

# Thème Flux polluants, Ecotoxicologie, Ecosystèmes

## Bilan 2010-2013 Perspectives 2014-2017

(Coordination Agnès Bouchez, INRA UMR CARTELE – Véronique Lavastre, Université Jean Monnet)

---

### 1. Les résultats marquants du projet :

En 2010, les recherches sur les polluants et leurs conséquences environnementales menées au sein de la zone atelier ont marqué une nette inflexion et se sont rattachées aux 4 enjeux scientifiques présentés ci-après :

- (i) Déterminisme des flux polluants dans différents contextes hydrogéomorphologiques et anthropiques
- (ii) Découplage des mécanismes physiques, physico-chimiques, écotoxicologiques et écologiques, intervenant dans ces différents contextes
- (iii) Identification des phénomènes prépondérants, et modélisation
- (iv) Sur cette base, évaluation des possibilités d'amélioration à attendre d'une modification de gestion, ou d'une action de restauration particulière.

D'autre part, 5 verrous majeurs ont été identifiés : (i) les flux hétérogènes, (ii) les flux de pollutions diffuses, (iii) les flux de pollutions particulières, (iv) les flux issus de la remobilisation des polluants (vidanges, dragages, crues,...), (v) la mesure en continu des flux polluants.

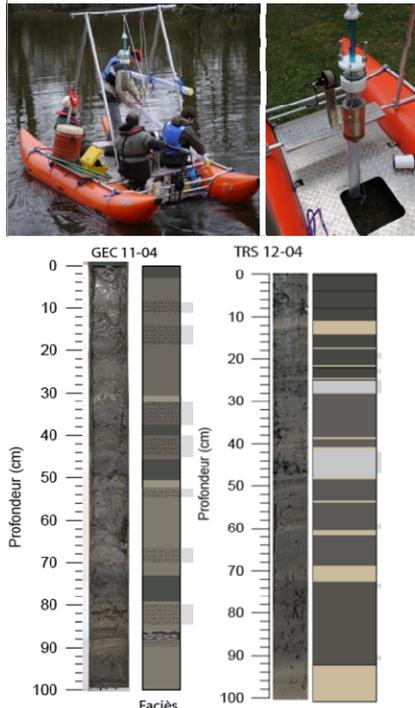
Au cours des 4 années écoulées, les recherches sur les flux polluants ont progressivement investi la diversité environnementale des différents sites de la zone atelier en s'intéressant à l'intégralité du linéaire du Rhône : les lacs alpins (site SOERE Lacs Alpains), le milieu urbain (OTHU et site Arc-Isère), les zones agricoles (site Ardières) et l'axe du Rhône (OSR et OHM-VR). Ceci a permis de travailler sur différentes catégories de flux polluants : particulières (sites Arc-Isère et OTHU), pesticides (site Ardières, SOERE Lacs), résidus pharmaceutiques (site SIPIBEL) et les PCB (OSR, lacs alpins). Les résultats marquants obtenus lors du quadriennal sont les suivants :

- **Développement d'instrumentation et de méthodologies spécifiques** pour une meilleure compréhension des flux de polluants en termes de qualité et de quantité.

Les recherches menées au sein de la ZABR continuent de documenter les flux en milieux urbains (Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine - OTHU), notamment en ce qui concerne les flux de substances prioritaires ou de polluants émergents (Becouze et al, 2011) (Becouze et al, 2011a, b ; Dembélé, 2011 a,b et Sebastian, 2011b). Le site urbain Arc-Isère a connu un développement de l'instrumentation de terrain et des jeux de données sont désormais disponibles pour l'étude de l'impact des effluents urbains de la ville de Grenoble sur la qualité des eaux de l'Isère (Thèse Solène Dutordoir, 2013).

Un important travail a été développé en milieu agricole, particulièrement viticole, sur le site Ardières, avec l'élaboration de techniques d'échantillonnages (e.g. échantillonneurs passifs) et d'analyse des pesticides (ANR CESA PoToMAC et Projet Ecophyto). Ces travaux ont été étendus au transfert par les particules érodées.

Les travaux associés à l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR – soutien Plan Rhône) s'attachent à décrire avec précision les flux de polluants dans le chenal du Rhône et ses annexes, de l'amont de Lyon jusqu'à la mer. L'émergence de cet observatoire de la ZABR constitue un pas décisif dans la prise en compte de certains processus environnementaux à l'échelle du fleuve dans son ensemble. Un réseau de suivi en continu des flux de matières en suspension (MeS) et des principaux contaminants (métaux, Hg, PCB, radionucléides) est aujourd'hui opérationnel. Le Rhône dispose aujourd'hui de deux stations de mesure en continu équipées de préleveurs automatiques qui permettent de suivre l'évolution des concentrations de MES et de contaminants. Des travaux ont également été menés sur la géohistoire des PCB du Rhône au travers de carottages sédimentaires à haute résolution (OSR, OHM) (Desmet et al, 2012, Fig. 6). Les mêmes outils ont révélé récemment l'histoire différenciée des HAP et PCB dans les trois grands lacs périalpins (Cottin et al., 2012), et ont permis de les comparer aux petits lacs et lacs d'altitude de la même région.



### Tendances spatiales et temporelles à l'échelle du fleuve

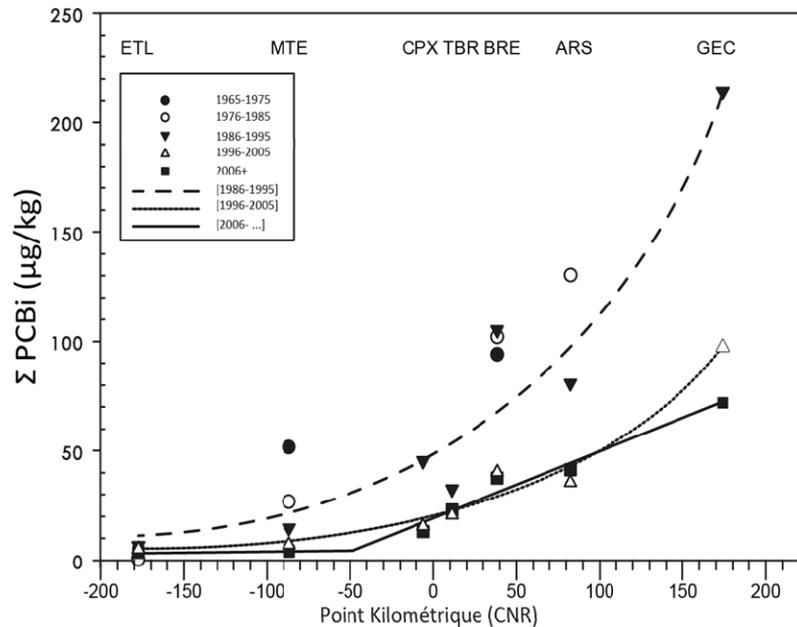


Figure 6 : L'utilisation de carottes de sédiments réalisés dans des zones de dépôts sédimentaires d'amont en aval du Rhône permet de visualiser la dynamique spatiale et temporelle des apports en PCB. On note ici que les teneurs en PCB sont plus importantes dans les sédiments déposés dans les années 60 à 80, qu'ils apparaissent en amont de la ville de Lyon (pk négatifs) et augmentent en aval de celle-ci (pk positifs).

- **Déterminisme des flux polluants dans différents contextes hydrogéomorphologiques et anthropiques**

Les recherches de la ZABR ont permis d'améliorer les connaissances sur :

-*les flux urbains*, avec les travaux de l'OTHU de suivi des effets des modifications du tissu urbain et de l'urbanisation sur l'hydrologie (Branger et al., 2012), et la morphoécologie des cours d'eau et les processus biogéochimiques à l'interface sol-zone insaturée-nappe dans les bassin d'infiltration d'eau pluviale (Métadier et al.2012 ; Winiarski et al., 2012). Le suivi mené sur l'Isère a permis de dresser des bilans de contribution des rejets urbains (MES, nutriments, matière organique, métaux dont le mercure) aux flux aux exutoires. Les résultats fournis sont une base de réflexion importante pour Grenoble Alpes Métropole dans la planification du prochain SDAGE.

-*les flux agricoles* (site Ardières), avec des travaux sur les conséquences de l'anthropisation rurale sur le fonctionnement des écosystèmes. Un projet a notamment démarré en 2012 sur développement de capteurs passifs permettant de mesurer l'exposition *in situ*, de caractériser les fractions potentiellement toxiques des eaux par rapport aux pesticides et leurs effets sur les biofilms (ANR CESA Potamac) - Rapport CNRS – ZABR – 2012.

-*les systèmes lacustres*, les travaux menés ont permis de caractériser l'écodynamique des micropolluants en mettant en évidence (i) des flux conséquents de HAP et PCB vers la zone littorale du lac du Bourget, (ii) la contamination des particules en suspension dans le lac en zone distante du delta du Tillet (affluent du lac), (iii) la différence de concentration selon la profondeur en période de stratification thermique du lac, (iv) une contamination identique (et élevée) des différents organismes aquatiques analysés (du sédiment et de pleine eau), (v) une bioaccumulation rapide des PCB par les organismes invertébrés et (vi) la présence de communautés bactériennes aptes à dégrader les micropolluants dans le lit du Tillet mais leur absence dans le lac. Enfin, une approche de « rétro-observation » paléolimnologique des perturbations, a permis d'améliorer nos connaissances sur la réaction des systèmes lacustres aux perturbations d'origine anthropique au cours du dernier siècle. L'importante base de données produite dans le cadre de d'IPER-Rétro sera une première sur le territoire national. Cette approche est couplée et complétée par un suivi des stocks de poissons dans les lacs qui a été mis en place depuis 5 ans.

- **Caractérisation des relations entre les flux polluants et leurs effets écotoxicologiques et écologiques**

Que ce soit sur de petits cours d'eau (ruraux ou péri-urbains) ou sur le fleuve Rhône lui-même, la Zone Atelier a soutenu le déroulement de travaux sur les conséquences écotoxicologiques et écologiques des pollutions urbaines et agricoles. Des recherches ont été consacrées à la caractérisation des relations entre les flux polluants et leurs effets écotoxicologiques et écologiques (travaux sur la caractérisation écotoxicologique des RUTP des déversoirs d'orage en rivière urbaine (Angerville, 2013 ; Becouze-Lareure et al, 2012-OTHU), sur la caractérisation écotoxicologique des effluents rejetés à l'aval d'ouvrage de rétention/décantation ainsi que de leurs sédiments piégés (Sébastien 2011a, OTHU), évaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets hospitaliers (Perrodin et al., 2013). Le développement de bio-indicateurs de pollution a permis d'acquérir un jeu de données conséquent pour analyser la capacité de résilience des milieux en zone agricole (caractérisation et dynamique des biofilms face aux pesticides agricoles – Site Ardières) (Montuelle et al., 2010). Des études ont été conduites sur les effets de l'azélocarbe sur les communautés bactériennes de rivière (la Morcille) et sur la capacité de ces communautés à dégrader ce fongicide (Ardières-ANR SANDEFO). La ZABR a également soutenu l'émergence de travaux innovants sur les interactions complexes entre la présence de polluants et la dynamique de population piscicoles (génotoxicité et efficacité de reproduction chez le hotu pouvant masquer les effets bénéfiques de l'amélioration des débits (Action « Genotox Cyprinidés du Rhône » - Accord cadre ZABR/Agence de l'Eau). Enfin, la ZABR soutient une approche de diagnostic de la qualité chimique des milieux aquatiques via la mesure d'effets écotoxicologiques chez les crustacés (Projet GAMMA ANR CESA 2012-2014).

Des approches de modélisation prédictives (modèle SSD) ont été réalisées dans le cadre d'une thèse sur les effets de pesticides sur les diatomées (F.Larras, INRA Thonon, 2013). Basé sur des tests écotoxicologiques en souches pures et sur des communautés lacustres, ce travail a permis de contribuer à l'évaluation de risque écotoxique liés à des cocktails de pesticides en établissant des seuils de protection des populations de diatomées.

## **2. Les perspectives de recherche action :**

Quatre thématiques de recherche seront développées au cours des années à venir :

### **Origine, et écodynamique des polluants**

Les recherches en cours seront complétées par la mise en place d'un suivi plus approfondi des apports atmosphériques de polluants aux hydrosystèmes, en appui sur les sites « Lacs alpins » et « Arc Isère » où une problématique commune apparaît autour des HAP, auxquels peuvent s'ajouter les PCB pour le site « Lacs Alpins » et les nitrates pour le site « Arc Isère ».

Des efforts seront faits pour mieux appréhender la dynamique et la quantification des transferts de pesticides dans les écoulements latéraux (profonds ou non) susceptibles de contaminer les cours d'eau sur le site « Ardières ».

Enfin, un des enjeux du prochain quadriennal sera d'inciter l'émergence de recherches sur les flux de polluants au sein des milieux très spécifiques que sont les zones humides pour lesquels ces problématiques n'ont pas encore été abordées dans le cadre de la ZABR.

### **Ecotoxicité et impact des polluants sur les écosystèmes**

Cette problématique majeure sera renforcée par : (i) le suivi et la caractérisation des processus hydro-bio-physico-chimiques à l'origine de la variabilité spatio-temporelle de flux polluants dans différents contextes: agricoles (Ardières), urbains (OTHU), hospitaliers (Sipibel), (ii) le suivi de l'impact toxique des pollutions particulières (Ardières, OTHU, SIPIBEL, Lacs Alpins, OSR) sur les organismes aquatiques, encore très mal connu, (iii) la caractérisation de l'effet de perturbateurs endocriniens présents dans les effluents (Sipibel), la caractérisation de l'effet de cocktails de polluants sur les organismes aquatiques (déjà abordée sur Ardières ou dans les lacs alpins, Sipibel), (iv) l'étude de la biodégradation (partielle) des polluants, de la production de métabolites, et l'étude de l'écotoxicité qui en résulte (Ardières, Sipibel), et (v) l'évaluation du rôle de la bioaccumulation/biomagnification de certains polluants dans les organismes et les chaînes trophiques (Sipibel, OSR, OHM, Lacs Alpins) et

(v) l'étude de l'effet de combinaisons multi-stress, notamment dans un contexte de changement climatique (Ardières, Lacs Alpins).

### **Microorganismes pathogènes**

L'étude des contaminations microbiennes en milieu urbain (OTHU) sera poursuivie et amplifiée sur les différents compartiments urbains et périurbains: sol et nappe dans le cas de systèmes d'infiltration, eaux et sédiments dans le cas des systèmes de rétention, et eaux superficielles dans le cas de RUTP dans les cours d'eau. L'accent sera également mis sur le devenir des micro-organismes pathogènes opportunistes et des germes multi-résistants aux antibiotiques dans les cours d'eau et les nappes situées en aval des rejets hospitaliers (Sipibel).

### **Réduction des flux polluants et changements de pratiques**

Cette thématique interdisciplinaire est à conduire en lien avec les équipes agissant au sein du thème 4 de la ZABR (Observation Sociale des Territoires Fluviaux) est d'ores et déjà initiée sur trois types de flux polluants : les flux polluants d'origine agricole (Site Ardières- Accord cadre AE/ZABR), les flux polluants urbains (OTHU-ANR CABRES) et les flux polluants d'origine hospitalière (Sipibel-InterREG IRMISE).