

Le rôle des sédiments dans la contamination des poissons d'eau douce par les polychlorobiphényles (PCB)

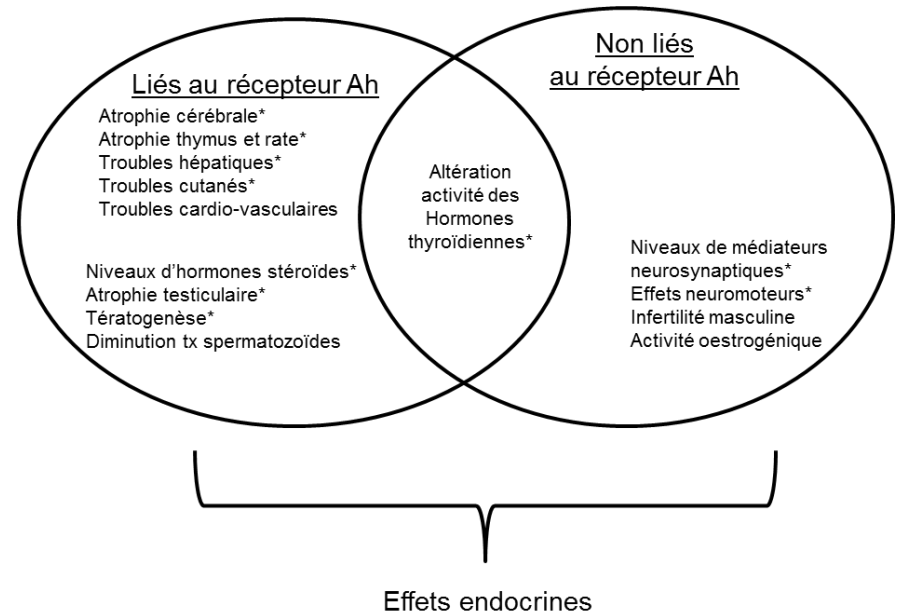
Marc BABUT

MALY, Laboratoire d'écotoxicologie (Villeurbanne)



PCB, où est le problème ?

- Persistance, transport longue distance ...
- Toxicité des PCB
 - Effets endocriniens
 - Autres
 - ⇒ vertébrés (poissons, mammifères) > invertébrés
- Exposition chronique :
 - Majoritairement par la nourriture (voie trophique)
- Poissons = support privilégié
 - Au plan sanitaire
 - Au plan de la qualité des milieux



Monosson E. (1999). Reproductive and developmental effects of PCBs in fish: A synthesis of laboratory and field studies. *RevToxicol*, **3**: 25-75



Evaluer, réduire la contamination ?

- Monitoring / poissons
 - Variabilité des peuplements piscicoles
 - Différences des niveaux accumulés selon l'espèce (*)
 - Difficultés inhérentes à l'échantillonnage
- Gestion = intervenir à la source
- **Comment les poissons se contaminent-ils ?**
- Consensus pour attribuer un rôle clé aux sédiments fin
 - Élucider les autres facteurs « confondants »

(*) AFSSA (2009). Appui scientifique et technique de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'interprétation des données du plan national PCB 2008 dans les poissons de rivière et à la proposition du plan d'échantillonnage 2009 Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), Maisons-Alfort, 32 p.

Approches (études)

- Transferts de contaminants hydrophobes dans le Rhône du sédiment au biote: construction de modèles dans une perspective de gestion

- Plans d'actions PCB – bassin Rhône-Méditerranée / national

- Exploitation des données « milieu » / large échelle ⇒ BSAF

- Base de données « poissons » Rhône-Méditerranée, données RCS Rhône-Méditerranée
- Base de données « poissons » nationale, RNB-RCS





1- Approche à large échelle :

Facteurs d'accumulation sédiment-biote (BSAF)

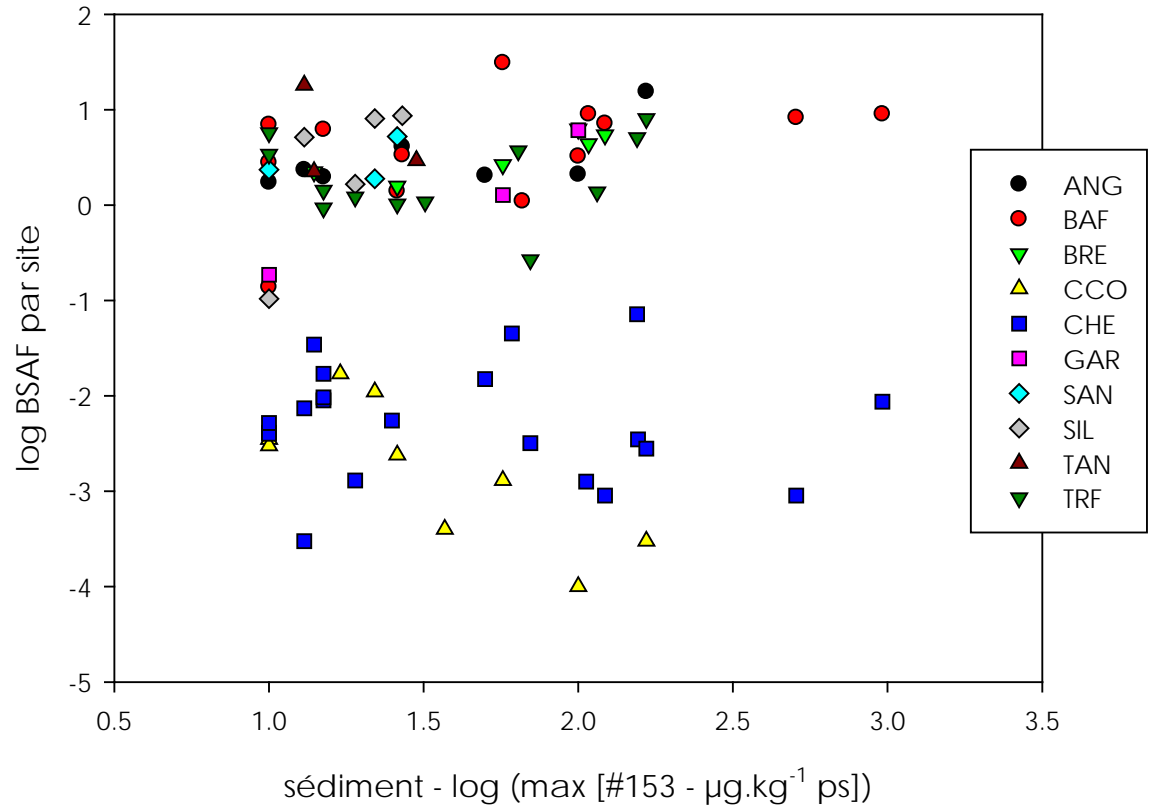
- Problèmes rencontrés
 - Sites communs Poissons / Sédiments
 - Effectifs Poissons
 - Sédiment :
 - Périodes considérées
 - COT
- Bootstrap \Rightarrow distribution de **BSAF potentiels**
 - par espèce / site
 - PCB153

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

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

1 - BSAF : résultats

- 3^{ème} quartile
 - plus élevés pour anguille, barbeau fluviatile
 - plus faibles pour carpe et chevaine



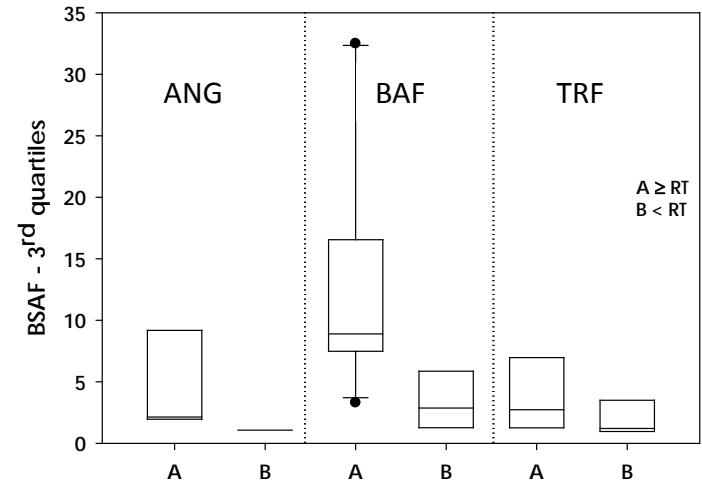
1 - BSAF et contamination des sédiments

- 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^{ème} quartile des BSAF du barbeau, tous sites confondus
 - Du 3^{ème} quartile de f_{OC} et du 1^{er} quartile f_{LIP}
 - Reconversion [CB153]- Σ [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 st quartile | 10 | 10 |
| median | 15 | 10 |
| mean | 80.1 | 29.7 |
| std deviation | 32.4 | 8.2 |
| 3 rd 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

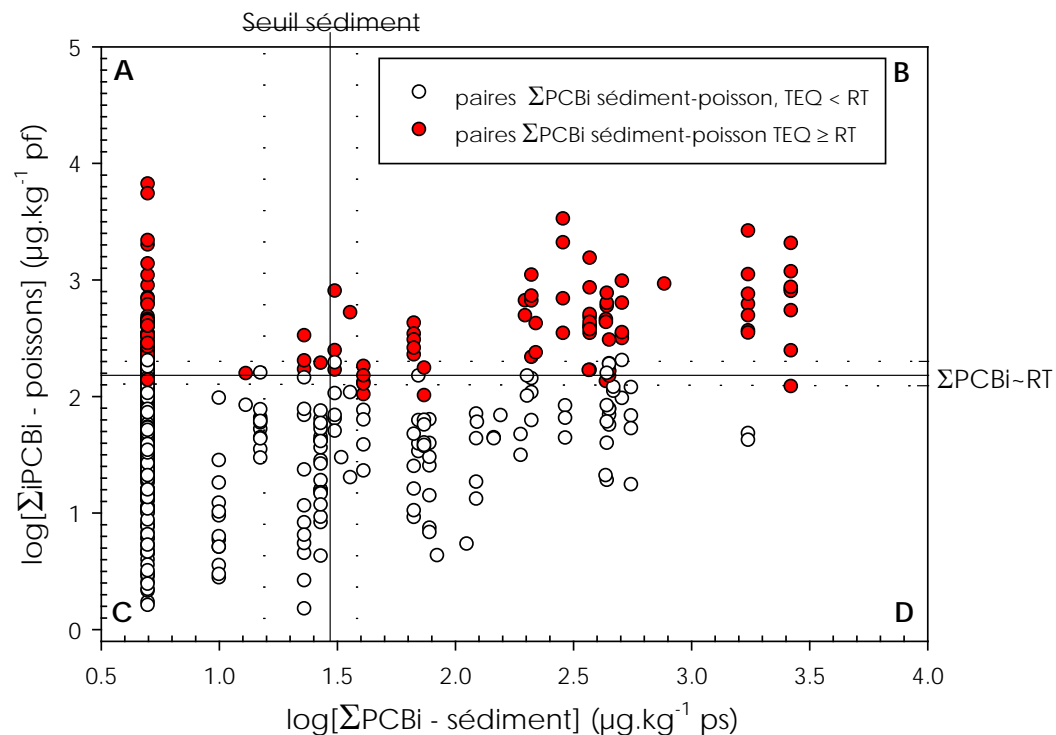
1 - Cette approche permet-elle de prédire la contamination des poissons (> seuil) ?

Rhône-Méditerranée : 26.6 ng.g⁻¹ (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

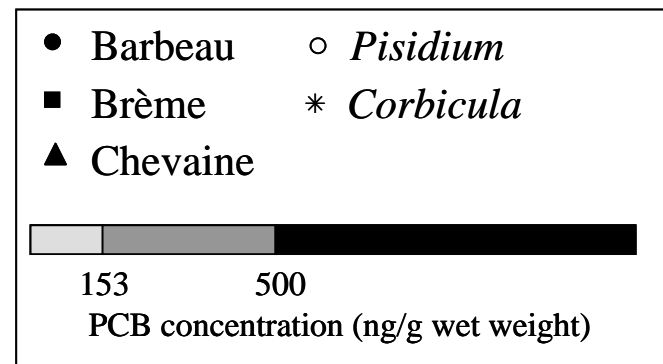
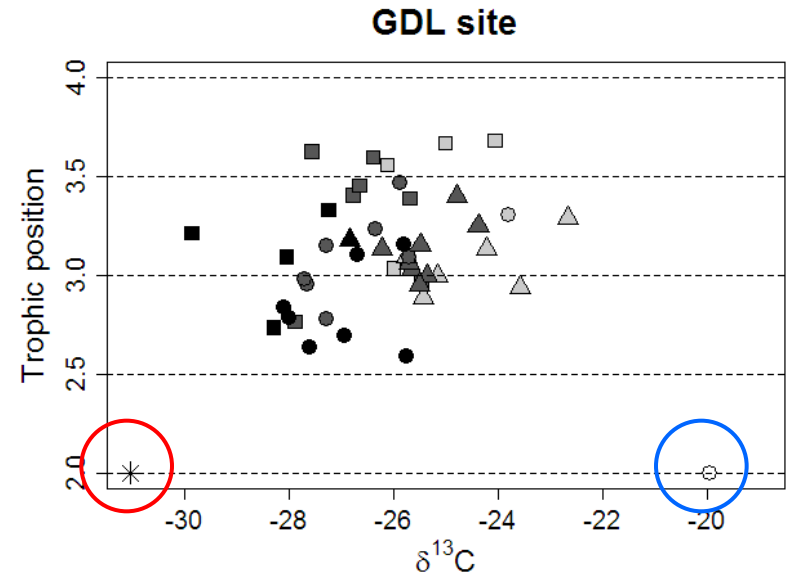
Base nationale : 50.0 ng.g⁻¹ (id.)

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



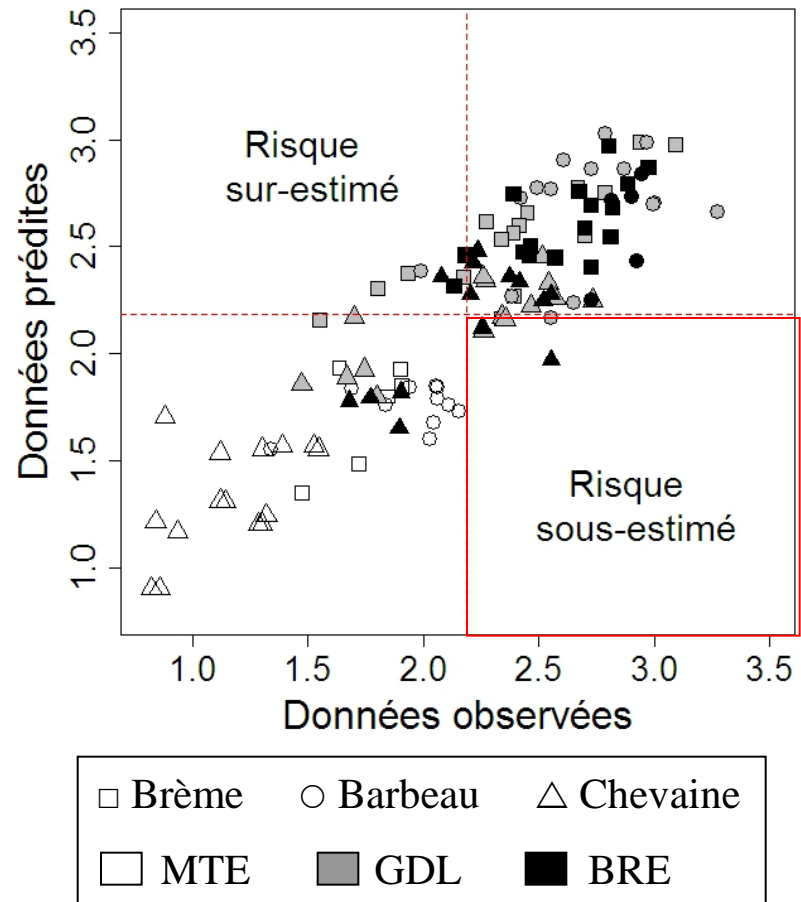
2.1 – Interprétation statistique des données expérimentales (petite échelle : 3 sites)

- 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 sédimentaire sont plus contaminés
- Détermination de la proportion des 2 sources C dans l'alimentation de chaque poisson (SIAR – probabilité par inférence bayésienne)



2.1 - Modèle statistique obtenu

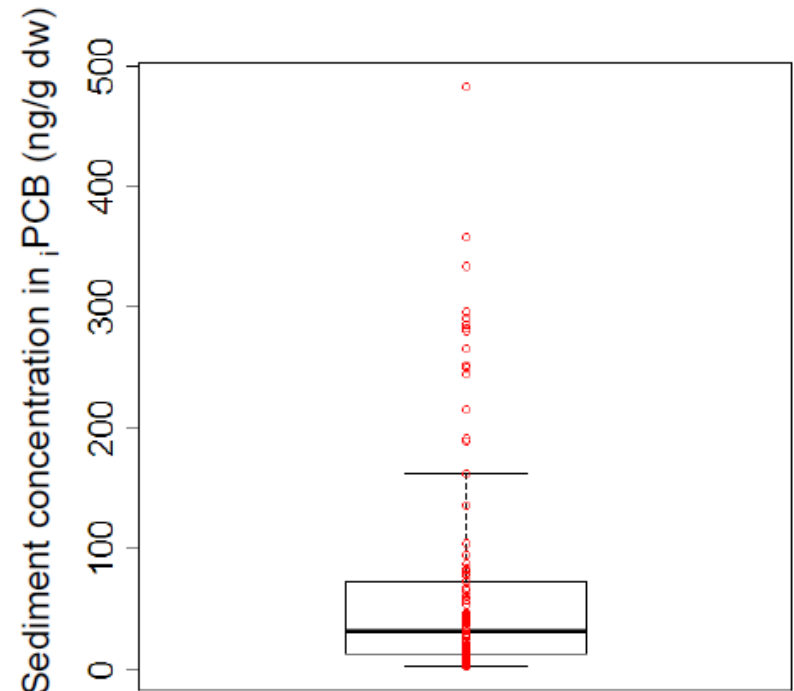
- Approche statistique pour
 - expliquer ΣPCBi
 - par : taille, masse, âge, MG%, TP, sexe, % *detr-C*, $C_{SED-max}$
- Élimination des variables peu significatives
- 78% de la variabilité totale (PCB dans le poisson) est expliquée par taille, % *detr-C*, $C_{SED-max}$



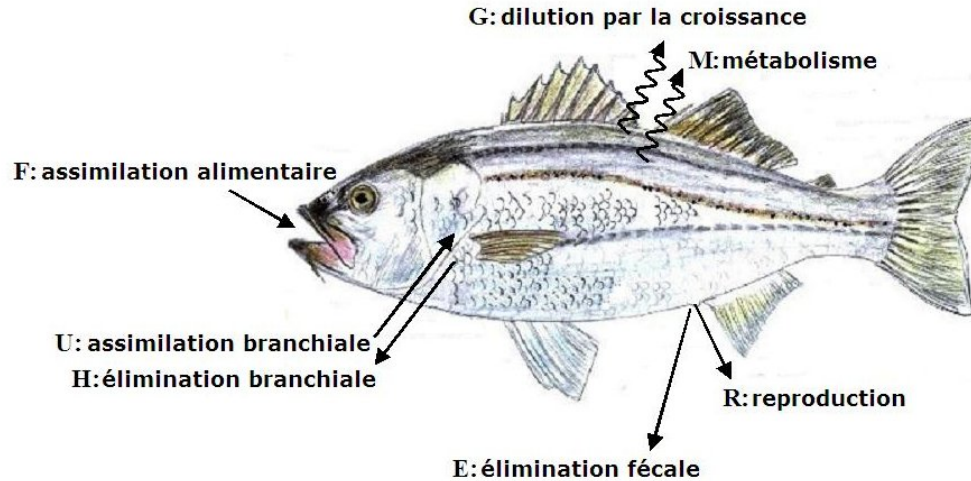
Lopes C, Perga ME, Peretti A, Roger M-C, Persat H, Babut M (2011). *Chemosphere*, **85**: 502-508

2.1 - Rétro-calcul d'un seuil sédiment

- 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 ng.g⁻¹ (ps);
 - 90^{ème} centile à 5.9 ng.g⁻¹ (ps)



2.2 – Modélisation à base physiologique



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

2.2 – calcul de seuils sédiment

- Σ [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 | Chevaine |
|-----------------|---------|-------|----------|
| MTE (amont) | 1 | 1 | 2 |
| GDL (contaminé) | 0.7 | 0.5 | 1 |
| BRE (contaminé) | 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 |

Σ [7PCBi] ng.g⁻¹ ps

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



Conclusions

- Cohérence entre les 3 modèles ?
 - BSAF :
 - 50-60% de prédiction correcte
 - 27 ou 50 ng.g⁻¹, comparable à médiane des valeurs obtenues avec le modèle statistique (i.e. 50% des poissons conformes) = 32 ng.g⁻¹
 - Modèle statistique vs modèle à base physiologique
 - 90% des poissons conformes à ≈ 6 ng.g⁻¹ – cohérent avec les bases de données
 - Barbeau, brème et chevaine conformes 100% du temps entre 0.7 et 2 ng.g⁻¹ dans le sédiment
- Pour maîtriser les conséquences des erreurs de type I et II il faudrait 2 seuils sédiment
 - diminuer l'erreur de type I = protéger l'opérateur contre le risque économique
 - diminuer l'erreur de type II = protéger le consommateur ou l'écosystème



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