation des valeurs de référence dans les sédiments pour les gestionnaires (dragage, repérage de sites à risque...). Cette réflexion doit se faire en cohérence avec les travaux menés également par l'ANSES.



## LES PCB DANS LES SÉDIMENTS PORTUAIRES DRAGUÉS : L'APPROCHE GEODE

Alain ABARNOU (1 & 3) et Antoine DELOUIS (2 & 3)

- (1) Ifremer, Centre Atlantique, Dpt Ressources Biologiques et Environnement, rue de l'île d'Yeu 44311 Nantes Cedex 3  
(2) Grand Port Maritime de Nantes-Saint-Nazaire, 18 quai Ernest Renaud - BP 18609 - 44186 Nantes Cedex  
(3) Geode : Groupe d'étude et d'observation sur le dragage et l'environnement.

[Alain.Abarnou@ifremer.fr](mailto:Alain.Abarnou@ifremer.fr) ; [a.delouis@nantes.port.fr](mailto:a.delouis@nantes.port.fr) ; <http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/geode/>

### Contexte et objectifs

Le maintien et le développement du transport maritime requièrent le dragage de sédiments portuaires. Cette pratique génère d'importantes quantités de sédiments, estimées en 2009 pour l'ensemble des ports de France (Cetmef, 2012) à 33,6 10<sup>6</sup> tonnes dont 29,6 (88%) pour les sept grands ports maritimes<sup>1</sup>. Une très grande part de ces matériaux dragués (96,6% selon le Cetmef) - et les contaminants associés - est immergée en zone côtière lorsque la réglementation le permet.

L'immersion des sédiments de dragages est soumise à autorisation des Services de l'Etat au titre de la loi sur l'Eau, accordée notamment selon des critères de décision établis sur la base des niveaux de contamination chimique de ces sédiments. Ces critères sont définis pour différentes classes de contaminants par le groupe Geode à partir de travaux scientifiques, de données françaises ou internationales. Ce sont des niveaux guides, communément désignés niveaux Geode :

- le **niveau N1**, est le niveau au-dessous duquel les opérations de dragage et d'immersion seraient autorisées sans autres études : l'impact potentiel est jugé neutre ou négligeable,
- le **niveau N2**, est le niveau au-dessus duquel les opérations d'immersion seraient susceptibles d'être interdites sous réserve que cette interdiction soit la solution de gestion la moins dommageable pour l'environnement : une étude d'impact approfondie est alors jugée indispensable,
- entre les niveaux N1 et N2, une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire : des tests sont alors pratiqués pour évaluer la toxicité globale des sédiments.

La réglementation française actuelle pour les PCB fixe ainsi les niveaux N1 et N2 exprimés en µg/kg de sédiment sec (fraction inférieure à 2mm).

	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	PCB
Niveau N1	25	25	50	25	50	50	25	500
Niveau N2	50	50	100	50	100	100	50	1000

La réflexion menée par le groupe Geode s'inscrit dans la continuité du Grenelle de la Mer qui a recommandé plus de vigilance sur les opérations de dragages et un renforcement de la réglementation sur la contamination chimique des sédiments portuaires dragués. Pour cette re-évaluation des niveaux Geode, le groupe a adopté une démarche scientifiquement fondée mais résolument pragmatique.

Nous nous faisons ici les porte-parole du groupe Geode pour présenter cette démarche et les résultats auxquels elle conduit. Toutefois, nous tenons à mettre en garde sur le fait que **les niveaux présentés et discutés sont actuellement à l'étude par les services du MEDDE et n'ont par conséquent aucune valeur réglementaire.**

### La démarche Geode

Pour cet examen des niveaux guides à considérer pour la conduite des opérations de dragage en milieu côtier le groupe Geode a adopté dans le cas des PCB la même démarche que celle suivie pour d'autres contaminants, démarche qui repose sur les trois points suivants :

<sup>1</sup> Ces sept grands ports maritimes sont : Dunkerque, Le Havre, Rouen, Nantes-Saint Nazaire, La Rochelle, Bordeaux et Marseille

- Partir de l'existant et faire en sorte que les niveaux proposés restent comparables aux nombres-guides proposés pour les mêmes usages dans d'autres pays, notamment ceux adhérant à convention Ospar.
- Avoir une démarche explicite et scientifiquement fondée, notamment en termes d'évaluation de risque environnemental et sanitaire.
- Evaluer les conséquences de changements de ces niveaux sur les opérations de dragages sur la base de données existantes ou de retours d'expérience de la part d'opérateurs portuaires.

## Les données existantes

Pour cette évaluation les données proviennent de différentes bases :

- **la base RNO-ROCCh** : données sur 608 prélèvements de sédiment côtiers réalisés sur les trois façades maritimes durant la période 1994-2006. Toutes les mesures de PCB ont été réalisées par un seul laboratoire avec des seuils de détection suffisamment bas et homogènes, établis à 0,1 ou 1 µg/kg pour les différents congénères.
- **la base Repom<sup>2</sup>**, il s'agit de sédiments des ports maritimes qui concernent 39 prélèvements renseignés pour les 7 congénères,
- **la base dragages Cetmef**. Sont considérées ici les mesures réalisées dans 755 prélèvements de sédiments réellement dragués dans différents ports au cours des années 2008, 2009 et 2010.

Les données de ces deux dernières bases ne présentent pas la même homogénéité que la première notamment parce que les seuils analytiques sont très différents, allant dans certains cas de 0,1 µg/kg à 300µg/kg selon les différents PCB. Pour cette raison près de 80 % des données ont du être rejetées.

Ces résultats confirment la très grande similarité des profils de PCB dans les sédiments. Cette composition en PCB relativement constante s'explique par l'origine unique de cette contamination, à savoir les anciennes utilisations de mélanges techniques de PCB, et par les caractéristiques physico-chimiques voisines des différents constituants (congénères) de ces mélanges. Compte tenu de cette composition en PCB globalement constante dans les sédiments, l'un ou l'autre de ces différents congénères est représentatif de la contamination par les PCB. Le CB153, composé majoritaire et plus facilement mesurable, apparaît comme le composé à suivre en priorité ; il représente 25 - 30 % de la somme des sept PCB indicateurs mesurés dans les sédiments.

Ces données montrent aussi que les niveaux Geode actuellement en vigueur sont peu contraignants pour les opérations de dragages puisque, pour la plupart des congénères, plus de 95 % des prélèvements de sédiments portuaires présentent des niveaux de contamination inférieurs à N1 et seulement 1 à 2 % au dessus de N2.

## Les niveaux Geode et leurs équivalents étrangers.

La comparaison des niveaux pris en compte par différents pays s'avère délicate et en toute rigueur impossible : ces difficultés sont liées d'une part au choix des entités chimiques prises en compte, composés individuels ou sommes de composés, et d'autre part au mode d'expression de la contamination en PCB, exprimée par rapport au sédiment fin (fraction <2mm), par rapport à une fraction granulométrique précise ou encore normalisée à la teneur en carbone organique.

La comparaison des niveaux fixés par différents pays et recalculés en concentrations en CB153 dans la fraction inférieure à 2 mm met en évidence, en dépit des incertitudes liées à cette transposition, le fait que les niveaux Geode actuels sont parmi les plus élevés des niveaux établis ailleurs.

## La prise en compte des critères écotoxiques

Pour définir des niveaux de décision dans le cas des PCB la prise en compte de tels critères se révèle plus délicate. Il n'existe pas de NQE (Norme de Qualité Environnementale) pour les PCB. Les autres critères (EAC, ERL, ERM) sont discutables (ERL et ERM pour les mélanges techniques, critères d'effets très variables selon le congénère considéré).

Les PCB ne sont pas réputés comme présentant une toxicité élevée aux niveaux de présence communément mesurés dans l'environnement ; leur principal risque est lié à leur caractère

---

<sup>2</sup> **Repom** : Réseau de surveillance de la qualité des eaux et sédiments des ports maritimes.  
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-objectif-du-REPOM.html>

bioaccumulable, et en ce qui concerne le milieu marin aux effets à longs termes pour les consommateurs d'espèces contaminées. Ainsi finalement, c'est le risque sanitaire et donc la concentration maximale admissible dans les produits de la mer qui constituent la base de la démarche conduisant à la proposition des niveaux. La concentration maximale dans le sédiment se calcule à partir de cette valeur de référence à ne pas dépasser dans les organismes consommés et du facteur d'accumulation entre organisme et sédiment (BSAF : biota-sédiment accumulation factor). Ce facteur qui établit la correspondance des concentrations dans le sédiment et celle dans les organismes selon :  $BSAF = C_{\text{poisson(lip)}} / C_{\text{sed(C.org)}}$ , les concentrations étant exprimées par rapport aux lipides dans les organismes ( $C_{\text{poisson(lip)}}$  en g contaminant par g lipides dans le poisson) et par rapport à la teneur en carbone organique du sédiment ( $C_{\text{sed.(C.org)}}$  en g contaminant par g de carbone organique dans le sédiment).

## La définition des niveaux N1 et N2

Plus précisément, cette démarche inclut quatre étapes :

**1. prendre en compte la valeur de concentration maximale dans les produits consommés.** Pour les PCB, la valeur toxique de référence est la quantité toxique équivalente maximale fixée pour les produits de la mer<sup>3</sup> : **TEQ (dioxines) 3,5 ng/kg p.h.** et **TEQ Totale (dioxines et PCB-DL) 6,5 ng/kg p.h**

Il n'y a pas de valeur de TEQ fixée pour les PCB –DL uniquement et nous retiendrons que, par différence et sans préjuger de la valeur de TEQ(dioxines), la quantité toxique pour les PCB (TEQ PCB-DL) ne doit pas dépasser 3 ng/kg p.h.

Il est alors possible d'établir une correspondance entre les concentrations en CB153 composé majoritaire et autres PCB, incluant les PCB-DL quand ils sont mesurés, et par conséquent entre PCB indicateurs et PCB-DL. Diverses corrélations ont été établies entre congénères de PCB dans les matrices biologiques. La correspondance entre PCB153 et TEQ se fonde sur une relation empirique établie sur la base des mesures sur des poissons (données sur 128 prélèvements d'espèces côtières exploitées) : **TEQ PCB-DL POISSON 2006 = 0,2 [CB153]**, dans laquelle les concentrations sont exprimées en ng/kg p.h pour le TEQ et en µg/kg pour le CB153.

Les valeurs extrêmes du TEQ sont fixées à 1,5 et 3 pg/g TEQ soit pour le **CB153 : 7,5 et 15 µg/kg p.h. dans la chair de poisson**. Une valeur de 5 % est admise comme représentative de la teneur moyenne en lipides dans la chair de poisson. Dans ces conditions, les teneurs dans la chair en PCB qui définissent les niveaux à ne pas dépasser sont : **CB 153 = 150 et 300 µg/kg lip**

**2. définir la valeur du le facteur d'accumulation organisme-sédiment.** Le facteur de bioaccumulation entre le poisson et le sédiment **BSAF** varie dans une large domaine de 0,1 à 25. Les valeurs les plus élevées ont été le plus souvent obtenues dans des études *in situ*. En conditions expérimentales contrôlées, pour des exposition de longue durée (28 jours) à des sédiments contaminés par les PCB au niveau de 10-15 µg/kg pour les différents PCB indicateurs de deux invertébrés benthiques un vers *Nereis virens* et un mollusque bivalve (palourde, *Macoma nasuta*) Kennedy *et al.*(2010) rapportent des valeurs de BSAF de l'ordre de 0,2 à 0,6. Une **valeur moyenne de 0,5 pour le BSAF** est prise en compte pour cette estimation.

**3. en déduire la concentration maximale à ne pas dépasser pour le CB153.** Dans ces conditions, (concentrations en CB153 de 150 et 300 µg/kg lip dans la chair de poisson et BSAF égal à 0,5) les concentrations en CB153 dans le sédiment seraient de **300 et 600 µg /kg de carbone organique**.

La fraction de carbone organique associée au sédiment est en moyenne de 2,5%, valeur moyenne communément admise comme teneur en carbone organique dans le sédiment. Ceci conduit aux niveaux Geode :

**N1 CB153 = 7,5 µg/kg sédiment sec**

**N2 CB153 = 15 µg/kg sédiment sec**

**4. établir les niveaux correspondants pour les autre congénères.** A partir de ces valeurs de N1 et N2 estimées pour le CB153 et de la composition moyenne du sédiment dragués il devient possible de proposer les niveaux guides pour les différents congénères à partir de la composition moyenne des sédiments dragués exprimée par rapport au CB153 ( $100 \cdot CB_i / CB153$ )

<sup>3</sup> Règlement UE N°1259/2011, sur les teneurs maximales en dioxines et PCB-DL dans les aliments applicable à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2012.

	Comp. moyenne	Comp. (min-Max)	N1			N2		
			moyen	min-Max	N1 retenu	moyen	min-Max	N2 retenu
CB28	17	13-21	1,3	1,0-1,6	<b>1,5</b>	2,5	1,9-3,2	<b>3,0</b>
CB52	28	23-33	2,1	1,7-2,5	<b>1,5</b>	4,2	3,5-4,9	<b>3,0</b>
CB101	44	40-47	3,3	3,0-3,6	<b>3,5</b>	6,5	6,0-7,1	<b>7,0</b>
CB118	47	43-51	3,5	3,3-3,8	<b>3,5</b>	7,1	6,5-7,7	<b>7,0</b>
CB138	87	84-90	6,5	6,3-6,8	<b>7,5</b>	13,1	12,6-13,5	<b>15,0</b>
CB153	<b>100</b>			<b>7,5</b>	<b>7,5</b>		<b>15</b>	<b>15,0</b>
CB180	53	48-57	4,0	3,6-4,3	<b>3,5</b>	7,9	7,3-8,6	<b>7,0</b>

On se rend compte que les valeurs de N1 et N2 calculées pour les différents congénères sont peu différentes pour certains d'entre eux. Par souci de simplification et compte tenu des nombreuses incertitudes introduites tout au long des calculs précédents, trois regroupements sont proposés en accord avec la composition moyenne des sédiments dragués : CB28 et 52 ; CB101, 118 et 180 ; CB153 et 138 ; à chacun de ces groupes correspondent les niveaux N1 et N2 retenus.

### Discussion des N1 et N2 calculés et proposés

Ce réajustement des niveaux Géode pour les PCB conduit à des niveaux N1 et N2 bien inférieurs aux seuils de décisions réglementaires actuels et plus proches des niveaux les plus exigeants fixés dans divers pays voisins.

Il est important de rappeler ces niveaux de référence sont des nombres guides qui ont pour objectif d'orienter les décisions pour la conduite des opérations de dragages, et qu'ils ne correspondent des niveaux de toxicité. L'évaluation de la portée pratique de ces niveaux reste délicate. En effet en raison de l'inadéquation des seuils de quantification un nombre trop important des mesures sont inutilisables pour l'évaluation. L'effet de cette modification des seuils reste encore très difficile à évaluer voire impossible.

Ces changements proposés des niveaux N1 et N2 sont très importants, en effet le niveau passe de 50 à 7,5 µg/kg dans le cas du PCB153 et de manière sensiblement équivalente pour les autres constituants.

Compte tenu de ces difficultés, une approche pragmatique et provisoire établit des niveaux intermédiaires entre ceux en vigueur actuellement, trop élevés, et ceux déduits de l'approche précédemment décrite.

	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180
Niveau N1	5	5	10	10	20	20	10
Niveau N2	10	10	20	20	40	40	20

Ces seuils intermédiaires, inférieurs aux seuils réglementaires actuels d'un facteur 2,5 à 5 selon le congénère, se situent dans la moyenne basse des nombres guides en vigueur dans les autres pays adhérents à la Convention Oskar.

Il est de plus proposé :

- 1 que ces niveaux aient un caractère temporaire et que leurs effets sur le classement des sédiments puissent être réévalués dans un délai de 5 ans sur la base de nouveaux résultats de mesures ;
2. que pour ces mesures, les seuils exigés pour la quantification des PCB individuels soient au niveau du µg/kg ou en dessous, plus compatibles avec les niveaux N1 les plus bas et permettent ainsi une évaluation optimale de la portée de ces seuils N1 et N2.

# L'échantillonnage

---





# SEMINAIRE - LA GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES AVEC LE RISQUE PCB

## RECOMMANDATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE

18 DECEMBRE 2012

### Termes utilisés dans cette note :

- **Travaux** : Toute intervention, travaux, manipulation de sédiments aquatiques : chasses, dragages, intervention sur berges, ...
- **Massif sédimentaire** : volume de sédiment aquatique, qui s'est déposé dans des conditions hydromorphologiques spécifiques, devant faire l'objet de travaux.
- **Sédiments libres** : Ce sont les sédiments de surface qui reposent sur le fond ou en berge. Ils sont à l'interface « massif sédimentaire/eau libre ». Ils sont déplacés par le courant et par les crues au plus décennales. Ils s'accumulent préférentiellement dans des zones naturelles de ralentissement ou maintenues artificiellement en déséquilibre hydrodynamique : chenaux de navigation, zones quasiment sans courant comme les écluses ou les retenues. Dans le cas de l'entretien régulier des chenaux de navigation, ce sont typiquement des sédiments libres qui sont concernés.
- **Sédiments immobilisés** : Ce sont des sédiments initialement libres qui se retrouvent stockés dans des structures stables (hors événement hydrologique exceptionnel) : couches moyennes ou profondes de sédiments de cours d'eau ou de plan d'eau, marges ou annexes alluviales en arrière des berges, retenues de barrages. Leur remise en circulation dans un cours d'eau est nécessairement provoquée.

Les travaux sur des sédiments aquatiques contaminés ont très généralement pour conséquence :

- Le déplacement par le courant et leur étalement vers l'aval dans le cas d'un cours d'eau, périphérique dans le cas d'un plan d'eau, et la mise à nu d'un nouveau fond ;
- Une biodisponibilité accrue à court et moyen terme des contaminants via les matières remises en suspension, les dépôts sur les fonds anciens, les nouveaux fonds ;
- Dans le cas de sédiments immobilisés, l'augmentation du flux de contaminants et de l'accumulation dans le milieu marin.

Dans le cas de contaminants persistants et bio-accumulables tels que les PCB, pénalisants à long terme, les études d'impacts classiques, doivent être particulièrement renforcées sur l'évaluation du risque de dispersion et de remobilisation de sédiments contaminés : il faut déterminer soigneusement les niveaux de contamination des massifs sédimentaires sur lesquels on projette d'intervenir.

La définition du plan d'échantillonnage est la première étape de la campagne de diagnostic du massif sédimentaire. De sa pertinence dépendent largement les interprétations qui seront posées à l'issue de la phase d'analyses physico-chimiques. L'objectif du plan d'échantillonnage est donc de garantir la représentativité du degré de contamination du gisement de sédiment.

Pour rappel, la réglementation nationale [JORF n°147 - Arrêté du 30 mai 2008 – Article 5] indique qu'en cas d'opération de curage « les échantillons de sédiment doivent être représentatifs du contexte local au moment des travaux. En particulier, leur nombre et les modalités d'obtention doivent être cohérents avec la surface concernée, la nature granulométrique et physico-chimique du sédiment ».

Dans les faits, les services de l'Etat sont souvent démunis pour juger de l'adéquation des propositions des pétitionnaires pour répondre à la réglementation.

### I - Objectif de l'échantillonnage

L'objectif est d'évaluer avec une précision satisfaisante :

- La répartition probable des contaminants dans le massif sédimentaire : répartition homogène permettant d'évaluer une teneur moyenne, présence de points chauds ;
- La quantité de contaminants contenus dans le massif (en kg) ;
- La teneur en contaminants des futurs fonds après travaux : les nouveaux fonds mis à nus ainsi que les fonds périphériques ou aval après redépôts des matériaux mis en mouvement par les travaux.

Le plan d'échantillonnage du massif sédimentaire est dimensionné par :

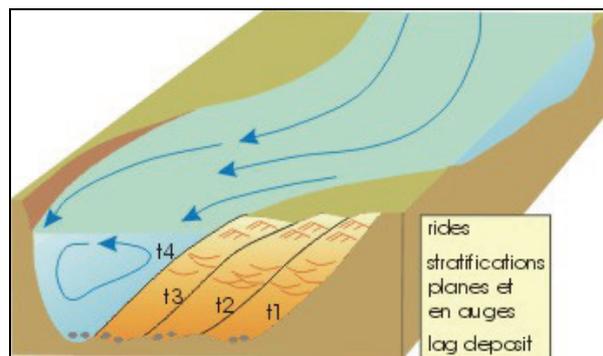
- Les conditions hydromorphologiques des dépôts ;
- Les âges des dépôts ;
- Le critère : sédiments libres ou immobilisés.

#### I-1 - Conditions hydromorphologiques des dépôts

Les massifs sédimentaires aquatiques sont les résultats de processus d'accumulation hydromorphologiques divers : atterrissement en berge, accumulation dans un barrage, dépôt au fond d'un lac, comblement d'un chenal de navigation, atterrissement dans des annexes fluviales, des bras morts, ...

A chaque situation correspond une chronologie de dépôts, qui est plus ou moins linéaire et qui mémorise dans différentes figures de stratification verticales et horizontales, l'état de contamination des matières en suspension et sédiments contemporains des dépôts.

L'exemple ci-contre montre que des prélèvements en surface ou en carottage vont rencontrer des sédiments d'âge différents selon l'implantation et le pas de prélèvement.

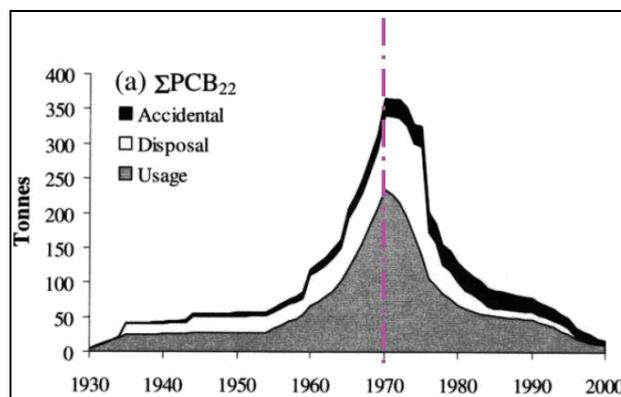


Accrétion sédimentaire en berge  
(Université de Liège « Elts de sédimentologie et pétrologie sédimentaire »)

#### I-2 - Age des dépôts

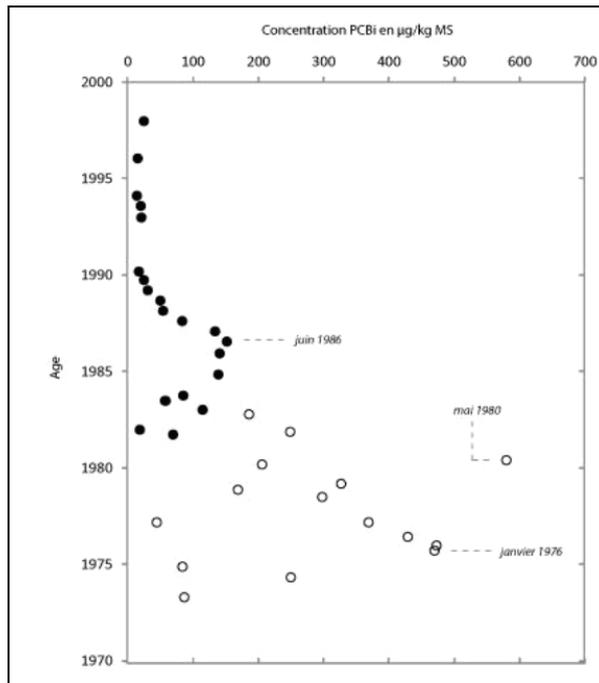
Les rejets dans les milieux aquatiques de substances dangereuses ont varié au cours du temps. En Europe, ils ont été quasi nuls ou peu importants au XIX<sup>ème</sup> siècle, maximum au XX<sup>ème</sup> siècle, des années 20/30 à 80/90, pour fortement baisser par la suite.

Dans le cas des PCB, la pointe d'utilisation se situe vers 1970, avec une décroissance lente jusque vers les années 2000 (c.f. figure ci-contre).



Evolution de la consommation de PCB dans l'OCDE  
(Knut Breivik – 2002)

On vérifie sur le terrain, lorsqu'il est possible de dater les séquences sédimentaires d'un massif de plus d'une cinquantaine d'années, que les séries déposées dans les années 70-80, peuvent être considérablement plus contaminées que les dépôts postérieurs, jusqu'à un facteur supérieur à 100 (confer ci-contre, l'évolution de la teneur en PCB<sub>i</sub> en µg/Kg sur deux carottes consécutives, en fonction de l'année de dépôt des sédiments).



Casier Girardon de l'île de la Platière.  
Rapport BRGM pour la CNR 2012 en cours de validation.

Toutefois, avec des massifs dont l'âge total est inférieur ou de l'ordre de 10 ans, on a moins de risque de trouver des zones anciennes plus contaminées, hors cas de contamination accidentelle ou volontaire bien entendu.

Pour les PCB, on se méfiera plus particulièrement des années 70-80 auxquelles se rajoutent des pics probables de rejets dus à l'interdiction d'usage en 1987 ainsi que des années 2000, avec le double effet de la prise de valeur du cuivre qui a conduit à des récupérations sauvages dans des transformateurs et la date butoir de 2010 pour l'élimination des transformateurs contenant des PCB.

### I-3 - Sédiments libres – Sédiments immobilisés

En règle générale, les sédiments déposés depuis plus de 10-20 ans risquent d'être significativement plus contaminés mais cela concerne plutôt les sédiments immobilisés.

Les sédiments libres, parce qu'ils sont soumis au transport naturel du cours d'eau, voire des crues, sont nécessairement plus récents. Du fait d'un renouvellement par l'amont, d'un effet de dilution, ils sont moins contaminés, à un niveau faible à moyen, relativement stable sur un tronçon de cours d'eau : on peut évoquer un « bruit de fond anthropique ».

## II - Plan d'échantillonnage

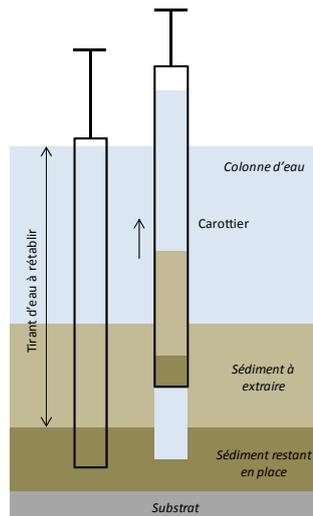
### II-1 Avant travaux

Pour être pertinent, le plan d'échantillonnage avant travaux doit :

1. Être spécifique des conditions hydromorphologiques du dépôt ;
2. Être suffisamment dense et correctement réparti pour permettre :
  - a. d'identifier les points chauds = souvent les sédiments les plus anciens dans le cas de sédiments immobilisés ;
  - b. de calculer une concentration ou teneur moyenne en contaminant du massif sédimentaire ou éventuellement des compartiments du massif ;
  - c. de calculer la masse de contaminant contenue dans le massif et susceptible d'être remise en mouvement ou dispersée.

3. Pénétrer de quelques dizaines de centimètres dans la base du massif sédimentaire, pour caractériser l'état de contamination de la couche, qui après travaux, constituera le nouveau fond ;
4. Etablir un état initial des fonds périphériques ou aval sur lesquels viendront se déposer les sédiments et matières en suspension remaniés par les travaux.

➔ Les méthodes d'échantillonnage sont décrites, spécifiquement pour chaque type de milieu et type d'intervention, dans les *Recommandations du bassin Rhône-Méditerranée*. Ces recommandations font référence aux normes et méthodes existantes de prélèvement et d'analyses.



Pénétration des prélèvements dans la base du massif sédimentaire pour caractériser le niveau de contamination des futurs fonds après travaux.

## II-2 Après travaux

Qu'il s'agisse de la zone dans laquelle ont eu lieu les travaux (dragages, chasses, ...), où dans les zones périphériques (plan d'eau) ou aval (cours d'eau), les nouveaux fonds constituent une nouvelle interface sédiment-biote. Ils doivent être caractérisés après travaux pour vérifier que les travaux se sont déroulés comme prévu (profondeur atteinte par exemple), qu'il n'y a pas eu de dégradation du milieu initial, ou que cette dégradation est restée maîtrisée dans les limites dérogatoires initialement envisagées (confer les principes des recommandations, discutés plus avant dans le séminaire).

➔ Les méthodes d'échantillonnage des fonds sont les mêmes que celles recommandées dans le cadre des analyses physico-chimiques de la DCE (Guide Aquaref – Schiavone, Coquery).

## II-3 Mise en œuvre réglementaire

Pour les opérations soumises à dossier Loi sur l'eau, le plan d'échantillonnage doit être soumis à l'avis de l'administration au préalable de la réalisation des prélèvements. Ce n'est qu'après avis favorable sur le plan d'échantillonnage que les prélèvements peuvent être réalisés et que les résultats des analyses sont intégrés dans le dossier de demande d'autorisation.

*Document diffusé en séance : projet de fiche **Chasse de barrage**.*

# **L'intérêt et la décision d'entreprendre**

---





## SEMINAIRE - LA GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES AVEC LE RISQUE PCB

Hiérarchiser les enjeux, relativiser les impacts et risques PCB

**18 DECEMBRE 2012**

Cette note présente les éléments qui seront discutés durant le séminaire sur la hiérarchisation des enjeux et la relativisation des impacts des travaux impliquant des sédiments aquatiques contaminés. Pour que la formulation qui en est faite au niveau du bassin, et que nous souhaitons partager durant le séminaire, soient compréhensibles, il est apparu nécessaire de présenter d'abord les Recommandations du bassin Rhône-Méditerranée en matière de travaux impliquant des sédiments potentiellement contaminés, recommandations qui ont naturellement abouti, dans leur développements aux réflexions sur les enjeux et les voies de relativisation des impacts.

Il s'ensuit que les éléments du cœur du débat du séminaire sont plus précisément développés dans les annexes.

Pour éclairer le propos, on peut résumer ainsi l'émergence de la réflexion sur la hiérarchisation et la relativisation des impacts :

- Suite à la crise PCB de 2005, et constatant que la réglementation ne permettait pas de gérer correctement le risque de contamination sanitaire des poissons par les PCB contenus dans les sédiments aquatiques, avec un seuil d'autorisation à 680 µg/Kg, des recommandations relative aux travaux mettant en jeux des sédiments aquatiques contaminés par des PCB ont été élaborées en 2008. Deux seuils encadrant les travaux ont été introduits, dont un seuil haut de 60µg/Kg en PCB<sub>i</sub> en poids sec de sédiment au-delà duquel il est recommandé de ne pas remettre les sédiments à l'eau.
- Ces recommandations, assez largement adoptées et mises en œuvre dans le bassin, ont permis de mieux encadrer nombre d'opérations mais ont par contre remis en cause la réalisation de certaines opérations de fort intérêt environnemental comme les projets de renaturation des marges alluviales du Rhône.
- Il s'en est suivi une réflexion sur les vertus et les limites de la démarche basée sur des seuils exprimés en concentration, avec justement un effet seuil, et les possibilités de relativiser les impacts d'opérations hors seuil, donc avec un impact environnemental PCB avéré, alors qu'elles présentent par ailleurs des avantages environnementaux importants.

Cette étape de réflexion, de relativisation, a été développée dans les Recommandations sédiments du bassin Rhône-Méditerranée, avec d'une part la confirmation en règle générale de la notion de seuil en concentration (raisonnement en concentration), et d'autre part, dans les cas dérogatoires, une relativisation des impacts, en proposant une approche avantages/désavantages et en raisonnant en quantité de contaminants remis en circulation (raisonnement en flux). L'enjeu majeur est alors de définir avec précision les conditions et limites d'un exercice de relativisation jugé nécessaire mais également porteur de risque de dérive.

Les recommandations sédiments du bassin sont proches d'une version finale. Les enrichissements qui émergeront de ce séminaire seront proposés au groupe de travail pour intégrer la version définitive.

## 1 CONTEXTE DE LA REDACTION DU DOCUMENT DE RECOMMANDATIONS

Suite à la médiatisation en 2007 de la contamination par des PCB de poissons du Rhône qui a déclenché la prise de conscience de l'impact environnemental de la contamination importante des sédiments aquatiques par des micropolluants organiques et métalliques, plusieurs actions concrètes ont vu le jour :

- Etablissement en 2007 à la demande du préfet coordonnateur de bassin d'un **Programme d'action PCB de bassin** 2008-2010, reconduit par la suite pour 2011-2013. Ce plan contient une action intitulée « Développer des outils de gestion sédimentaire ».
- Etablissement en 2008 d'un **Plan d'action PCB national**, qui comprend une action 2.2 - « Comprendre les phénomènes de transfert sédimentaire et établir une doctrine pour la conduite des opérations de dragage » ; cette action est coordonnée avec les travaux réalisés par le bassin Rhône-méditerranée.
- Intégration dans l'orientation fondamentale 5 du **SDAGE Rhône-Méditerranée** relatives aux pollutions, de la disposition n° 5C-04, qui stipule que l'Etat doit « Etablir les règles d'une gestion précautionneuse des travaux sur les sédiments aquatiques contaminés ».

C'est dans ce triple cadre que se situent les travaux de réalisation d'un document de recommandations, qui prendra la forme finale d'un document technique du SDAGE Rhône-Méditerranée.

## 2 CHAMP DES RECOMMANDATIONS DU BASSIN RHONE-MEDITERRANEE

Le document est destiné :

- aux pétitionnaires porteur de projets de travaux, lorsque ceux-ci impliquent des sédiments potentiellement contaminés, afin qu'ils identifient les éléments pertinents à intégrer au dossier de demande d'autorisation ainsi que les règles et méthodes pour correctement établir l'état des sédiments concernés et réaliser un dossier en conséquence ;
- aux services instructeurs, qui pourront s'appuyer sur des règles et méthodes ;
- aux instances décisionnelles politiques et administratives auxquelles incombe la décision de réaliser ou de sursoir aux projets de travaux impliquant des sédiments contaminés.

Le document couvre tous types d'intervention sur les sédiments aquatiques et tous milieux sauf le milieu marin. Dans un premier temps, seuls les PCB sont traités, avec indication des analogies pouvant être faites pour d'autres micropolluants stockés par les sédiments.

Des méthodes et bonnes pratiques sont développées tant pour l'échantillonnage que pour les méthodes de travaux :

- reconnaissance d'un massif sédimentaire (densité et méthodes d'échantillonnage, analyses à réaliser, interprétation sur l'état de contamination) ;
- méthodes d'intervention pour minimiser les impacts des travaux (méthodes et engins de dragage préconisés, précautions techniques, monitoring pendant travaux).

## 3 LES PRINCIPES

On distingue deux situations :

1. **Les cas généraux** pour lesquels le **principe de non dégradation** est mis en œuvre, tant pour la zone de travaux que pour les zones aval ou périphériques impactées par les travaux, notamment par la re-déposition des sédiments manipulés et le panache de matières en suspension provoqué.
2. **Les cas particuliers dérogatoires**, conditionnés à des considérants environnementaux ou de sécurité civile stricts, pour lesquels une décision de **déroger au principe de non dégradation** peut être prise après examen de **critères précis**.

### 3.1 PRINCIPE GENERAL

- Pilotage par les concentrations.
- Principe de non dégradation respecté.

L'impact spécifique dû aux PCB est alors essentiellement examiné selon les termes suivants<sup>1</sup> :

- la concentration du matériau déplacé est « admissible » ;
- les nouveaux fonds après intervention ne doivent pas être dégradés par rapport à la situation avant l'intervention ;
- les zones d'intérêt écologique (fonds ou berges) situées à l'aval proche du site d'intervention, telles que frayères et zones de croissance, annexes, roselières, etc. doivent être épargnées de la décantation de matériaux pollués.

Ces recommandations reposent sur deux seuils relatifs à la teneur des sédiments en PCB, exprimés en µg/Kg de poids sec pour les 7 PCB indicateurs<sup>2</sup> :

- **Si la teneur en PCB<sub>i</sub> est inférieure à 10 µg/kg** : pas de précaution supplémentaire spécifique aux PCB (il n'y a pas lieu de caractériser le site de dépôt ou sédimentation) ;
- **Si elle reste inférieure à 60 µg/kg** : le procédé utilisé doit restituer un fond de qualité équivalente à celui échantillonné avant l'intervention (en comparant la concentration de la couche de surface du lieu de dépôt/sédimentation à la concentration moyenne du matériau déplacé).
- **Si la concentration dépasse 60 µg/kg** : ne pas restituer le sédiment au fleuve dans ces conditions ;
- Dans tous les cas, le nouveau fond du site d'extraction doit présenter en faible épaisseur une concentration inférieure ou égale à celle d'origine.

### 3.2 CAS DEROGATOIRES

Au-delà des opérations d'urgence nécessitée par un impératif de sécurité civile, deux situations peuvent exceptionnellement donner lieu à dérogation au principe général exposé ci-dessus.

#### 3.2.1 Cas des rivières et plans d'eau contaminés au-delà de 60 µg/Kg

- Pilotage par les concentrations.
- Principe de non dégradation respecté.

Un certain nombre de milieux présentent des contaminations étendues (linéaire important de cours d'eau – au moins plurikilométrique) ou généralisées (cas de certains plans d'eau).

L'application d'un seuil de 60µg/Kg n'est pas adaptée à la gestion sédimentaire de ces milieux, rendant impossible toute manipulation de sédiments si les présentes recommandations sont appliquées.

Il est proposé pour ces milieux contaminés :

- de déterminer en la justifiant une teneur moyenne du linéaire/surface attribuable à la zone concernée par les projets d'intervention ;
- de raisonner selon les critères des cas généraux ci-dessus, notamment de non dégradation, en remplaçant le seuil de 60 µg/Kg par la teneur moyenne spécifique attribuée au cours d'eau/plan d'eau ;
- de limiter strictement aux travaux d'intérêt public afin de minimiser les remises en mouvement vers aval et confluences.

---

<sup>1</sup> On ne traite pas ici des termes habituels relatifs au taux de matière en suspension, oxygène dissous, qui restent par ailleurs à contrôler dans le cadre des procédures habituelles.

<sup>2</sup> Ces seuils, établis en 2008 sur la base d'une étude bibliographique d'IRSTEA, sont destinés à évoluer en fonction des résultats des études scientifiques menées depuis tant au niveau bassin que national, et du consensus recherché au cours du séminaire du 18 décembre 2012.

### 3.2.2 Cas des rivières non contaminés au-delà de 60 µg/Kg, mais une dégradation aval est probable

- Pilotage par les concentrations.
- Principe de non dégradation non respecté.

Dans le cas où les sédiments à draguer ont une teneur inférieure au seuil de 60 µg/KG, mais supérieure aux fonds aval, dont la qualité va être dégradée par recouvrement de sédiments plus contaminés.

Il est proposé pour encadrer ce processus dérogatoire :

- d'établir au préalable une liste d'avantages et désavantages, qualifiés selon leur intérêt ou leur gravité. Cette liste sert de base à la décision administrative d'autoriser les travaux ;
- de limiter strictement aux travaux d'intérêt public afin de minimiser les remises en mouvement vers aval et confluences.

Plan d'eau : De telles opérations dérogatoires ne semble pas envisageable pour les milieux lacustres. En effet l'absence de courant, donc de dilution tant en terme de concentration de contaminant que de surface sur laquelle le sédiment est redéposé, conduirait à un impact très important.

### 3.2.3 Cas d'opérations motivées par un intérêt environnemental fort (confer annexe 1)

- Pilotage par les flux.
- Principe de non dégradation non respecté.

Les programmes de réhabilitation hydromorphologiques ou de protection des milieux aquatiques peuvent conduire à envisager des travaux qui mettent en jeux des sédiments contaminés par des PCB : réhabilitation d'annexes fluviales, rétablissement de la continuité, ...

Or certaines opérations peuvent présenter le triple désavantage :

- de nécessiter des travaux sur des massifs sédimentaires contaminés à une **teneur supérieur au seuil de 60 µg/Kg**, y compris dans des gammes sensiblement élevées (plusieurs centaines) ;
- alors qu'il est inenvisageable d'extraire les sédiments contaminés pour raison de contrainte environnementales et/ou de coûts démesurés : **ce qui conduit à envisager une remise à l'eau des sédiments extraits** ;
- de plus, elles concernent généralement des sédiments immobilisés qui dans des conditions naturelles ne seraient pas remis en mouvement : **concrètement cela revient à remettre en circulation des contaminants qui étaient sorti hors du champ de la biodisponibilité aquatique.**

La simple mise en œuvre du principe général, basé sur des seuils, c'est-à-dire sur des concentrations, interdirait la réalisation de ces opérations. Or ce mode de décision binaire n'est assurément pas adapté à la problématique de décision sur des opérations conçues en faveur de l'environnement et qui présentent également des impacts environnementaux négatifs.

Il y a donc lieu de proposer à l'autorité compétente des éléments objectifs de décision d'autoriser ou non de type d'opérations.

Il est proposé que l'administration puisse s'appuyer sur l'examen :

- d'une liste d'avantages et désavantages, qualifiés selon leur intérêt ou leur gravité ;
- dont un des termes majeur consiste en une relativisation des impacts sur le milieu aquatique, en proposant de raisonner en flux de contaminants remis en circulation plutôt qu'en seuils de concentration.

Ces éléments sont développés en annexe.

Plan d'eau : De telles opérations dérogatoires ne semble pas envisageable pour les milieux lacustres. En effet l'absence de courant, donc de dilution tant en terme de concentration de contaminant que de surface sur laquelle le sédiment est redéposé, conduirait à un impact très important.

### **3.3 MAITRISE DES SITUATIONS DEROGATOIRES – PILOTAGE PAR LES FLUX**

Le dispositif dérogatoire proposé doit s'appuyer sur de solides critères de sélection afin que l'autorité administrative n'ait pas à gérer des projets d'aménagement dont l'intérêt environnemental ne serait in fine que l'alibi.

Il est proposé de restreindre les projets à ceux inscrits au programme de mesure du SDAGE. L'avantage de ce filtrage est d'éviter les opérations sans maturation préalable. L'impact de ces opérations devra néanmoins être soigneusement évalué avant la prise de décision administrative.

### **3.4 SUIVI DES QUANTITES DE CONTAMINANTS REMIS EN CIRCULATION**

Dans la mesure où les opérations sont par définition précédées d'une phase de reconnaissance du massif sédimentaire avec évaluation de la quantité de contaminants contenus, que l'on soit en dessous ou au-dessus du seuil de 60 µg/Kg, en dérogation ou non au principe général, il est proposé qu'au niveau du bassin soit tenu un registre des quantités de contaminants remis en circulation.

Ce registre concernera uniquement les opérations impliquant des sédiments immobilisés<sup>3</sup>.

On intégrera au registre les quantités soustraites dans le cas d'extraction des sédiments et les rejets évités dans le cas des opérations jugées impossibles.

Il fera l'objet d'un bilan annuel dans le but d'évaluer globalement les impacts cumulés des opérations sur les sédiments aquatiques contaminés sur les flux de contaminants vers le milieu marin et éventuellement, par retour d'expérience, d'en préconiser des règles de maîtrise.

<b>Le diagramme « Marche à suivre » en fin d'annexe, résume l'ensemble de la démarche.</b>
--

---

<sup>3</sup> Dans le cas des sédiments libres, on aurait inévitablement des doubles comptes amont-aval.

# ANNEXES

## Annexe 1 - Eléments de relativisation sur la quantité de contaminants (PCB) remis en circulation dans les milieux aquatiques

**La notion de relativisation est aisée à évoquer dans le cas de substances toxiques naturellement présentes dans l'environnement**, à des teneurs naturelles plus ou moins importantes, éventuellement dangereuses dans certains cas, car il peut être fait référence à la notion de bruit de fond naturel (bruit de fond géochimique). **L'approche est plus délicate dans le cas de substances toxiques artificielles d'origine anthropiques pour lesquelles le bruit de fond est par définition égal à zéro.**

Plus encore, pour les substances toxiques persistantes comme les PCB, intervient la notion de cumul dans les milieux aquatiques et dans le biote. **Toute nouvelle introduction dans le milieu naturel, outre l'augmentation des concentrations, conduit à augmenter pour de longues périodes le stock global dans les milieux aquatiques et in fine dans le milieu marin.** La notion de relativisation est alors délicate et revient plutôt à tenter de définir, quasiment sans arguments et en tout cas d'échelle solide de relativisation, quelle contamination complémentaire serait admissible.

Les éléments de calage sont actuellement insuffisants. Nous en disposons sur le fleuve Rhône, qui certes constitue environ les 2/3 des apports d'eau douce au littoral méditerranéen français, mais aucun sur les autres côtières.

### Exemple du Rhône

Pour le Rhône donc, le suivi de la contamination des eaux et des matières en suspension à la station d'Arles nous indique, entre 2008 et 2011, un **flux annuel moyen de PCB à la Méditerranée d'environ 150 kg de PCB.**

Ce flux doit être logiquement constitué des PCB :

- historiquement présents dans les sédiments aquatiques ;
- provenant de berges ou dépôts en berge non encore identifiés et soumis à érosion ;
- contenus dans les rejets liquides des stations d'épuration (évalués à moins de 10 Kg/an) ;
- produits par le lessivage des surfaces imperméables contaminées par les PCB déposés par voie atmosphérique (évalués à 15-20 Kg/an)
- résultant, dans des proportions impossible à évaluer, du lessivage des PCB issus des épandages de boues de stations d'épuration (évalués à 4 Kg/an de PCB épandus dans les champs - seuil d'autorisation de 800 µg/kg) ;
- rejetés par les industriels autorisés pour moins de 0.4 Kg/an ;
- aux éventuels actes de vandalismes...

A ce flux, qui peut être qualifié de « bruit de fond anthropique », s'ajoutent ceux issus d'opération ou de travaux sur des sédiments aquatiques contaminés, qui doivent faire l'objet d'une autorisation spécifique. Sur ces bases, se pose justement la question de la faisabilité ou de l'acceptabilité d'opérations telles que :

- Le démantèlement entre Péage de Roussillon et Avignon, par érosion naturelle, des **casiers Girardon** mis en place au début du XX<sup>ème</sup> siècle et qui le corsettent. Les études préliminaires de ce programme ambitieux et d'intérêt environnemental majeur, conduisent à évaluer la libération de 400 Kg de PCB<sub>i</sub> en 16 ans, soit un accroissement du flux moyen annuel du Rhône en PCB<sub>i</sub> compris entre 4 et 25% selon la période du programme de démantèlement ;
- Les **chasses du Haut-Rhône** de juin 2012 considérant que les 2.7 millions de m<sup>3</sup> de sédiments effectivement chassés, dont la teneur en PCB était inférieure à 60 µg/Kg, sont susceptibles d'avoir contenu 8 kg de PCB indicateurs, soit une augmentation théorique de 5% pour l'année 2012 ;

On doit par ailleurs considérer la vulnérabilité du milieu marin, avec le risque difficilement évaluable d'augmenter la biodisponibilité de PCB alors que certaines espèces de poissons présentent des teneurs qui se rapprochent des limites sanitaires.

Sauf à prendre la décision de ne plus réaliser ce type de travaux, on s'oriente donc nécessairement vers la définition de ce que l'administration pourrait autoriser comme rejet de substance tels que les PCB, rejet considéré comme une des composantes de l'étude des impacts du projet de travaux.

## Annexe 2 - Liste des avantages et désavantages environnementaux à caractériser pour servir de base à une décision administrative de réaliser ou de sursoir aux travaux projetés

Les recommandations contiennent une proposition d'inclure dans le dossier d'instruction une liste de critères qui doivent être qualifiés, dont des éléments de relativisation des impacts possible des travaux par rapport aux avantages attendus.

Cette liste, renseignée par le pétitionnaire, devra être validée par l'administration.

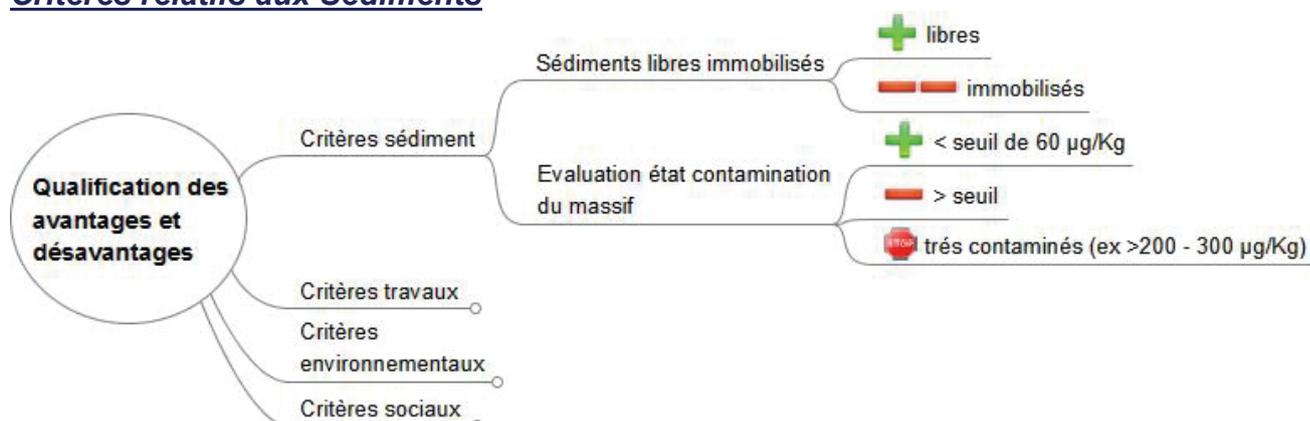
Elle sera utilisée par l'administration pour éclairer sa décision de délivrer son arrêté d'autorisation.

Avertissements : Les critères qui sont listés ci-dessous sont spécifiques et réduit à la problématique sédiments aquatiques contaminés. Ils viennent en complément des critères classiques d'évaluation de l'impact.

L'idée initiale de donner une note à chaque critère a été abandonnée.

Les critères sont répartis en 4 familles : Sédiments, Travaux, Environnementaux et Sociaux.

### Critères relatifs aux Sédiments



#### Sédiments libres-immobilisés

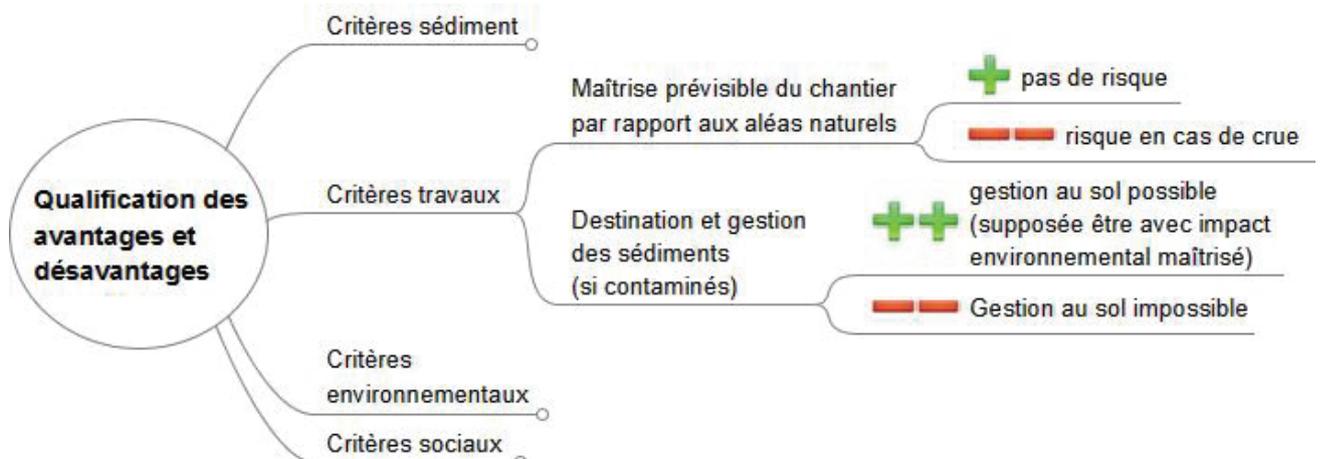
- Les sédiments libres sont susceptibles d'être dispersés par le courant ou les crues : leur remise en eaux peut être considérée comme une anticipation d'un évènement qui risque de se produire.  
Critère neutre ou positif (à décider)
- Les sédiments immobilisés, ne posent pas de problèmes tant qu'on n'y touche pas. La décision de les remettre à l'eau est lourde de conséquence.  
Critère négatif.

#### Niveau de contamination des sédiments

En réalité, la qualification est plus complexe car on a généralement une multi-contamination (cf méthode écotox de type VNF, H14). Sur le seul critère PCB :

- Inférieurs au seuil : la dégradation aval ou périphérique est réelle mais mesurée dans son impact environnemental.  
Positif
- Supérieur au seuil : il y a dégradation environnementale certaine.  
Négatif
- Très sup. au seuil (ex : >200 ou 300 µg/Kg – à statuer) : on est à des niveaux prohibitifs qui devraient remettre en cause l'opération.  
Opération impossible.

## Critères relatifs aux travaux



### **Maîtrise prévisible du chantier par rapport aux aléas naturels**

Renseigne sur le niveau d'aléa du chantier en lien avec les conditions naturelles et techniques pouvant être rencontrées pendant la réalisation (maîtrise des sédiments manipulés, impacts d'une crue survenant durant les opérations – lien avec la durée prévisible, ...)

Aléas chantiers :

- faibles : positif
- moyen : négatif
- forts (dont risque en cas de crue) : opération impossible si contamination supérieure à 100-200 ??

### **Destination et gestion des sédiments (si contaminés)**

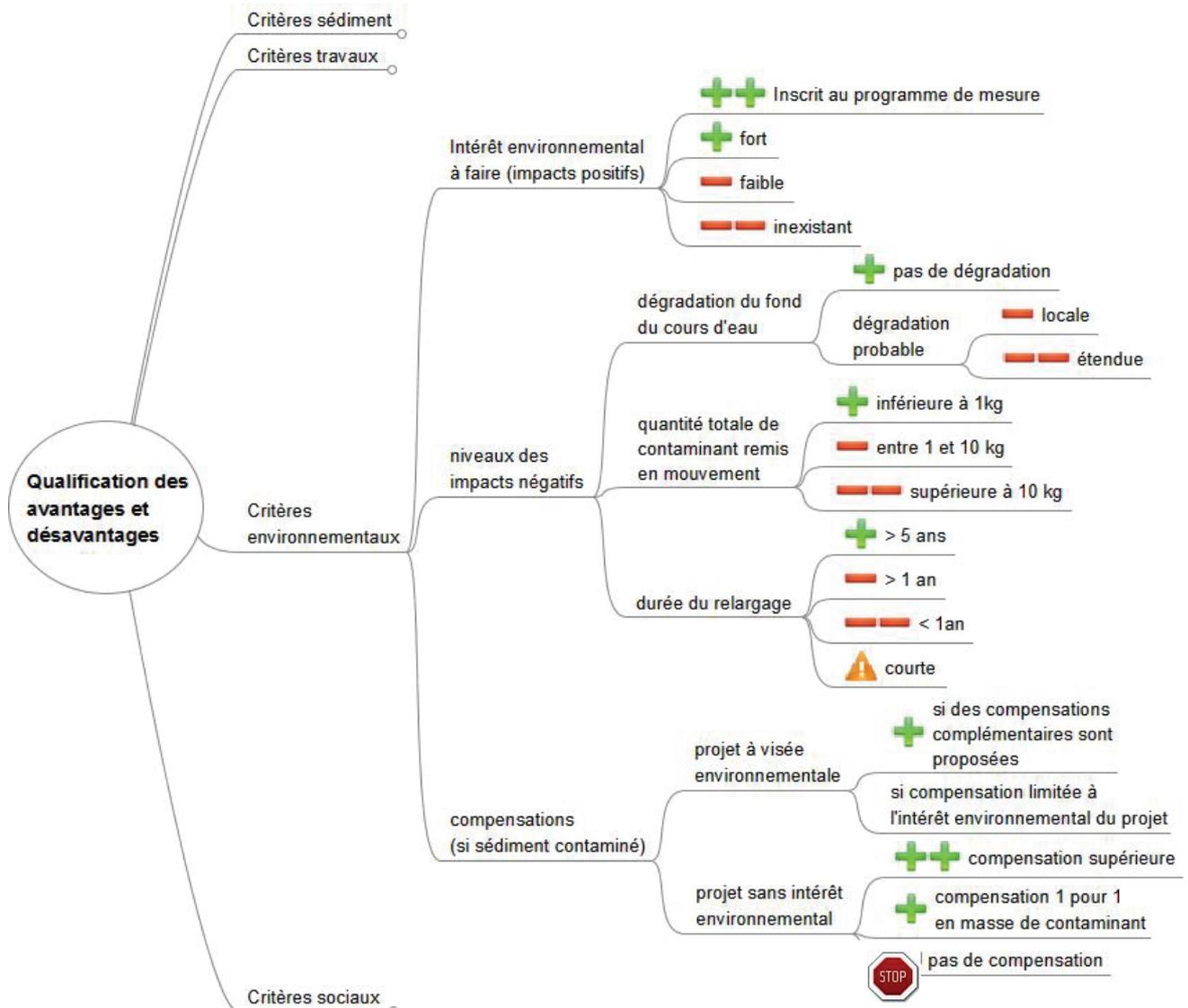
Gestion au sol possible (supposée être avec impact environnemental maîtrisé)

Dans le cas de sédiments faiblement contaminés caractérisés comme non dangereux, l'existence d'une possibilité de valorisation simplifie le problème en cas de nécessité d'extraction. A contrario, la difficulté à envisager une valorisation au sol (difficulté technique à charger sur barges ou camions, transport en camion très impactant, couts induits justifiés comme exagérés, ...) force, si la décision de faire les travaux doit être prise, à une remise à l'eau des sédiments.

Gestion au sol :

- aisée : très positif
- possible : positif
- impossible : négatif

## Critères environnementaux



### Intérêt environnemental à faire

Opération motivée par un intérêt environnemental :

- Opération inscrite au programme de mesure du SDAGE : très positif
- Opération uniquement à visée environnementale : très positif
- Faible : négatif
- Inexistants : très négatif à « opération impossible » si impacts.

### Impacts

Dégradation du fond du cours d'eau à l'aval ou en périphérie :

- Pas de dégradation : positif
- Dégradation probable locale : négatif
- Dégradation probable étendue : opération impossible

Quantité totale de contaminants remis en circulation :

- Inférieur à 1 Kg de PCB<sub>i</sub> : positive ou neutre
- Entre 1 et 10 Kg : négative
- Sup à 10 Kg : très négatif.

Durée du relargage (ne change pas la quantité de contaminants remis en circulation ni la quantité qui arrivera en mer, mais diminue la biodisponibilité par réduction des concentrations des sédiments déposés) :

- Sup. 5 ans : positif
- Inf. 1 an : négatif
- Inf. 1 an : très négatif
- Courte : opération impossible si sédiments contaminés et vol. important (besoin de méthode d'évaluation du risque plus précis).

## Compensations

**Si l'opération a un intérêt environnemental**, on peut considérer que la compensation est la motivation de l'opération, à condition de donner les éléments d'équilibre entre avantages/désavantages pour vérifier qu'on n'a pas un déséquilibre : intérêt environnemental moyen et impact fort :

- Compensations complémentaires : positif
- Pas de compensations complémentaires : neutre.

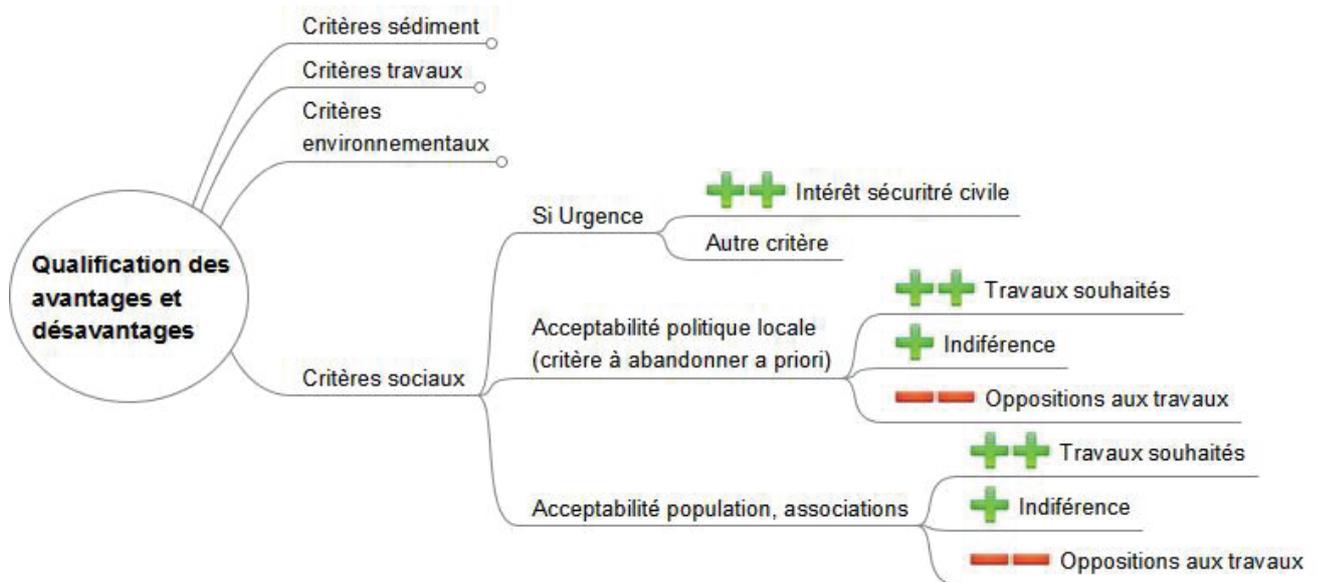
**Si l'opération n'a pas d'intérêt environnemental**, la compensation ne peut être recherchée que dans une contre-mesure visant à diminuer une source de contaminant dans les mêmes proportions que les contaminants remis dans le milieu : recherche et traitement de décharge sauvages, traitement d'un point chaud, ... :

- Compensation supérieure à impacts (plus de contaminants éliminés sur un site contaminé (le même ou un autre site) que de contaminants remis en circulation dans le milieu aquatique par l'opération) : très positif
- Compensation à 1 pour 1 : positif
- Pas de compensation : opération impossible

On notera toutefois que les processus de compensation sont difficiles à introduire dans le cas de travaux sur des sédiments aquatiques contaminés. En effet, une compensation sensu stricto consisterait à retirer du milieu aquatique autant voire plus de PCB qu'on n'en rajoute à l'occasion de travaux. C'est quasi impossible à construire, même si on envisage des compensations sur des milieux aquatiques différents, voire par exemple des traitements de décontamination de sols de sites industriels contaminés : synchronisme entre opportunité de compensation et le projet de travaux considéré, possibilité du maître d'ouvrage à intervenir sur d'autres sites, problème de transfert des crédits.

Il s'ensuit une discussion, ou du moins un approfondissement du concept de compensation, avant de le formaliser dans une grille définitive de critères.

## Critères sociaux



### **Urgence**

Ce critère est difficile à manipuler. On suppose que le critère d'urgence est attribué par l'autorité administrative avec discernement. Vérifier toutefois que l'urgence n'exclue pas des mesures de réduction des impacts comme une remise à terre provisoire, une limitation de l'intervention au strict nécessaire, ...

### **Acceptabilité : politique locale**

Renseigne sur le contexte politique local. Décrit l'importance relative de l'aspect politique de la décision à faire ou ne pas faire.  
Maintien à discuter avec le groupe.

### **Situation du projet en regard du droit**

A rajouter au schéma ???

Renseigne sur les possibles difficultés d'ordre juridique, voire les conflits de droit que le projet soulève, tant par une décision de le faire que de ne pas le réaliser. Décrit l'importance relative de l'aspect politique de la décision à faire ou ne pas faire.

Paramètre : aucun obstacle réglementaire, difficulté réglementaire/juridique prévisible.

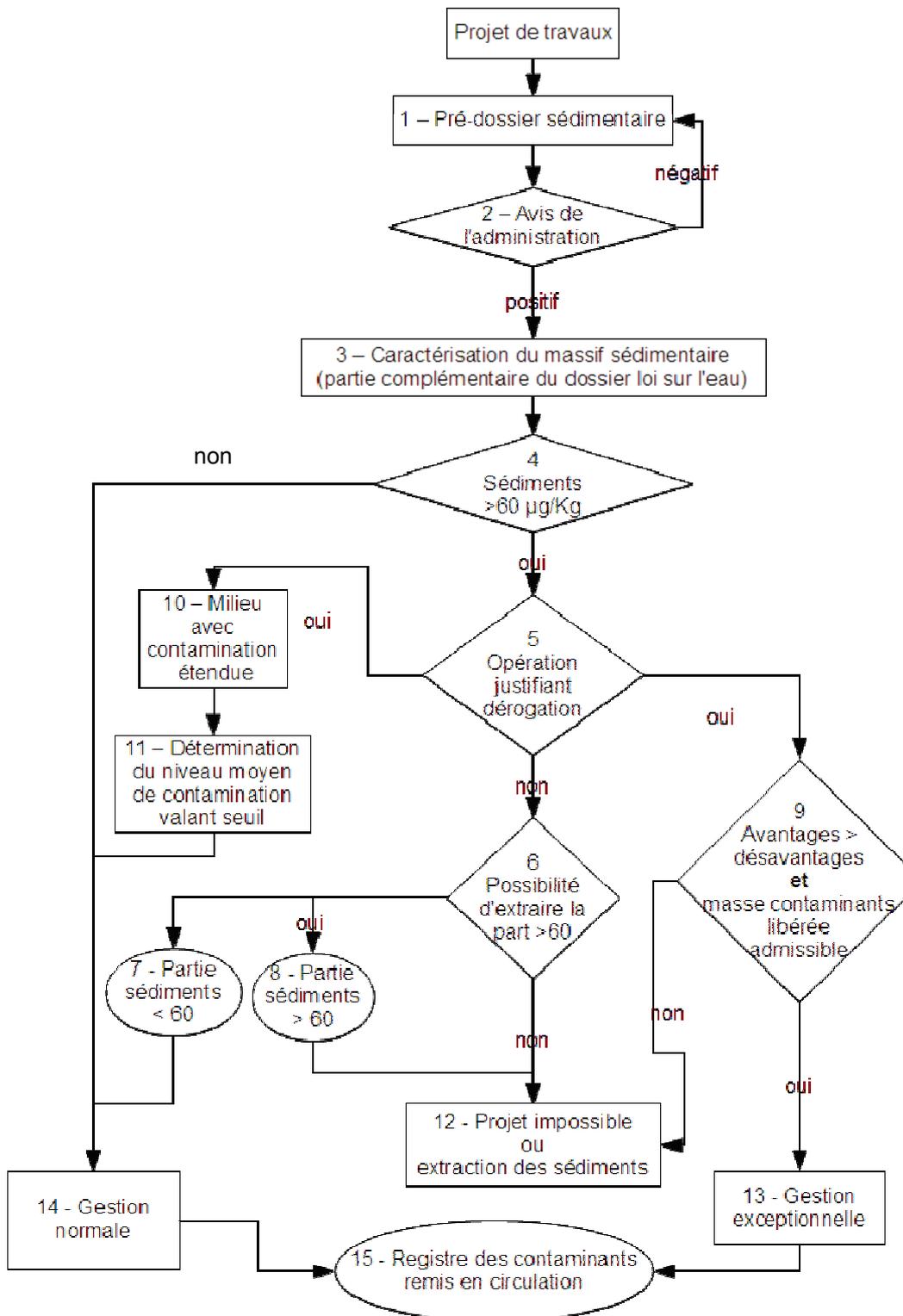
### **Acceptabilité : populations, Associations**

Renseigne sur le contexte d'acceptation/opposition des populations locales et associations. Décrit l'importance relative de l'aspect politique de la décision à faire ou ne pas faire.

- Travaux souhaités : très positif
- Indifférence : positif
- Opposition : très négatif.

### Annexe 3 - Marche à suivre pour un projet de travaux

Lorsqu'un projet de travaux ou d'intervention sur des sédiments potentiellement contaminés émerge, la marche à suivre pour les pétitionnaires et les services instructeurs est la suivante.



## 1) Pré-dossier sédimentaire

Le pétitionnaire élabore un pré-dossier qui comprend les éléments suivants :

- Description des travaux projetés (finalités, justification, degré d'urgence, éléments quantitatifs, ...);
- Plan d'échantillonnage (méthode d'échantillonnage, nombre d'échantillons, plan d'implantation, profondeurs investiguées, ...), analyses (paramètres, seuils analytiques, ...);
- Méthode prévue d'interprétation des résultats d'analyse pour déterminer le(les) niveau(x) de contamination du massif sédimentaire;
- Méthode de travaux, durée, phasage, période de l'année, ...

Ces éléments ne sont pas nécessairement détaillés, seule la partie plan d'échantillonnage doit l'être suffisamment et vaut engagement du pétitionnaire à le réaliser.

## 2) Avis de l'administration sur le pré-dossier sédimentaire

L'administration donne un avis favorable ou défavorable par courrier au pétitionnaire.

## 3) Dossier loi sur l'eau, dont la partie Caractérisation du massif sédimentaire

Le pétitionnaire met en œuvre le plan d'échantillonnage accepté par l'administration.

L'interprétation des résultats, dont la méthode doit être clairement décrite, conduit à une évaluation des quantités de contaminants contenus dans le massif sédimentaire, leur répartition dans le massif, l'identification de points chauds.

Cet élément constitue un chapitre bien individualisé du dossier classique au titre de la Loi sur l'eau.

## 4) Teneur des sédiments par rapport au seuil de 60 µg/kg

Il s'agit de bien individualiser dans le dossier :

- les valeurs d'analyses individuelles, dont celles qui dépassent le seuil de 60µg/KG en PCB<sub>i</sub> ;
- une individualisation, si pertinent, de zones auxquelles on peut attribuer des teneurs en PCB<sub>i</sub> supérieures ou inférieures au seuil ;
- une proposition de teneur moyenne du massif sédimentaire, selon une méthode de calcul argumentée et hydromorphologiquement argumentée. Cette teneur moyenne est nécessaire, notamment pour les faibles contaminations, car elle permet de situer le massif par rapport au seuil de 10µg/Kg.
- Une évaluation de la quantité totale de contaminant dans le massif sédimentaire (voir 15)

## 5) Opérations justifiant dérogation

Confer 3.2 ci-dessus.

## 6, 7 et 8) Possibilité d'extraire la part >60 µg/Kg

Si la répartition des contaminants est hétérogène au sein du massif, ne permettant pas de raisonner en teneur moyenne, et que des zones de fortes concentrations (points chauds) sont identifiées, la solution d'extraction sélective des zones les plus contaminée doit être examinée. Dans ce cas il redevient possible de raisonner en teneur moyenne pour les parties restantes du massif.

## 10 et 11) Cas des rivières et plans d'eau contaminés

Voir 3.2.1 ci-dessus.

Nota : une liste des plans d'eau et cours d'eau susceptibles d'être contaminés devrait être réalisée.

## 10bis) Cas d'une dégradation aval

Voir 3.2.1 ci-dessus.

## **9) Analyse des conditions de dérogation**

Confer 3.2.3 ci-dessus

## **12) Projet impossible**

A moins d'extraire les sédiments.

## **13) Principe dérogatoire = Gestion exceptionnelle**

La gestion de projets issus de dérogation aux principes généraux doit être élaborée dans le dossier de demande d'autorisation.

Doivent être clairement décrits, quantifiés et phrasés :

- les méthodes, analyses, interprétation des évaluations initiales, pendant travaux et après travaux ;
- les états des milieux aquatiques impactés attendus à court, moyen et long terme.
- Les méthodes de suivi à moyen et long terme des effets environnementaux des travaux qui ont justifié l'opération.

## **14) Gestion normale**

Confer **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

## **15) Registre des contaminants remis en circulation**

Confer **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

## Axe 2 – Améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques et gérer cette pollution

### 2.3 – Bâtir un programme de recherche sur les techniques de dépollution

#### 2.3.A– Projet PCB Axelera

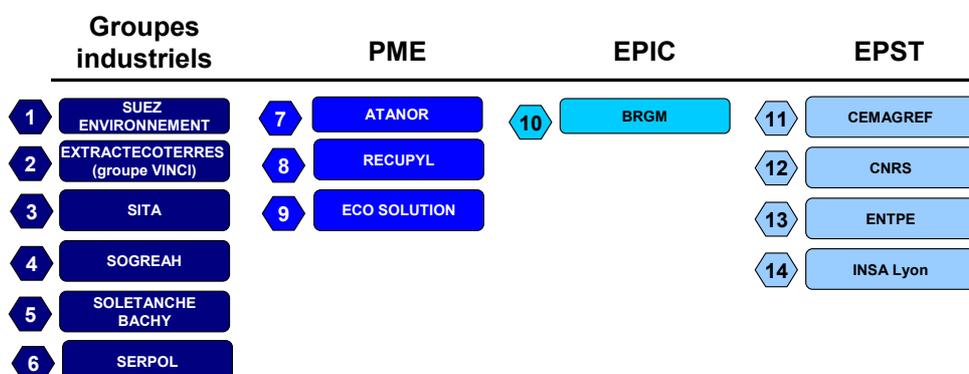
Description de l'action	Pertinence analytique Processus de transfert Technologies de traitement Outil global d'aide à la décision
Porteur local de l'action	AXELERA
Date de mise à jour	07/12/12

## 1 Contexte et objectifs

Le pôle de compétitivité chimie environnement de Rhône-Alpes **AXELERA** a déposé un projet de recherche et développement sur les PCB dans le cadre du 6ème appel à projets du fonds unique interministériel (FUI).

Le projet "PCB AXELERA" vise le développement et la mise à disposition de technologies innovantes, accompagnées de nouveaux outils analytiques et de nouveaux modèles de transfert, pour le traitement des problématiques de pollution des eaux, sédiments et sols par les PCB et autres polluants.

Le projet a été accepté par le FUI avec une date de démarrage au 1<sup>er</sup> Décembre 2008 et une date de fin au 31 Mars 2012 pour une durée totale de 40 mois. Cette durée a été prolongée de 7 mois, pour une date effective de fin au **30 Octobre 2012**. Il fédère 14 partenaires dont 5 publics et 9 privés et est financé par l'état et les collectivités territoriales (Grand Lyon, METRO de Grenoble, Conseil Général de l'Isère et Région Rhône-Alpes, Fonds FEDER). La mise en place effective des financements s'est achevée au 1<sup>er</sup> Septembre 2009 (décalage de 9 mois par rapport au FUI).



Le pilotage et la coordination du projet sont assurés par Suez-Environnement.

Le coût de ce programme PCB-AXELERA s'élève à 9 828 698 € financé à hauteur de 2 597 305 € par l'Etat et 2 889 250 € par les collectivités territoriales, et co-financé par les partenaires privés à hauteur de 4 342 143 €.

Le projet PCB-AXELERA se décompose en 15 actions (1 action technologie non retenue) :

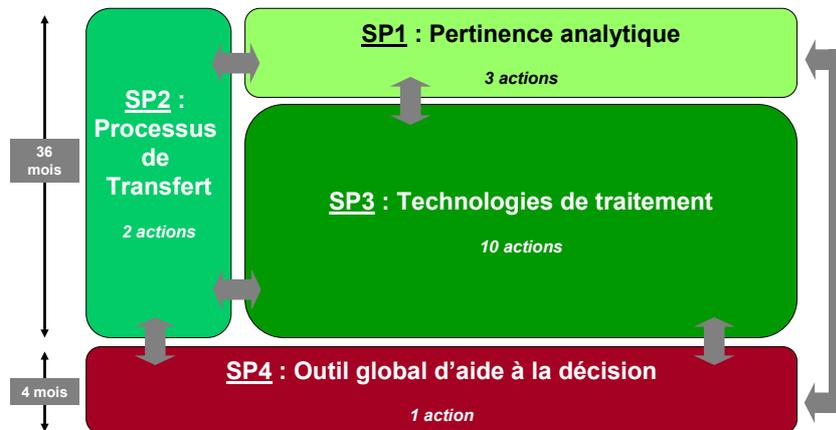
- pertinence analytique (3 actions),
- processus de transfert (2 actions),
- technologies de traitement (9 actions),
- outil global d'aide à la décision (1 action),

incluant la mise en place de deux plateformes « tests » pour valider ces technologies.

L'ensemble des actions du projet sont achevées, certaines technologies faisant l'objet de validations complémentaires.

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés (en particulier deux prélèvements en Rhône-Alpes : lac de Bourget (73) et Etang de Susville (38)) avec des concentrations en PCB indicateurs au delà de

1 000 µg/kg et des quantités de plusieurs centaines de kg, afin d'alimenter les essais en laboratoire, en pilote et en plateforme industrielle. Un carottage a été réalisé dans le lit non perturbé du Rhône pour servir de référence stratigraphique historique au projet.



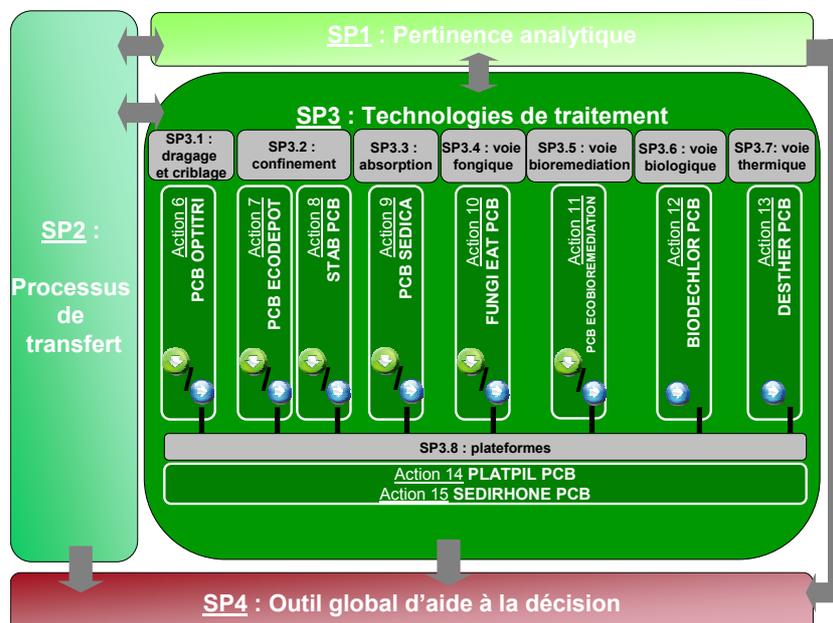
Un groupe spécifique a été constitué pour homogénéiser les méthodes de prélèvement, de conditionnement et d'analyses, afin de produire des résultats comparables entre les diverses actions. Les essais d'orientation en laboratoire ont permis de définir les protocoles opératoires adaptés.

## 2 Principaux Résultats (préliminaires)

Le projet PCB-AXELERA s'est achevé le 30 Octobre 2012. Certains résultats sont en cours d'exploitation et de finalisation. Certains essais industriels se poursuivent pour confirmer les résultats et performances obtenus. Les conclusions présentées sont donc provisoires et doivent être considérées comme indicatives.

Les technologies de traitement étudiées dans le cadre du projet PCB-AXELERA sont représentatives de l'ensemble des technologies envisageables pour la décontamination de sédiments pollués en particulier par les PCB, soit :

- technologies de confinement (in-situ ou à terre)
- technologies par adsorption (in-situ ou à terre)
- technologies de dégradation biologique par voie fongique ou bactérienne (hors-sol ou à terre)
- technologies de désorption thermique (hors sol à terre)



Pour l'ensemble de ces technologies les essais laboratoires, pilotes et semi-industriels ont été réalisés conformément au programme envisagé.

Les principales performances obtenues sont les suivantes :

Projet PCB AXELERA : Synthèse des Performances de traitement obtenues (résultats préliminaires à confirmer)							
Type de Traitement	Technologie	Application	Action	Prétraitements nécessaires	Développement	Performances Elimination 7 PCB	Remarques
Confinement	Alvéole Biologique	à terre	A7 - PCB ECODEPOT	Siccité supérieure à 50%	Faisabilité Laboratoire	/	A valider à l'échelle industrielle
	Stabilisation - Solidification par liants hydrauliques	in-situ	A8 - STAB PCB	Siccité supérieure à 25%	Faisabilité Laboratoire	/	A valider à l'échelle industrielle
Adsorption	Adsorption sur charbon actif	à terre	A9 - PCB SEDICA	/	Faisabilité Laboratoire	De l'ordre de 30%* pour 8h de contact	Mise en œuvre à valider
	Adsorption sur charbon actif et biodégradation	in-situ	A9 - PCB SEDICA	/	Faisabilité Laboratoire	De l'ordre de 30% de dégradation biologique	Mise en œuvre à valider
	Adsorption sur charbon actif et séparation par flottation	à terre	A9 - PCB SEDICA	Tri par tamisage et hydrocyclone à 80µm	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 25 à 30% de désorption par opération	A valider à l'échelle industrielle
	Adsorption sur charbon actif et séparation par hydrocyclone	à terre	A9 - PCB SEDICA	Tri par dégrillage et dessablage à 63µm	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 25 à 30% de désorption par opération	A valider à l'échelle industrielle
Voie Fongique	Myco-remédiation	à terre	A10 - FUNGI EAT PCB	Tamisage à 1cm	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 30% de dégradation biologique sur 6 mois	A valider à l'échelle industrielle
Voie Biologique	Biopile	à terre	A12 - BIODECLOR PCB	Deshydratation à plus de 50% siccité	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 30% de dégradation biologique sur 1 an	Non recommandé à l'échelle industrielle
	Alvéole Biologique (active)	à terre	A12 - BIODECLOR PCB	Deshydratation à plus de 50% siccité	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 30% de dégradation biologique sur 1an	A valider à l'échelle industrielle
	Alvéole Biologique (active) avec phytoremédiation	à terre	A7 - PCB ECODEPOT	Deshydratation à plus de 50% siccité	Pilote Pré-Industriel	Peu efficace	Non recommandé à l'échelle industrielle
Voie Thermique	Désorption thermique	à terre	A13 - DESTHER PCB	Deshydratation à plus de 75% siccité	Pilote Pré-Industriel	Proche de 100% par opération	A valider à l'échelle industrielle

\* pour 5% Charbon Actif en g/g sédiment sec

Les exigences de prétraitement stipulées dans le tableau peuvent être atteintes grâce à des technologies de séparation/déshydratation à terre dont les performances à l'échelle pré industrielle ont été validées dans le cadre de l'action A6 PCB-OPTITRI. Seule l'atteinte d'une siccité de 75%, nécessite une technologie complémentaire de séchage.

Certaines actions du projet PCB-AXELERA ont permis d'aborder différentes technologies et ce sont en tout **11 technologies de traitement et de confinement** qui ont été étudiées. Certaines ont été validées au laboratoire et la plupart l'ont été à l'échelle pré-industrielle (plusieurs centaines de kg de sédiments). Toutes doivent être ensuite validées à l'échelle industrielle (au-delà du projet PCB-AXELERA).

**Cinq technologies de traitement** (indiquées sur fond jaune) apparaissent prometteuses toutes pour un traitement à terre. Elles peuvent se classer en trois catégories :

- **technologies douces de déchloration des PCB (actives sur plusieurs années)**
  - o par myco-remédiation en biotertre
  - o par dégradation anaérobie en alvéole biologique active
- **technologies d'adsorption (mobiles fonctionnant par opération unitaire)**
  - o par adsorption sur charbon actif et séparation par flottation
  - o par adsorption sur charbon actif et séparation par hydrocyclone
- **technologie de désorption thermique**
  - o par désorption thermique entre 300 et 650°C

### 3 Positionnement des filières de traitement

Le positionnement des filières de traitement des sédiments pollués aux PCB dépend d'un certain nombre de critères, les principaux étant :

- Les seuils d'intervention
  - o Les seuils relatifs aux opérations de curage
  - o Les seuils environnementaux (points noirs)
- Les seuils de gestion à terre
- Les seuils des filières de valorisation

A ce jour, en France, seuls des seuils guide des opérations de curage sont définis : seuil réglementaire S1 à 680 µg/kg en PCB Totaux (et seuils d'usage à 10 et 60 µg/kg en 7PCBi pour le bassin du Rhône)

Il n'existe aucun seuil environnemental contrairement à certains pays européens (Norvège 100µg/kg ou Pays-Bas 1 000 µg/kg en 7PCBi).

Les seuils des filières de valorisation ne sont pas discriminants sur les concentrations en PCB (sédiments non dangereux avec une teneur inférieure à 1 000 µg/kg pour les 7PCBi, sauf pour l'épandage agricole où la teneur maximale est de 800 µg/kg). Pour les filières de valorisation, ce sont essentiellement les critères géotechniques qui sont prépondérants.

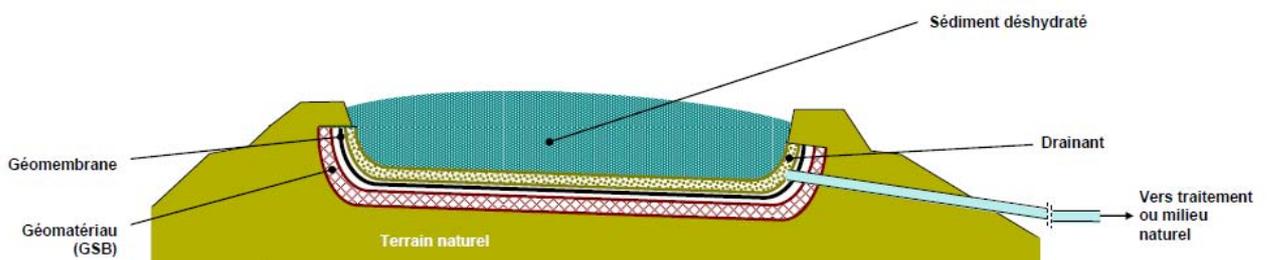
Un schéma d'arbre de décision pour une gestion des sédiments dragués contaminés aux PCB est proposé dans le livrable final du projet PCB-AXELERA.

Il apparaît que les filières de traitement en particulier celles développée dans le cadre du projet PCB-AXELERA ne se justifient que dans deux cas :

- pour la décontamination d'un sédiment non dangereux dont la concentration en PCB est supérieure à 1 000 µg/kg afin d'atteindre une concentration inférieure à 1 000 µg/kg pour lui ouvrir des filières de valorisation.
- pour la décontamination d'un sédiment non dangereux dont la concentration est inférieure à 1 000 µg/kg pour lui permettre sa valorisation dans plusieurs filières (pas de seuils incitatifs dans la réglementation à ce jour)

Il apparaît néanmoins que quatre éléments d'ordres technique et réglementaire peuvent permettre de structurer une filière sédiment, incluant le curage, le traitement et la valorisation :

- La définition de seuils réglementaires liés aux opérations de curage.
- La définition d'une politique de traitement des **points noirs** avec définition d'un seuil environnemental indicatif pour action (à titre indicatif par exemple 200µg/kg).
- La mise en place d'actions de curage, de criblage et de deshydratation des sédiments leur donnant une valeur géotechnique leur ouvrant diverses filières de valorisation (avec ou sans traitement spécifique de dégradation des PCB).
- La création d'une réglementation encadrant le stockage des sédiments pollués en alvéole monospécifique éventuellement combinée à un traitement biologique (**alvéole monospécifique active**).

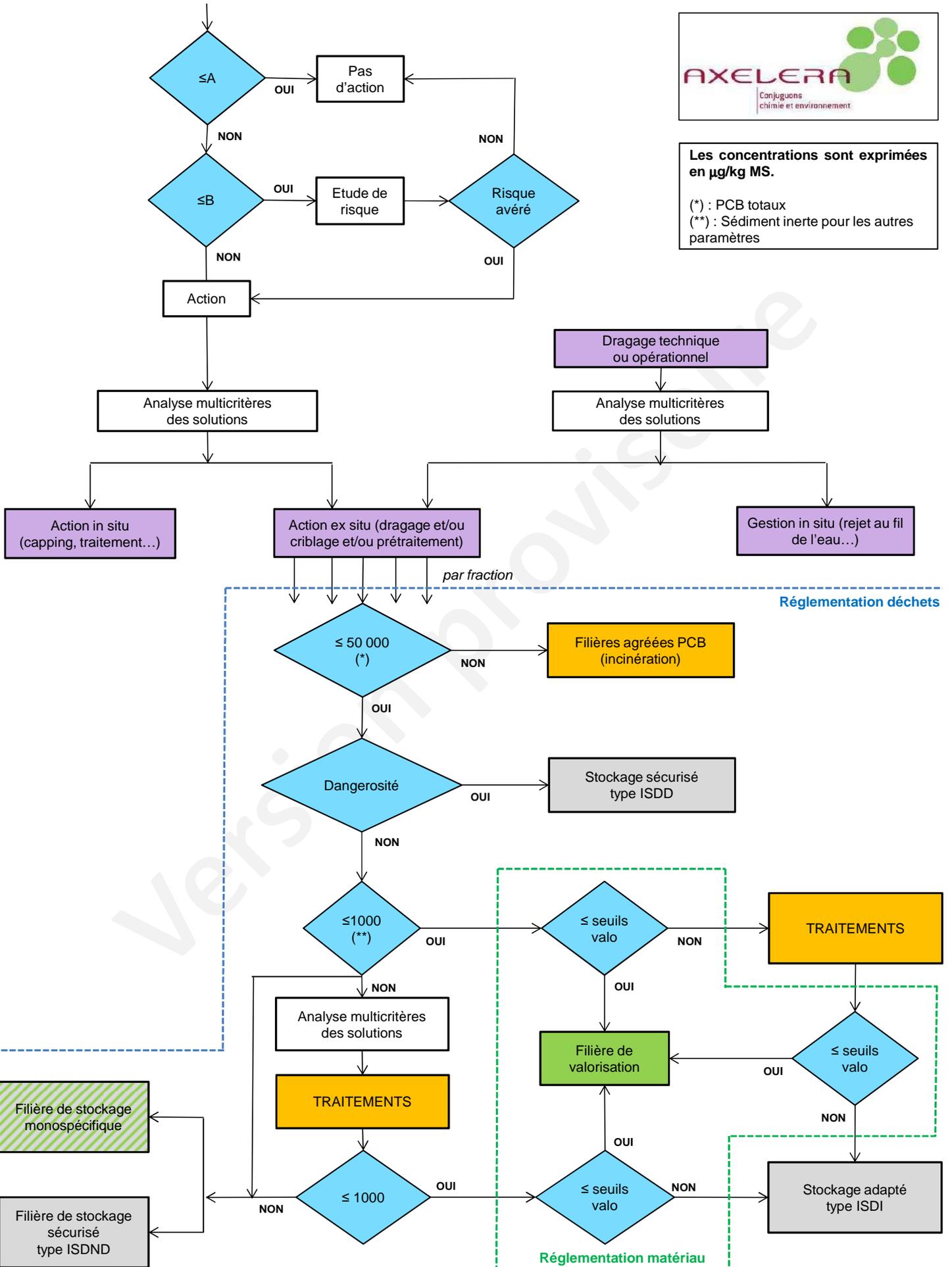


# Arbre de décision pour une gestion des sédiments dragués contaminés aux PCB ( $\Sigma 7$ PCB)



Les concentrations sont exprimées en  $\mu\text{g}/\text{kg MS}$ .

(\*) : PCB totaux  
(\*\*) : Sédiment inerte pour les autres paramètres





Domaine scientifique de la Doua  
66 bd Niels Bohr – BP 52132  
F-69603 Villeurbanne Cedex  
Tél : 04 72 43 83 68 – Fax : 04 72 43 92 77  
mél : asso@graie.org - www.graie.org