



19824



Contrat de Recherche

Université Henri Poincaré - Nan.C.I.E. - Agence de l'Eau Rhin-Meuse

**Extraction, mobilité et biodisponibilité
de polluants organiques
accumulés dans les modèles sédiments**

Rapport Final

Octobre 1995

Sandrine Magdaliniuk
Laboratoire **Santé** Environnement
Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
5 rue Albert Lebrun
54001 Nancy cedex

2. Conclusions

Ce rapport final n°4 conclut l'étude sur "l'Extraction, la Mobilité et la Biodisponibilité des Polluants Organiques Accumulés dans les Modèles Sédiments". Il complète les résultats obtenus avec d'autres matériaux organo-minéraux : montmorillonite sodique et compl. montmorillonite sodique / polyactylamide neutre (faibles adsorbants du naphthalène) (rapport n°2) et avec l'argile organique B34 (matériau offrant une forte affinité pour le naphthalène (rapport n°3), montrant l'influence de la présence de particules minérales et/ou organo-minérales sur la biodégradation d'un xénobiotique.

Le sédiment naturel est un matériau retenant faiblement le naphthalène : le coefficient de partage mesuré ($K_p=20\text{mLg}^{-1}$) correspond aux valeurs des coefficients de partage rencontrés dans la littérature pour des milieux naturels tels que les sols et les sédiments (Guerin et Boyer 1992; Zhang et al., 1995). Il présente cependant des capacités de rétention plus faibles que l'argile organique B34 qui exprime sa forte capacité de rétention du naphthalène par son caractère hydrophobe apporté par le tensioactif ($K_p = 5920\text{mLg}^{-1}$).

Les résultats de biodégradation du naphthalène obtenus en présence de sédiment sont assez surprenants. Globalement, l'ajout de sédiment dans un mélange naphthalène (environ 20mgL^{-1}) et bactéries (*Burkholderia cepacia*) permet une augmentation des vitesses maximales de biodégradation avec des concentrations de sédiment allant de 0 à 10gL^{-1} . Au delà de ces concentrations (de 10 à 50gL^{-1}), les vitesses ont ensuite tendance à diminuer. L'interprétation des résultats de biodégradation du naphthalène en présence de sédiments est délicate (i) par manque de données sur l'évolution de la quantité de naphthalène adsorbé (impossibilité de pratiquer une désorption sur le sédiment contaminé par des matériaux organiques) (ii) de par la présence de certains composés (métaux) (iii) ou organismes indigènes.

En effet, le sédiment apporte environ 3mg de carbone organique dissous par gramme de sédiment : difficilement oxydable par voie chimique (persulfate de sodium et UV), il est probable que cette matière organique soit aussi difficilement oxydable par voie biologique. Néanmoins, le COD relargué peut constituer une seconde source de carbone pour *Burkholderia cepacia* en sus du naphthalène.

Le second point concerne la présence effective de métaux. Bien que principalement sous forme combinée ou complexée avec des oxydes ou de la matière organique, ils peuvent conférer un caractère toxique au sédiment.

Le troisième point concerne l'apport de microorganismes autochtones par le sédiment non stérilisé. Bien que les expériences réalisées avec 1gL^{-1} de sédiment (10^4 organismes/g) montrent une non dégradation du naphthalène en 27 heures, il est possible que l'apport de quantités plus importantes de sédiment (et par la même de microorganismes participant à l'attaque du naphthalène) explique l'augmentation de la biodégradation.

Sur la base de ces constatations, les hypothèses expliquant une augmentation de la

biodégradation du naphthalène jusqu'à des concentrations de 10gL^{-1} de sédiment sont une augmentation de la population bactérienne en présence du sédiment ainsi qu'un apport de carbone organique dissous qui permet de maintenir la population de bactéries ajoutées dans nos essais (*Burkholderia cepacia*).

;

Il convient de rappeler que les essais ont été conduits sur un sédiment naturel dispersé et maintenu en suspension dans un mélange additionné de bactéries capables de biodégrader le naphthalène. Aussi, en situation réelle (sédiment non dispersé déposé en fond de rivière, population autochtone) on peut suspecter une cinétique d'élimination freinée pour tous les contaminants organiques accumulés à ce niveau.

D'une manière générale, l'ensemble de ce programme de recherche apporte d'une part une lumière plus explicite sur la biodisponibilité des produits organiques dans l'environnement, et d'autre part définit indirectement les caractéristiques d'un sédiment artificiel pouvant être utilisé dans les essais standardisés de laboratoire.

La biodisponibilité d'un polluant organique est définie par son statut physique (solubilisé dans la phase aqueuse ou dans la phase organique, adsorbé sur des particules) qui lui permet d'être disponible pour les microorganismes (*i.e.* susceptible de subir une dégradation enzymatique). Dans la plupart des cas, en l'absence d'une référence absolue, l'expérimentateur mesure les limitations de la biodisponibilité, c'est-à-dire les modifications des cinétiques de biodégradation ou de la quantité biodégradée par rapport à un témoin.

Nos travaux conduits avec de la montmorillonite sodique (qui ne retient pas le naphthalène $K_p=0\text{mLg}^{-1}$) et avec l'argile organique B34 (qui retient le naphthalène $K_p=5920\text{mLg}^{-1}$) montrent clairement qu'une diminution des cinétiques de biodégradation du naphthalène est à la fois la résultante d'un piégeage d'éléments indispensables à l'activité bactérienne (ammonium, phosphates, oligo-éléments...) et/ou la rétention du polluant lui-même. Dans le cas particulier de l'argile organique B34, le véritable paramètre qui limite la vitesse de biodegradation est l'affinité du naphthalène pour la phase organique (la vitesse de désorption n'est en effet pas le terme limitant).

Enfin, le choix des matériaux adsorbants montmorillonite et argile organique B34 s'est révélé tout à fait judicieux du fait de leur comportement spécifique. Ils pourraient être proposés en mélange avec du limon et/ou du sable (par exemple, 0,5% d'argile organique B34, 10% d'argile - montmorillonite + kaolinite -, 60% de sable et 25 à 30% de limons) comme système standard et artificiel pour mimer un sédiment et permettre la réalisation d'essais de biodégradation inter-laboratoires dans des conditions contrôlées.