

Axe 2 – Améliorer les connaissances scientifiques

2.5 Renforcer les connaissances sur les polluants persistants dans le bassin Rhône-Méditerranée

2.5.A Etude des composés perfluorés sur le Rhône

Description de l'action	Etude scientifique sur la bioaccumulation des composés perfluorés par des invertébrés aquatiques et des poissons d'eau douce
Porteur local de l'action	IRSTEA
Date de mise à jour	05/11/2012

1	Contexte	2
2	Objectifs	2
3	Organisation du projet	2
3.1	Partenaires scientifiques	2
3.2	Sites d'étude	2
3.3	Prélèvement de carottes de sédiment et analyses de couches datées	2
3.4	Tests de bioaccumulation	3
3.5	Prélèvement et analyses d'invertébrés et de poissons	3
4	Etat d'avancement	3
5	Perspectives	4

1 Contexte

Le Plan national d'actions sur les polychlorobiphényles (PCB), adopté en 2008, témoigne d'un regain d'intérêt pour les questions soulevées par l'accumulation de composés persistants dans le biote, notamment celui des milieux dulçaquicoles. En marge des actions ciblées sur les PCB ce plan encourageait un certain nombre d'acteurs à s'intéresser à des composés d'intérêt émergent. On désigne par là un ensemble hétérogène de composés, pas nécessairement récemment introduits dans différents usages, mais qui ne faisaient l'objet jusqu'à ces dernières années que de peu de travaux scientifiques, ni de réglementation. Cette recommandation du plan national d'actions sur les PCB a ainsi conduit l'ONEMA et la DREAL Rhône-Alpes (Délégation de bassin Rhône-Méditerranée) à faire procéder à des analyses de certains de ces composés dans des filets de poissons échantillonnés au titre du programme d'actions PCB du bassin. Ces études préliminaires ont notamment montré un accroissement notable des concentrations de composés perfluorés à l'aval de Lyon (lône de l'île du Beurre). Le Rhône est par ailleurs une source notoire de composés perfluorés à la Méditerranée (McLachlan, Holmstrom et al. 2007). L'ANSES a également réalisé des analyses sur les ressources en eau (AEP), sur tout le territoire national. Plusieurs composés perfluorés (PFC) ont été mesurés en concentrations importantes à l'aval de Lyon dans la chair des poissons de plusieurs espèces. Ces substances, très persistantes, ont un comportement différent des substances hydrophobes « classiques », et beaucoup d'inconnues demeurent quant à leur devenir et leurs voies de transfert dans les réseaux trophiques. Le rôle du sédiment, ainsi que les facteurs contrôlant l'accumulation, sont controversés ou insuffisamment documentés. Les effets sur la faune aquatique sont aussi peu explorés jusqu'à présent.

Certains composés d'intérêt émergent sont candidats à l'inscription sur des listes de substances prioritaires (par exemple le PFOS, perfluorooctane sulfonate, dans le contexte de la directive cadre pour l'eau) ou ont été inscrits récemment (PFOS, PFOA – perfluorooctanoate –, COP4 de la Convention de Stockholm) à l'issue de négociations dirigées par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) (Wang, Wang et al. 2009).

2 Objectifs

- Développer une méthodologie d'évaluation de la bioaccumulation in situ
- Documenter les cinétiques d'accumulation de quelques composés perfluorés pour des espèces d'invertébrés benthiques (chironomes, corbicules, autres à discuter)
- Evaluer le rôle du sédiment dans les processus d'accumulation
- Reconstituer l'historique de la contamination sur un site (en posant l'hypothèse que ces composés sont associés aux particules du sédiment ou présents dans la matrice)

3 Organisation du projet

3.1 Partenaires scientifiques

- Irstea, UR Milieux Aquatiques, Ecologie, Pollution, Laboratoire d'écotoxicologie (coordinateur)
- Université François Rabelais de Tours, E.A GéHCO (GéoHydrosystèmes Continentaux)
- Université de Bordeaux 1, UMR EPOC

3.2 Sites d'étude

Les données préliminaires sur la contamination ont notamment été obtenues à l'aval d'un site identifié par l'Anses (Dauchy et al. 2012) comme constituant un point de rejet de PFC au Rhône.

Un premier site expérimental est localisé à l'île (lône) du Beurre, près de Condrieu. Ce site a déjà été exploité dans l'étude trophique sur les PCB.

Un site plus en amont, en première intention intermédiaire entre le point de rejet et l'île du Beurre, sera choisi au moment des carottages.

3.3 Prélèvement et analyse de carottes de sédiment

Bien que les propriétés physico-chimiques des composés perfluorés ne les prédisposent pas à s'adsorber sur les particules – en tous cas pour les composés à chaîne courte (C8) –, les sédiments sont considérés comme le réservoir ultime de leur devenir dans l'environnement (Prevedouros, Cousins et al. 2006). Il n'existe que peu de références sur le dosage et la présence de composés

perfluorés dans les sédiments (Higgins, Field et al. 2005 ; Higgins and Luthy 2006; Ahrens, Taniyasu et al. 2010; Pan and You 2010). Les mécanismes fins de leur devenir dans l'environnement ne sont actuellement pas clairement élucidés. Le sédiment est aussi soupçonné de constituer la source de contamination de la chaîne trophique de la truite de lac (*Salvelinus namaycush*) dans le lac Ontario (Martin, Whittle et al. 2004). On peut donc faire l'hypothèse que les composés perfluorés sont présents dans le compartiment sédimentaire, et que les carottes permettront de reconstituer un historique des apports amont à l'instar des études dans la baie de Tokyo (Ahrens, Yamashita et al. 2009; Zushi, Tamada et al. 2010) ou dans l'Arctique (Stock, Furdui et al. 2007).

2 carottes sont programmées, à l'aval de Lyon ; sur ces carottes on réalisera une étude sédimentologique, la datation à l'aide d'isotopes radioactifs, l'analyse du carbone et de l'azote organique ainsi que le calcium dissous dans l'eau interstitielle, ainsi que le cortège des composés perfluorés dans l'eau interstitielle et sur les particules sédimentaires.

3.4 Tests de bioaccumulation

Des tests de bioaccumulation seront conduits selon deux approches complémentaires : (a) principalement en laboratoire, en conditions contrôlées, à partir de mini-carottes de sédiments prélevées sur le site d'étude, et (b) directement sur le ou les sites d'étude. Ces tests utiliseront le chironome (*C. riparius*) et le gammare (*Gammarus fossarum*).

L'objectif de ces deux approches est de documenter les cinétiques d'accumulation des composés perfluorés (conditions contrôlées), d'élucider les facteurs influant ces cinétiques, et de déterminer des « facteurs d'accumulation » (BAF, BSAF, en l'espèce des rapports entre les concentrations dans le milieu et dans les organismes, qui sont actuellement très peu documentés pour les PFC).

3.5 Prélèvement et analyses d'invertébrés et de poissons

L'objectif de cette partie de l'étude est de documenter les niveaux de concentration des PFC dans le réseau trophique d'une ou plusieurs espèces de poissons. Idéalement le choix de celles-ci devrait porter sur les espèces les plus susceptibles d'être exposées et d'accumuler les PFC, mais les connaissances disponibles ne permettent pas de les prédéterminer. Outre les espèces déjà étudiées en 2009, et sous réserve de sa présence sur site, on pourra aussi considérer le goujon (Becker, Gerstmann et al. 2010).

Les contenus stomacaux des poissons prélevés seront examinés pour déterminer la composition « instantanée » des bols alimentaires. Ces observations seront complétées par l'analyse des isotopes stables du carbone et de l'azote (composition moyenne de l'alimentation).

- Caractéristiques des poissons (taille, poids, scalimétrie) ; effectif cible à 3 espèces / 10 individus ou lots en année 1, 1 espèce / 10 individus ou lots en année 2.
- Analyse des isotopes $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{34}\text{S}$
- Analyse des protéines totales / albumine / protéines de transport des acides gras
- Composés perfluorés, et précurseurs des acides et sulfonates perfluorés : alcools fluorotélomères et sulfonamides fluorés (Higgins, Field et al. 2005).

4 Etat d'avancement

- Lancement effectif en octobre 2011 : pêche de barbeaux, goujons et gardon dans le Rhône entre Vaugris et Condrieu ; prélèvement d'invertébrés (larves de libellules et de chironomes, gammarès, oligochètes, corbicules) dans la lône de l'île du Beurre. De nouveaux prélèvements d'invertébrés ont été réalisés en septembre 2012.
- Complément de pêche en novembre 2011 (barbeaux)
- Prélèvement de 2 carottes de sédiment en octobre 2012 sur le site de l'île du Beurre ; le deuxième site visé, en amont, n'a pas été prélevé en raison d'informations faisant état de curages des lônes dans ce secteur. La réflexion sur le choix d'un deuxième site se poursuit.
- Préparation des échantillons (terrain et tests) – lyophilisation
- Expériences préliminaires aux tests de bioaccumulation entre janvier et avril 2012.
- Première série de tests de bioaccumulation sur chironome et gammare : avril – mai 2012.
- Analyses des composés perfluorés en cours.

5 Perspectives

- Poursuite des analyses jusqu'à la fin de l'année 2012
- Premier séminaire scientifique en janvier 2013
- Nouvelles expérimentations d'accumulation au cours du premier semestre 2013.

Références citées

- Ahrens, L., S. Taniyasu, et al. (2010). "Distribution of polyfluoroalkyl compounds in water, suspended particulate matter and sediment from Tokyo Bay, Japan." *Chemosphere* 79(3): 266-272.
- Ahrens, L., N. Yamashita, et al. (2009). "Partitioning Behavior of Per- and Polyfluoroalkyl Compounds between Pore Water and Sediment in Two Sediment Cores from Tokyo Bay, Japan." *Environmental Science & Technology* 43(18): 6969-6975.
- Becker, A. M., S. Gerstmann, et al. (2010). "Perfluorooctanoic acid and perfluorooctane sulfonate in two fish species collected from the roter main river, Bayreuth, Germany." *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 84(1): 132-135.
- Dauchy X, Boiteux V, Rosin C, Munoz JF. 2012. Relationship Between Industrial Discharges and Contamination of Raw Water Resources by Perfluorinated Compounds. Part I: Case Study of a Fluoropolymer Manufacturing Plant. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 89: 525-530.
- Higgins, C. P., J. A. Field, et al. (2005). "Quantitative determination of perfluorochemicals in sediments and domestic sludge." *Environmental Science and Technology* 39(11): 3946-3956.
- Higgins, C. P. and R. G. Luthy (2006). "Sorption of perfluorinated surfactants on sediments." *Environmental Science and Technology* 40(23): 7251-7256.
- Hoff, P. T., K. Van de Vijver, et al. (2003). "Perfluorooctane sulfonic acid in bib (Trisopterus luscus) and plaice (Pleuronectes platessa) from the Western Scheldt and the Belgian North Sea: Distribution and biochemical effects." *Environmental Toxicology and Chemistry* 22(3): 608-614.
- Houde, M., G. Czub, et al. (2008). "Fractionation and Bioaccumulation of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) Isomers in a Lake Ontario Food Web." *Environmental Science & Technology* 42(24): 9397-9403.
- Kelly, B. C., M. G. Ikonomou, et al. (2009). "Perfluoroalkyl Contaminants in an Arctic Marine Food Web: Trophic Magnification and Wildlife Exposure." *Environmental Science & Technology* 43(11): 4037-4043.
- Lopes, C., M. E. Perga, et al. (2011). "PCB contamination pathways of freshwater fishes: when spatial gradients of contamination drive fish consumption advisories." *Chemosphere*. 85(3): 502-508
- Martin, J. W., D. M. Whittle, et al. (2004). "Perfluoroalkyl contaminants in a food web from lake Ontario." *Environmental Science & Technology* 38(20): 5379-5385.
- McLachlan, M. S., K. E. Holmstrom, et al. (2007). "Riverine discharge of perfluorinated carboxylates from the European continent." *Environmental Science and Technology* 41(21): 7260-7265.
- Pan, G. and C. You (2010). "Sediment-water distribution of perfluorooctane sulfonate (PFOS) in Yangtze River Estuary." *Environmental Pollution* 158(5): 1363-1367.
- Prevedouros, K., I. T. Cousins, et al. (2006). "Sources, fate and transport of perfluorocarboxylates." *Environmental Science and Technology* 40(1): 32.
- Stock, N. L., V. I. Furdui, et al. (2007). "Perfluoroalkyl contaminants in the Canadian arctic: Evidence of atmospheric transport and local contamination." *Environmental Science and Technology* 41(10): 3529-3536.
- Van Geest, J. L., D. G. Poirier, et al. (2010). "Measuring bioaccumulation of contaminants from field-collected sediment in freshwater organisms: A critical review of laboratory methods." *Environmental Toxicology and Chemistry* 29(11): 2391-2401.
- Wang, T., Y. Wang, et al. (2009). "Perspectives on the Inclusion of Perfluorooctane Sulfonate into the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants¹." *Environmental Science & Technology* 43(14): 5171-5175.
- Zushi, Y., M. Tamada, et al. (2010). "Time trends of perfluorinated compounds from the sediment core of Tokyo Bay, Japan (1950s-2004)." *Environmental Pollution* 158(3): 756-763.