



**HAL**  
open science

## Modélisation biodynamique de l'accumulation de composés organiques persistants par des invertébrés benthiques d'eau douce

A. Ratier, Marc Babut, C. Lopes, H. Budzinski, Paul Labadie, Olivier Geffard

► **To cite this version:**

A. Ratier, Marc Babut, C. Lopes, H. Budzinski, Paul Labadie, et al.. Modélisation biodynamique de l'accumulation de composés organiques persistants par des invertébrés benthiques d'eau douce. SEFA, Jun 2017, Lille, France. pp.1, 2017. hal-02608398

**HAL Id: hal-02608398**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02608398v1>**

Submitted on 16 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Modélisation biodynamique de l'accumulation de composés organiques persistants par des invertébrés benthiques d'eau douce



Aude Ratier<sup>1</sup>, Marc Babut<sup>1</sup>, Christelle Lopes<sup>2</sup>, Hèle Budzinski<sup>3</sup>, Pierre Labadie<sup>3</sup>, Olivier Geffard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Iristea, UR MALY, centre de Lyon-Villeurbanne, 5 rue de la Doua, BP 32108, 69616 Villeurbanne Cedex, France.

<sup>2</sup>Univ Lyon, Université Lyon 1, CNRS, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive UMR5558, F-69622 Villeurbanne, France.

<sup>3</sup>Université Bordeaux 1, Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux (EPOC), UMR 5805 CNRS, Laboratoire de Physico- et Toxicochimie de l'environnement (LPTC), 351 cours de la Libération, 33405 Talence, France.

## Introduction

Les effets d'une contamination sur des organismes sont évalués dans un premier temps en étudiant la toxico-cinétique, c'est-à-dire le lien entre la concentration d'exposition et la concentration bioaccumulée par l'organisme. La bioaccumulation de contaminants métalliques ou organiques par diverses espèces aquatiques est un phénomène très variable, puisqu'il dépend à la fois des caractéristiques du milieu, des propriétés des contaminants mais aussi de l'espèce considérée. Différents modèles dits toxico-cinétiques (ou biodynamiques) ont été développés pour décrire l'accumulation de contaminants dans les réseaux trophiques aquatiques<sup>[1]</sup>. Dans ces modèles, l'organisme est souvent considéré comme un compartiment unique ; la bioaccumulation de contaminants est alors décrite comme la résultante de flux entrants (absorption) et sortants (élimination). À ce jour, il n'existe pas de cadre générique de modélisation réunissant l'absorption avec éventuellement effet de saturation, l'élimination avec éventuellement biotransformation pour les contaminants organiques persistants.

### Objectifs

- Étudier la variabilité des cinétiques d'accumulation et d'élimination de composés organiques émergents par différentes espèces aquatiques,
- Intégrer au modèle biodynamique existant les effets de saturation/dépendance à la concentration et de métabolisation.

## Démarche scientifique

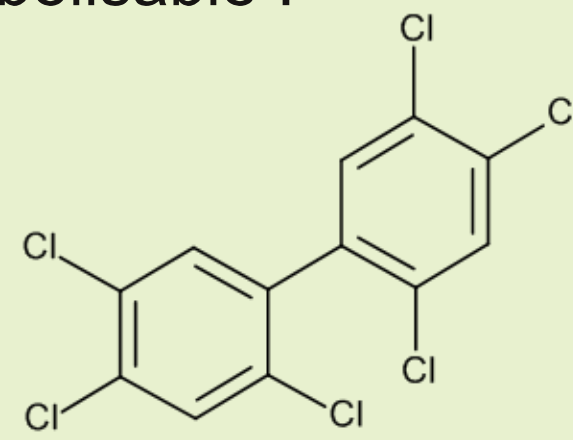
Modèle toxico-cinétique classique :

$$\frac{dC_{org}}{dt} = \underbrace{(k_u \times C_w)}_{\text{Accumulation}} + \underbrace{(AE \times IR \times C_f)}_{\text{Accumulation}} - \underbrace{[(k_e + g) \times C_{org}]}_{\text{Elimination}}$$

$C_{org}$  : concentration dans d'organisme ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )  
 $k_u$  : taux d'absorption à partir de l'eau ( $\text{L.g}^{-1}.\text{j}^{-1}$ )  
 $C_w$  : concentration dans l'eau ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )  
 $AE$  : efficacité d'assimilation de la nourriture (%)  
 $IR$  : taux d'ingestion de la nourriture ( $\text{g.g}^{-1}.\text{j}^{-1}$ )  
 $C_f$  : concentration dans la nourriture ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )  
 $k_e$  : taux d'élimination ( $\text{j}^{-1}$ )  
 $g$  : taux de croissance ( $\text{j}^{-1}$ )

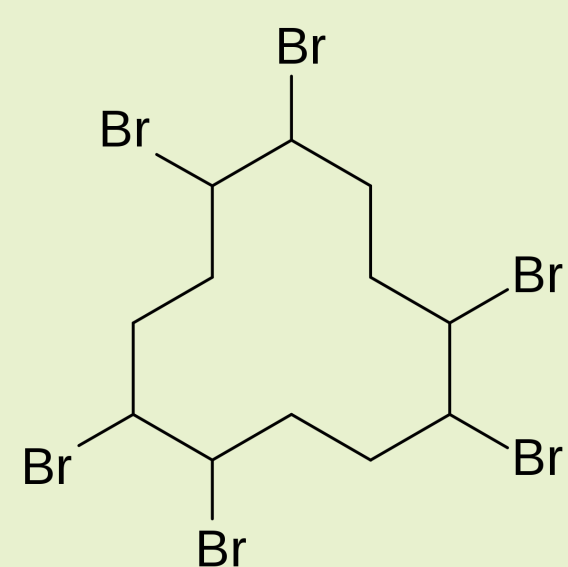
### Sélection des Contaminants

Calibration du modèle avec une substance non métabolisable :

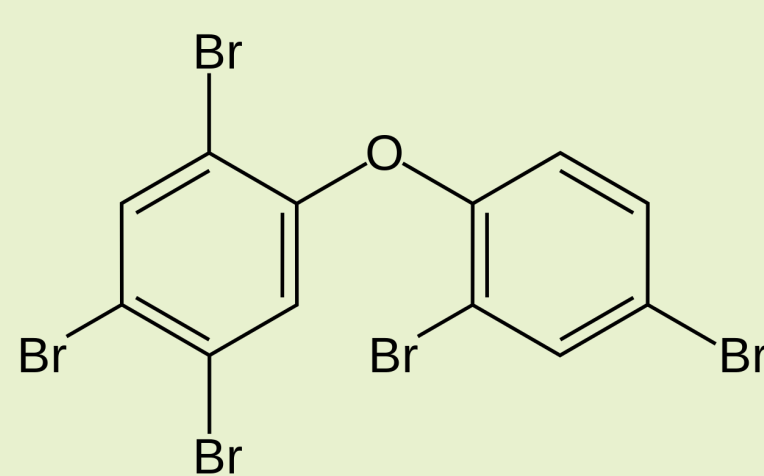


PCB 153

Potentiel de biotransformation et/ou saturation-dépendance à la concentration :



HBCDD



BDE-99

### Contamination du milieu

- Par l'eau,
- Par le **sédiment**,
- Par la **nourriture** (feuilles d'aulnes, Tetramin®).

### Sélection des Organismes

Invertébrés benthiques d'eau douce

Différents phyla, modes de vie et modes d'alimentation :

*Chironomus riparius*



**Insecte**  
Stade larvaire L4

*Gammarus pulex*



**Crustacé**  
Adulte mâle

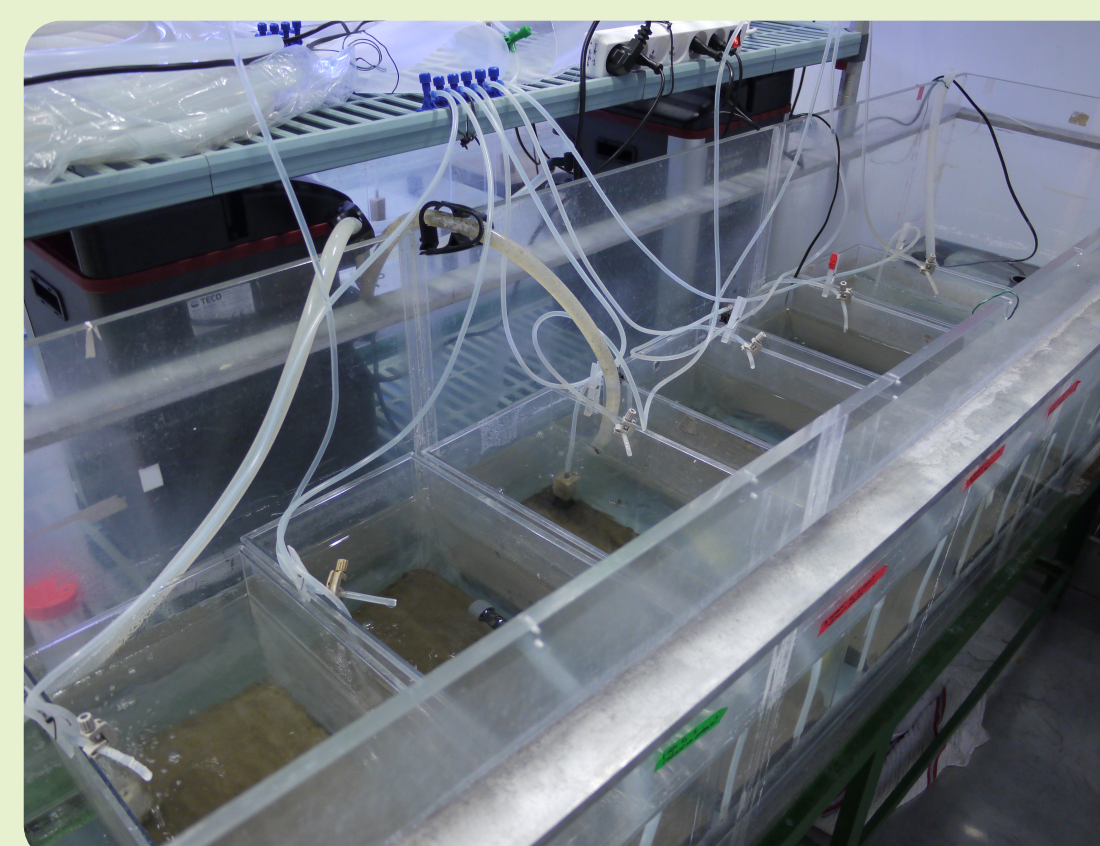
*Physa acuta*



**Mollusque**  
Adulte

### Expérimentations

En conditions contrôlées



$k_u$  : cinétique d'accumulation à concentration constante

$IR$  : détermination expérimentale du taux d'ingestion

$k_e$  : cinétique d'élimination à concentration constante

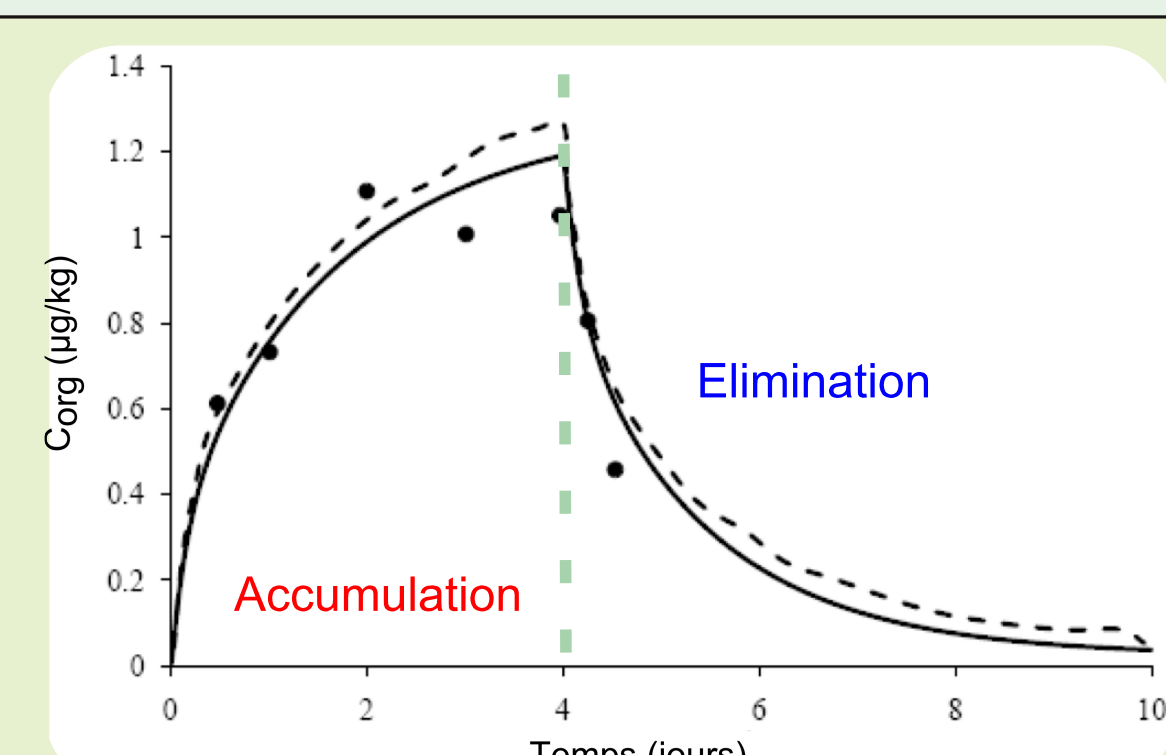
$g$  : mesure de taille des organismes

### Métabolisation

Cinétiques d'accumulation et d'élimination des métabolites à concentrations constantes.

**Saturation / Dépendance à la concentration**  
Cinétiques d'accumulation et d'élimination à concentrations variables.

### Modélisation



### Formalisation du modèle & estimation des paramètres

Formulation du modèle en intégrant la métabolisation et la saturation/dépendance à la concentration.

Estimation des paramètres par **inférence Bayésienne**.

Package "rjags" du logiciel R.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$



1- Luoma, S. N. and P. S. Rainbow (2005). "Why is metal bioaccumulation so variable ? Biodynamics as a unifying concept." Environmental Science and Technology 39: 1921-1931.

Remerciements : Agence Française de la Biodiversité (Direction de la Recherche, de l'Expertise et du développement des Compétences), les technicien(ne)s d'Iristea et du LPTC, E. Luquet, M-C. Roger.

Contact :  
Aude Ratier aude.ratier@irstea.fr