

UNIVERSITE DE METZ
Laboratoire de Toxicologie
Centre des Sciences de l'Environnement



n° 19863

Diplôme d'Etudes Approfondies de "Toxicologie de l'Environnement".

**"CONTRIBUTION A L'ETUDE INTEGREE (TOXICITE,
ACCUMULATION, PHYSICO-CHIMIE) DE LA
BIODISPONIBILITE DE TROIS MICROPOLLUANTS
(CADMIUM, CHROME ET PLOMB) DANS TROIS SEDIMENTS
DIFFERENTS".**

Vincent BEAUNOIR

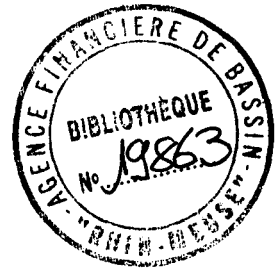
Soutenu le 8 Novembre 1995.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION ET OBJECTIF DU TRAVAIL

II. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

1 ETUDE DE LA BIOACCUMULATION DES METAUX



1.1 Définition

1.2 Bioaccumulation des métaux par des organismes limniques (cas des Oligochètes)

2 INFLUENCE DE LA SPECIATION DES METAUX SUR LA BIODISPONIBILITE

2.1 Principaux types de liaisons des métaux en milieu aquatique

2.1.1 Liaison des métaux avec les sulfures

2.1.2 Liaisons des métaux avec la matière organique

2.1.3 Liaison avec les oxyhydroxydes de fer et de **manganèse**

2.2 Autres paramètres influençant la spéciation des métaux

2.2.1 Effet du pH

2.2.2 Effet de la température

2.2.3 Effet de la dureté

III. MATERIELS ET METHODES

1 ETUDE DE LA TOXICITE AIGUE ET CHRONIQUE DES SEDIMENTS

1.1 Choix des sites étudiés

1.2 Etude in situ par exposition de daphnies sur le terrain

1.2.1 Matériel biologique

1.2.2 Description du système d'exposition

1.2.3 Description du test de récupération des capacités de reproduction

1.3 Etude de la toxicité de l'eau interstitielle au laboratoire par une batterie de tests

1.3.1 Protocole d'extraction de l'eau interstitielle

1.3.2 Tests de toxicité utilisés

1.4 Méthodes statistiques utilisées

1.4.1 Exploitation des données de toxicité aiguë observées dans les chambres sédimentaires

1.4.2 Exploitation des données des tests de récupération

1.4.3 Autres tests utilisés dans l'analyse des résultats de toxicité

2 ETUDE DE LA BIOACCUMULATION DES METAUX

2.1 Bioaccumulation chez les daphnies exposées 48 h sur le terrain

2.2 Bioaccumulation dans les peuplements d'oligochètes

3 ANALYSE PECYSICO-CHIMIQUE DES SEDIMENTS

IV. RESULTATS et DISCUSSION

1 RESULTATS DES TESTS DE TOXICITE

1.1 Résultats de toxicité aiguë observées dans les chambres sédimentaires

1.2 Résultats des tests de récupération

1.2.1 Résultats des tests de récupération sur l'ORNE

1.2.2 Résultats des tests de récupération sur la FENSCH

1.2.3 Résultats des tests de récupération sur la BIEVRE

1.2.4 Bilan du test de récupération des capacités de reproduction

1.3 Résultats des tests microtox sur eaux interstitielles

1.4 Résultats des tests *Daphnia magna* 48 h sur eaux interstitielles

1.5 Résultats des tests Algues sur eaux interstitielles

1.6 Résultats des tests *Ceriodaphnia dubia* sur eaux interstitielles

1.7 Bilan des tests de toxicité sur eaux interstitielle

2 ETUDE DE LA BIOACCUMULATION DES METAUX

2.1 Résultats des dosages de métaux chez les daphnies exposées 48 heures sur le terrain

2.1.1 Résultats des dosages du plomb chez les daphnies exposées 48 heures sur le terrain

2.1.2 Résultats des dosages du cadmium chez les daphnies exposées 48 heures sur le terrain

2.2 Résultats de bioaccumulation des métaux dans les peuplements d'oligochètes

2.2.1 Bilan de l'analyse taxonomique simplifiée des Oligochètes

2.2.2 Résultats des dosages

3 RESULTATS DES ANALYSE PEWSICO-CHIMIQUE DES SEDIMENTS

4.MISE EN RELATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES AVEC LES DONNEES DE TOXICITE ET DE BIOACCUMULATION

4.1 Corrélation entre les teneurs en métaux chez les daphnies et les concentrations dans l'eau interstitielle

4.1.1 Corrélation entre les teneurs en plomb chez les daphnies et les concentrations dans l'eau interstitielle

4.1.2 Corrélation entre les teneurs en cadmium chez les daphnies et les concentrations dans l'eau interstitielle

4.2 Corrélation entre les teneurs en métaux chez les Oligochètes et les concentrations dans l'eau interstitielle

4.2.1 Corrélation entre les teneurs en plomb chez les Oligochètes et les concentrations dans l'eau interstitielle

4.2.2 Corrélation entre les teneurs en cadmium chez les Oligochètes et les concentrations dans l'eau interstitielle

4.3 Corrélation entre les teneurs en métaux chez les Oligochètes et les teneurs chez les daphnies

4.3.1 Corrélation entre les teneurs en plomb chez les Oligochètes et les teneurs chez les daphnies

4.3.2 Corrélation entre les teneurs en cadmium chez les Oligochètes et les teneurs chez les daphnies

4.4 Corrélation entre les paramètres physico-chimiques mesurés sur l'eau interstitielle et les données de toxicité

V. CONCLUSION

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

VII. ANNEXES

INTRODUCTION ET PRÉSENTATION DU TRAVAIL

Une question essentielle en écotoxicologie tient en la possibilité de pouvoir prédire les potentialités de contamination des biocénoses par un composé chimique donné et bien entendu ses conséquences écologiques.

La toxicité des polluants contenus dans les sédiments ou leur accumulation dans les organismes dépend de leur disponibilité, qui correspond à la fraction du polluant présent dans l'environnement sous une forme potentiellement assimilable par un organisme.

L'objectif de cette étude, qui poursuit un travail commencé par BOUCHE (1994), a été d'étudier la biodisponibilité de trois micropolluants métalliques (plomb, cadmium et chrome) présents dans les sédiments de trois cours d'eau (Orne, Fensch et Bièvre), à l'aide de diverses approches (toxicité, accumulation) à différents niveaux d'étude (in situ et au laboratoire).

Le but est ici d'analyser les relations existant entre des paramètres physico-chimiques mesurés sur colonne d'eau, sédiment, eau interstitielle et des données de toxicité obtenues par une série de tests d'écotoxicité. Ceci pour finalement tenter de déterminer les principaux critères physico-chimiques permettant de décrire au mieux la biodisponibilité des métaux dans ces écosystèmes.

Cette étude comporte trois campagnes successives, réalisée à un mois d'intervalle, articulées autour de quatre domaines d'expérimentation :

- 1- Exposition de daphnies sur le terrain pendant 48 h en utilisant des chambres sédimentaires, suivie d'un test de récupération des capacités de reproduction et de dosages du cadmium, chrome et plomb dans ces organismes.
- 2- Etude au laboratoire de la toxicité de l'eau interstitielle des sédiments de ces trois sites par une série de tests d'écotoxicité.
- 3- Prélèvements d'oligochètes pour étudier la bioaccumulation du plomb, du cadmium et du chrome dans ces organismes benthiques (étude faite en collaboration avec le CEMAGREF).
- 4- Analyse physico-chimique de divers paramètres relatifs à la colonne d'eau, au sédiment total et à l'eau interstitielle.

Cette étude a été réalisée au laboratoire de toxicologie du Centre des Sciences de l'Environnement de Metz. Elle a été effectuée dans le cadre d'un contrat avec l'Agence de l'Eau.

*Donc on déduit
1 plan de travail
écotoxicité*

En raison des différents problèmes rencontrés, cette étude n'a pu être réalisée que partiellement et l'analyse statistique envisagée initialement n'a pu être effectuée. En effet, les tests de toxicité réalisés au laboratoire et **in situ** n'ont pratiquement pas révélé de toxicité. En cela, les résultats diffèrent de ceux de BOUCHE (1994). La faible toxicité révélée par cette étude peut s'expliquer de diverses façons. Elle peut provenir :

1- de l'importante dilution des polluants due aux conditions météorologiques. Les deux campagnes ont été effectuées par BOUCHE au mois de Juillet (4/07/94 et 16/07/94) alors que les campagnes du présent travail ont été réalisées aux mois d'Avril, Mai et Juin. Cette période a coïncidé avec de très fortes précipitations entraînant une montée des eaux et de forts débits. Par ailleurs, ces conditions ont rendu délicate la mise en place des chambres sédimentaires sur le fond des cours d'eau. En outre, le maintien du contact de l'extrémité des chambres avec le sédiment s'est avéré difficile à réaliser à cause du courant. En définitive l'utilisation de ce test **in situ** ne s'avère possible que pour a) des hauteurs d'eau pas trop importantes (inférieures à 1 mètre) de façon à pouvoir mettre en place les chambres sédimentaires, b) des débits relativement faibles (inférieurs à 1 cl s) pour que le dispositif reste en place. conditions particulières.

2- du fait que les chambres sédimentaires n'aient pas été placées au même endroit, compte tenu des conditions hydrologiques (hauteur d'eau et vitesse du courant) mentionnées ci-dessus.

3- des modifications techniques apportées (cf § Matériels et Méthodes).

4-. d'une faible disponibilité des micropolluants, même si les métaux sont présents en forte quantité. En effet, la présence simultanée de métaux et de matières organiques dans les sédiments suggère de nombreuses liaisons entre ces composés.

Un ensemble de manipulations supplémentaires devrait être envisagé dans le but de valider le principe de ce test. En particulier, une étude portant sur la quantité de nourriture à fournir aux témoins **T1** serait indispensable, puisque ce facteur semble intervenir de façon prépondérante sur les capacités de récupération des daphnies.

La mise en relation des données de bioaccumulation et de toxicité avec les paramètres physico-chimiques n'a pu se faire que sur ceux relatifs à l'eau interstitielle puisque ceux-ci sont les seuls à être complets pour les trois campagnes.

Nous pouvons regretter que les analyses effectuées ne concernent que trois micropolluants métalliques et n'envisagent pas les polluants organiques. La présence

d'hydrocarbures, bien que certains sur ces sites, n'est pas prise en compte et des analyses de polluants organiques semblent nécessaires dans le cas d'une réponse positive dans ce test de toxicité *in situ*.

En ce qui concerne les résultats proprement dits, il s'avère que :

1- la batterie de tests de toxicité utilisés montre que le Fensch est la plus préoccupante des trois rivières étudiées

2- les résultats de toxicité sur eaux interstitielles permettent de révéler une toxicité plus importante que les tests *in situ*

3- le test *Ceriodaphnia dubia* est un test très sensible parmi l'ensemble des tests mis en oeuvre. De plus il faut noter que les critères de validité (**EPA 1989**) ont été respectés dans la lecture de ce test

Une des originalités de ce travail est d'avoir intégré des résultats de bioaccumulation sur les daphnies exposées **48** heures et sur les oligochètes recueillis *in situ*.

Ces résultats de bioaccumulation, tant chez les daphnies que chez les Oligochètes, ne semblent pas corrélés aux paramètres physico-chimiques mesurés sur l'eau interstitielle (les seuls à être complets). De même, **nous** n'avons pas mis en évidence de relation entre les quantités de métaux accumulées chez les daphnies exposées et chez les Oligochètes, ce qui peut s'expliquer par le mode de vie différent de ces animaux. Toutefois, cette étude semble montrer que les daphnies exposées sur le terrain pendant une durée limitée (**48** heures) accumulent des métaux et que les Tubificidés sans soies capillaires sont de meilleurs bioaccumulateurs de plomb, cadmium et chrome que les Tubificidés avec soies capillaires. Cette étude mériterait d'être poursuivie en liaison avec l'équipe du Dr LAFONT du CEMAGREF afin de mettre en relation l'indice oligochète (simplifié ou **non**) et les résultats de bioaccumulation.