

Stockage sédimentaire de contaminants métalliques et organiques dans les systèmes fluviaux nord-américains (Mississippi & Chattahoochee) et français (Rhône).

Sedimentary storage of trace elements and hydrophobic organic compounds in three fluvial systems in North America (Mississippi and Chattahoochee rivers) and France (Rhône)

Desmet Marc¹, Van Metre Peter², Mahler Barbara², Mourier Brice³, Roux Gwenaëlle³, Babut Marc⁴.

1 - EA 6293 GéHCO - Université de Tours, 37000 Tours - ZABR

2 - USGS, Austin (TX)

3 - UMR CNRS 5023 - LEHNA. ENTPE, 69518 Vaulx en Velin

4 - IRSTEA, 69336 Lyon

RÉSUMÉ

Cette communication a pour objectif d'établir une comparaison des niveaux de contamination en éléments traces métalliques (Pb, etc...) et en micropolluants organiques (PCBs) dans les sédiments de trois grands systèmes fluviaux : le Mississippi, le fleuve Chattahoochee et le Rhône. Les récentes études menées conjointement par les chercheurs du United State of Geological Survey et de la Zone Atelier du Bassin du Rhône montrent une diminution du stock de ces contaminants dans les séquences sédimentaires. La réglementation en matière de production, d'usages et de rejets a largement contribué à cette tendance. Les contextes urbains, démographiques et industriels du Mississippi et du Rhône sont différents de sorte que les tendances de contamination amont-aval sont opposées. Quant aux deux grandes villes présentes sur le fleuve Chattahoochee (Atlanta) et le Rhône (Lyon), elles impactent les sédiments d'une façon équivalente bien que les modes de gestion des barrages et retenues situés en amont et en aval de ces zones urbaines soient très différents. Enfin, le fonctionnement hydrosédimentaire de ces trois grands fleuves peut contribuer au destockage de pollutions anciennes archivées dans les dépôts des marges et des annexes fluviales.

ABSTRACT

Based on age-dated sediment cores, this presentation aims to compare levels of contamination of heavy metals and hydrophobic organic compounds into three fluvial systems : Mississippi and Chattahoochee rivers (USA) and the Rhône river (France). Research programs of the US Geological survey and Zone Atelier du Bassin du Rhône pointed out the decreasing through time of these contaminants in the sedimentary deposits. Several major environmental regulations played a key role and widely contributed to this trend. Urban development, population density and industrial activities along the Mississippi and Rhône rivers are different leading to an opposite pattern of the distribution of contaminants. On the Chattahoochee river, the location of Atlanta city can be compared to the Lyon city vs. Rhône river configuration. An upstream-downstream gradient describes the urban pollution impact even if the sediment managing has to take into account (flushing event and sedimentary storage into the dams).

MOTS CLES

Chattahoochee, Elements Traces Métalliques, Micropolluants organiques, Mississippi, Rhône, sédiments.

INTRODUCTION

Bien que les caractéristiques (physiques et physiographiques) des fleuves Mississippi, Chattahoochee et Rhône soient très différentes, ces systèmes fluviaux présentent de nombreuses analogies notamment concernant les niveaux de contaminations en éléments traces métalliques et en micropolluants organiques (dans les stocks sédimentaires). Ces derniers sont hydrophobes et présentent une forte affinité particulière de sorte que les sédiments constituent le vecteur principal des flux de contaminants depuis les zones sources jusqu'à la mer. Le niveau d'urbanisation, l'activité industrielle, la présence de bassins versants très différenciés, le type de gestion des barrages et le fonctionnement hydro-sédimentaire jouent un rôle majeur dans le transfert, le stockage et le destockage des dépôts et des contaminants associés. Il est également important de prendre en compte les crues car elles sont capables de redistribuer partiellement ou totalement des dépôts contaminés. Les ouvrages très nombreux sur les deux trois fleuves (Barrages et retenues) sont également susceptibles - notamment dans le cadre de chasses - d'impacter le transport solide par remobilisation d'anciens stocks sédimentaires.

1. LE CHOIX DES SITES DE CAROTTAGE SUR LES 3 SYSTEMES FLUVIAUX

Ce travail est basé sur une comparaison des stocks sédimentaires de métaux lourds et de PCBs dans les trois systèmes fluviaux. L'étude a porté sur des mesures faites sur carottes sédimentaires datées et ayant fait l'objet d'analyses sédimentologiques préliminaires. Les données de contamination dans les sédiments de surface de plusieurs tronçons hydrologiques ont également été intégrées. Le choix des sites pris en compte est fonction (i) de la présence de grandes agglomérations au fil des corridors fluviaux, (ii) des apports potentiels liés aux affluents et à leur bassin versant et (iii) des barrages présents.

2.1 Les prélèvements sur le fleuve Rhône.

8 carottes ont été prélevées dans des bras secondaires du Rhône entre la confluence de l'Arve (aval de Genève) et la confluence de l'Ardèche (aval de Montélimar). Ces sites encadrent donc très largement l'agglomération lyonnaise. Ils prennent également en compte des apports (liquides et solides) importants de deux affluents majeurs : la Saône et l'Isère. Un carottage est prévu début Juin dans le secteur d'Arles de manière à inclure un autre affluent majeur : la Durance. Cette présentation s'intéresse aux prélèvements faits en amont et en aval immédiat de Lyon. Le site amont est «affecté» par une population totale très légèrement supérieure à 1 million ; le site aval l'est par 5,47 millions d'habitants.

2.2 Les prélèvements sur le fleuve Mississippi

Parmi les très nombreuses campagnes de prélèvement ayant été réalisées sur le Mississippi, nous prenons en compte dans cette étude une carotte amont venant du Lac Pépin et une carotte aval (Lac Whittington). Le lac Pépin correspond à un ombilic situé sur le fleuve Mississippi. A la limite entre le Minnesota et le Wisconsin, son enregistrement sédimentaire permet notamment de préciser les rejets de contaminants par la métropole de Minneapolis-Saint Paul (3,3 millions d'habitants). Le lac Whittington est situé dans l'Arkansas au Sud de la Ville de Memphis ; Il est important de noter qu'il est localisé en aval de la confluence du Missouri et de son bassin versant très agricole.

2.3 Les prélèvements sur le fleuve Chattahoochee

Deux carottes sédimentaires sont prises en compte dans cette étude comparative : celles des Lacs Lanier et Harding. Ces deux réservoirs artificiels sont situés sur le Fleuve Chattahoochee en Géorgie de part et d'autre de la ville d'Atlanta (5,3 millions d'habitants dans l'agglomération). 230 kilomètres séparent les deux lacs carottés. Le stockage sédimentaire dans ces deux retenues est très important ; compte tenu de leur taille, il n'y a pas de chasse sédimentaire comme celles du Haut-Rhône.

2. LES RESULTATS ET LES INTERPRETATIONS

2.1 Les Eléments Traces Métalliques

Concernant les éléments traces métalliques, la mesure des bruits de fond géochimiques est indispensable car elle permet de qualifier et quantifier les états de références vis-à-vis des concentrations actuelles relevées dans les archives sédimentaires. Celles-ci couvrent plusieurs

décades d'histoire des contaminations des trois bassins dont l'origine peut être atmosphérique, associée au transport routier et/ou minière. Le bruit de fond géochimique du Plomb total ne présente pas de valeurs significativement différentes selon qu'il s'agisse du bassin versant français ou des bassins versants nord-américains. Il existe pourtant des différences lithologiques significatives mais moyennées à l'échelle des bassins versants, elles ont une influence négligeable sur les variations régionales de la concentration naturelle (Pb) des sédiments fluviaux. Les différentes sources de contaminations sont discutées, les profils de concentration dans les trois systèmes fluviaux montrant une tendance identique qui correspond à l'interdiction d'usage d'essences plombées dans les années 1970 aux USA. Ce pic global est donc le niveau de contamination en plomb le plus élevé dans les sédiments du Rhône depuis plus de 50 ans. Ceci montre donc que les stocks sédimentaires des grands systèmes fluviaux présentent des enregistrements communs prévalant sur les apports directs liés aux usages locaux. La comparaison amont-aval que nous avons menée sur ces systèmes fluviaux aboutit à la conclusion inattendue suivante : les concentrations anthropiques dans les sédiments du Mississippi diminuent vers l'aval alors qu'elles augmentent dans les sédiments du Rhône. Bien que des études complémentaires doivent être prochainement programmées sur les affluents de ces deux bassins versants, il semble que les mécanismes de dilution (apport de sédiments très importants par le Missouri et son bassin versant à faible densité de population) soient responsables de cette tendance observée.

2.2 Les PCBs

Concernant les PCBs, les discussions et interprétations sont plus délicates car les techniques d'extraction et de mesure ne sont pas toujours suivies, surtout dans le cas d'études datant des années 1980. C'est la raison pour laquelle il convient de préciser au préalable le cadre méthodologique pour fournir des données ayant du sens en terme de comparaison d'états de contamination de systèmes fluviaux ; d'autre part, il faut préciser que le type et le nombre de congénères analysés se sont pas les mêmes ; à titre d'exemple, la représentation des données selon les 7 PCBs indicateurs n'est pas coutumière dans les publications nord-américaines.

Les réglementations nord-américaines et françaises se traduisent par une diminution très significative de la concentration de ces micropolluants organiques dans les sédiments. Les études conjointes menées par les équipes de l'USGS à Austin et les chercheurs de la Zone Atelier du Bassin du Rhône ont permis de comprendre les mécanismes et les modalités de l'histoire de la contamination par les PCBs dans ces deux grands systèmes fluviaux. Nous avons constaté que l'augmentation de la concentration en PCBs dans les sédiments «mississippiens» aux cours des années 1960 est provoquée par la mise en place de nombreux réservoirs sur la rivière Missouri (diminution des apports sédimentaires du Missouri - peu contaminés - aux eaux du Mississippi).

Sur le Fleuve Rhône, les rejets contrôlés actuels contribuent faiblement au bilan total de PCBi dans les sédiments en aval de Lyon. Dans le début des années 1990, la concordance entre des épisodes de crues importants et un cadre réglementaire peu contraignant se traduit par des concentrations 2 à 10 supérieures à celles mesurées au sommet des carottes. Les résultats obtenus sur les carottes prélevées dans les lacs Lanier et Harding (amont et aval d'Atlanta) situés sur le fleuve Chattahoochee nécessitent des discussions supplémentaires dont les conclusions seront présentées à l'occasion d'IS rivers 2012.

Néanmoins, Nous concluons que l'établissement d'un gradient amont-aval est cohérent vis-à-vis des occupations humaines et niveaux d'industrialisation de ces trois bassins versants. Cependant, la résilience de l'hydrosystème doit prendre en compte des paramètres propres à la dynamique sédimentaire de chaque fleuve.

BIBLIOGRAPHIE

- Callender, E. & Rice, K.C. 2000. The urban environmental gradient: anthropogenic influences on the spatial and temporal distributions of Lead and Zinc in sediments. *Environ. Sci Tech.* 34,2, 232-238.
- Desmet, M., Roux, G., Mourier, B., Van Metre, P., Mahler, B., Persat, H., Roy, A., Lefevre, I., Babut, M. Spatial and Temporal Trends in PCBs in Sediment along the Lower Rhône River, France. submitted to *Science of the Total Environment*.
- Van Metre P. C. & Horowitz, A. J., in press. An 80-year record of sediment quality in the lower Mississippi river. in press, *Environ. Sci Tech.*