

Focus

Surveillance de la contamination chimique des sédiments dans les cours d'eau : pertinence de l'échantillonnage intégratif des matières en suspension

Plusieurs études ont montré que l'utilisation des matières en suspension était plus pertinente que celle du sédiment pour évaluer la contamination chimique de la matrice sédimentaire. Dans cette note, les auteurs préconisent l'utilisation de pièges à particules car ils permettent de récupérer une quantité importante de matières en suspension nécessaire aux différentes analyses chimiques et d'intégrer la dynamique de la contamination sur la période de déploiement.

Évaluation des tendances de contamination dans les sédiments

La directive cadre européenne sur l'eau (DCE 2000/60/CE) exige que les États membres surveillent les substances chimiques pour la définition de l'état chimique et de l'état écologique des eaux continentales au niveau des différentes masses d'eau ainsi que leur évolution au cours du temps. La surveillance des sédiments pour l'évaluation de la qualité des masses d'eau est abordée dans la directive fille NQE 2008/105/CE, stipulant de procéder à l'analyse tendancielle à long terme des concentrations des substances prioritaires hydrophobes. Or, l'étape d'échantillonnage des sédiments de surface peut être une source de variabilité, en raison de la nature des sédiments (granulométrie, minéralogie, concentration en carbone organique particulaire [COP]) qui module les concentrations des substances hydrophobes, en raison de leur plus grande affinité pour les particules fines et/ou la matière organique. De plus, en raison de l'alternance de séquences de dépôt et d'érosion en lien direct avec l'évolution des conditions hydrologiques de la rivière, la représentativité temporelle d'un sédiment de surface échantillonné à un instant donné est discutable.

Les matières en suspension : une alternative aux sédiments de surface

Plusieurs études (Schulze *et al.*, 2007 ; Lepom *et al.*, 2009 ; Schubert *et al.*, 2012 ; Yari *et al.*, 2019) ont montré que l'utilisation des matières en suspension (MES) était plus pertinente que celle du sédiment pour évaluer la contamination chimique de la matrice sédimentaire. En effet, l'échantillonnage des MES permet :

- de s'affranchir de l'hétérogénéité de la granulométrie et donc des concentrations en contaminants des sédiments de surface prélevés au cours du temps (figure 1), puisque seules les particules en suspension et donc les plus fines sont échantillonnées ;
- de connaître précisément la date de l'échantillon prélevé ;
- d'améliorer les fréquences de quantification.

Pour prélever les MES, plusieurs méthodes d'échantillonnage sont utilisées : l'échantillonnage manuel ou par préleveur automatique d'un volume d'eau suivi d'une filtration, la centrifugation en continu alimentée par pompage dans le cours d'eau, ou l'utilisation d'un piège à particules immergé *in situ* ou alimenté par pompage pour collecter les MES au cours du temps de déploiement.

Le piège à particules : un échantillonnage intégratif des matières en suspension

Dans un cours d'eau hors épisodes de crue, les concentrations en MES sont généralement inférieures à ~100 mg/L. Pour obtenir une quantité suffisante de MES pour l'analyse des différentes substances ciblées (> 2 g de poids sec), l'échantillonnage manuel nécessite de prélever de grands volumes d'eau. L'utilisation d'une centrifugeuse en continu peut nécessiter plusieurs heures de pompage/centrifugation pour un seul échantillon de MES, et demande un investissement important et une certaine technicité, ce qui ne facilite pas son utilisation pour un déploiement à large échelle dans le cadre d'un réseau de surveillance. Ainsi, les pièges à particules représentent une alternative intéressante pour le prélèvement des MES. Comparable à une grosse boîte en acier inoxydable (figure 2), avec trois orifices sur chacune de deux faces pour permettre à l'eau de circuler, deux lames perpendiculaires à l'intérieur du piège permettent de casser la vitesse et de faire décanter les particules dans le piège. Ces outils, peu chers (< 1 000 euros), permettent d'obtenir un échantillon intégratif sur la période échantillonnée (une semaine à un mois, typiquement), sont faciles d'utilisation et peuvent être déployés à une très large échelle. Ces systèmes sont ainsi utilisés dans le cadre de réseaux d'observations comme le *German Environmental Specimen Bank* (GESB, depuis 1995 en Allemagne ; Schulze *et al.*, 2007) et l'Observatoire des sédiments du Rhône¹ (OSR, depuis 2011, France ; Mason *et al.*, 2018).

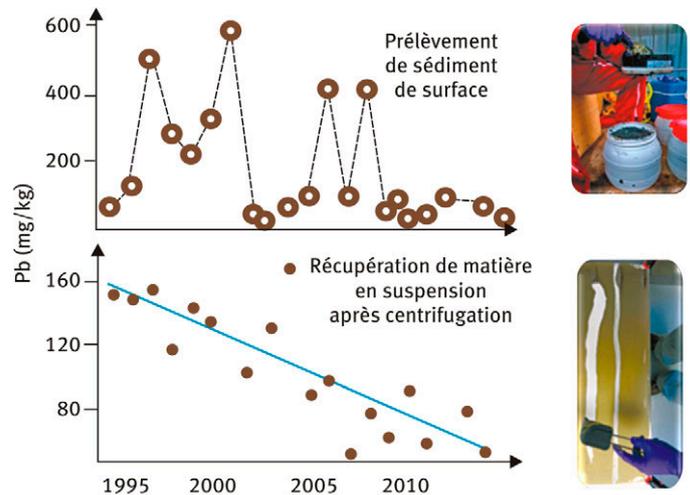
Représentativité des MES échantillonnées avec un piège à particules

Alors que la représentativité des MES collectées par pompage/centrifugation en continu a déjà été documentée, celle des MES collectées par piège à particules soulève toujours des questions. En effet, les pièges à particules peuvent induire un biais lors de l'échantillonnage, qui se traduit en général par une augmentation de la granulométrie (sous-estimation des particules les plus fines). Ce biais peut modifier *a priori* les concentrations des substances hydrophobes, en raison de leur forte affinité pour les particules fines et/ou la matière organique. Dans le cadre de l'OSR, une comparaison sur le long terme des MES prélevées par piège à particules et par centrifugation (référence) à la station de Jons sur le Haut-Rhône a permis de démontrer que :

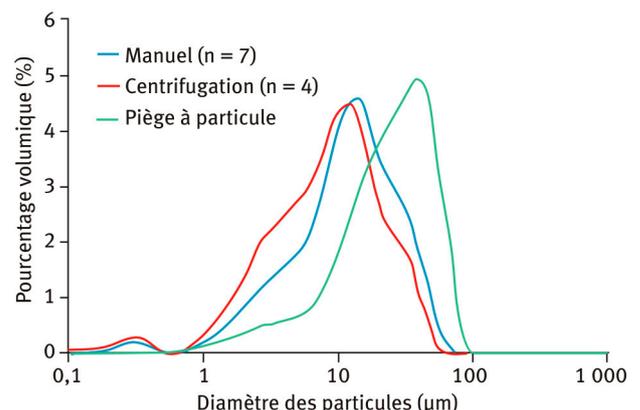
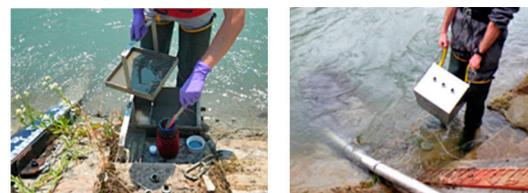
- toutes les classes de taille des MES présentes dans les échantillons de référence sont bien capturées par le piège mais la proportion des particules fines (< 10 µm) diminue et la proportion des particules les plus grossières (> 20 µm) augmente (figure 2) ;
- ce biais granulométrique observé est fortement dépendant du débit de la rivière et donc de la vitesse de courant. Plus le débit de la rivière augmente, plus la proportion des particules fines des échantillons de piège est faible (et inversement pour la proportion des particules grossières) par rapport à celle observée dans l'échantillon de référence ;

- ce biais granulométrique ne semble pas affecter significativement les concentrations en COP ni celles en mercure (figure 3) ou en PCB (polychlorobiphényles), puisque ces concentrations sont similaires quelles que soient les méthodes de prélèvement de MES ;
- toutefois, il convient de ne pas généraliser ces résultats pour les contaminants puisque ces travaux ont été menés à l'échelle d'une seule et même station, représentative d'un fleuve, avec ses propres caractéristiques hydrologiques/physiques et pour des MES représentatives de la lithologie du bassin versant drainé.

① Concentrations en plomb (Pb en mg/kg) dans les sédiments de surface et dans les matières en suspension (MES) de la Moselle à la station de Sierck sur la période 1993-2014 et issues des données du réseau de surveillance de l'Agence de l'eau Rhin Meuse (modifié, d'après Yari *et al.*, 2019).

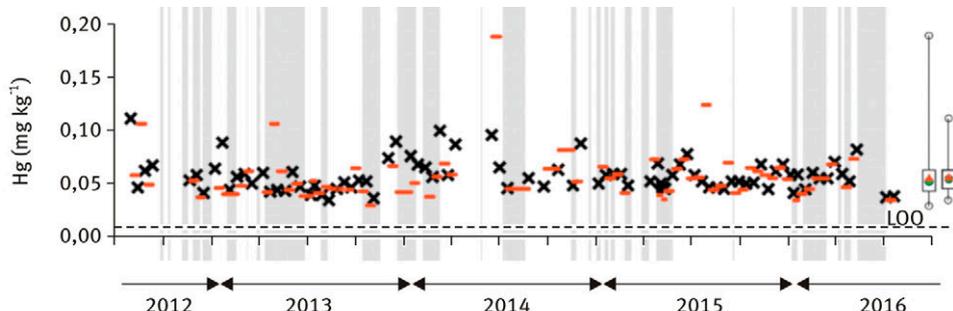


② Photos du piège à particules lors de son déploiement/retrait et distribution granulométrique d'un échantillon de matière en suspension collecté par piège à particules, par pompage/centrifugation et par prélèvement manuel (d'après Dabrin *et al.*, 2019).



1. <http://www.graie.org/osr/spip.php?rubrique59>

③ Concentrations en mercure (Hg) dans les matières en suspension collectées à la station de Jons (Rhône) entre 2012 et 2016 par piège à particules (traits rouges) et centrifugation (croix noires). Les boîtes à moustaches pour le piège à particule (à gauche) et pour la centrifugation (à droite) représentent les concentrations minimum et maximum (cercle noirs), les 1^o et 3^o quartiles (boîtes), la moyenne (triangle rouge) et la médiane (cercle vert) des concentrations (d'après Masson *et al.*, 2018).



Recommandations et perspectives

L'utilisation du piège à particules représente une alternative intéressante aux prélèvements de sédiments de surface (fraction < 2 mm) pour le suivi spatial et temporel de la contamination de la matrice sédimentaire. Le temps minimum de déploiement de pièges à particules est fixé en fonction des conditions hydrologiques du cours d'eau étudié et selon la masse de MES nécessaire pour réaliser les analyses de substances chimiques ciblées. Toutefois, pour s'affranchir de la mise en place de processus de transformation et/ou dégradation dans le piège, il convient de le déployer sur des périodes n'excédant pas un mois. Ce type d'outil de prélèvement est susceptible d'être retourné lors d'épisodes de crues, compromettant le piégeage correct des particules. De plus, s'il est mal positionné dans le cours d'eau, il peut induire un prélèvement de sédiments déposés (particules plus grossières) remis en suspension lors d'événements hydrologiques extrêmes. Ainsi, il convient de ne pas les exposer au courant principal du cours d'eau, à de trop fortes vitesses, mais de les déployer de préférence dans des zones abritées en berge. Il est important de déployer les pièges à particules dans le premier mètre de la colonne d'eau,

idéalement fixé à un ponton flottant pour suivre les changements de niveau de la rivière. C'est donc un outil idéal pour un déploiement dans les grands cours d'eau. L'utilisation de ce type de piège suggère d'être périodiquement vérifiée par comparaison avec des échantillons de MES prélevés ponctuellement par centrifugation ou de façon manuelle. Il convient également de systématiquement caractériser et bancariser la distribution granulométrique et les concentrations en COP de ces échantillons. Par la suite, l'applicabilité de ce type de piège à particules nécessite d'être testée dans les petits cours d'eau et/ou de le comparer à d'autres types de pièges. ■

Les auteurs

Aymeric DABRIN, Anice YARI, Matthieu MASSON,
Jérôme LE COZ et Marina COQUERY

INRAE, UR Riverly, 5 rue de la Doua, CS 20244,
F-69625 Villeurbanne, France.

✉ aymeric.dabrin@inrae.fr

✉ anice.yari@sorbonne-universite.fr

✉ matthieu.masson@inrae.fr

✉ jerome.lecoz@inrae.fr

✉ marina.coquery@inrae.fr

EN SAVOIR PLUS...

📄 DABRIN, A., MASSON, M., LE-BESCOND C., COQUERY, M., 2019, *Représentativité des matières en suspension échantillonnées par les pièges à particules dans les cours d'eau*, Rapport Aquaref 2018, 27 p.,

🔗 https://www.aquaref.fr/system/files/Aquaref_G2b3-2018-Piege_particules_VF.pdf

📄 LEPOM, P., BROWN, B., HANKE, G., LOOS, R., QUEVAUVILLER, P., WOLLGAST, J., 2009, Needs for reliable analytical methods for monitoring chemical pollutants in surface water under the European Water Framework Directive, *J. Chromatogr.*, vol. 126, n°3, p. 302-315, 🔗 <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.06.017>

📄 MASSON, M., ANGOT, H., LE BESCOND, C., LAUNAY, M., DABRIN, A., MIÈGE, C., LE COZ, J., COQUERY, M., 2018, Sampling of suspended particulate matter using particle traps in the Rhône River: Relevance and representativeness for the monitoring of contaminants, *Science of the Total Environment*, 637-638, p. 538-549, 🔗 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02015899>

📄 SCHUBERT, B., HEININGER, P., KELLER, M., RICKING, M., CLAUS, E., 2012, Monitoring of contaminants in suspended particulate matter as an alternative to sediments, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, vol. 36, p. 58-70, 🔗 <https://doi.org/10.1016/j.trac.2012.04.003>

📄 SCHULZE, T., RICKING, M., SCHROTER-KERMANI, C., KORNER, A., DENNER, H.D., WEINFURTNER, K., WINKLER, A., PEKDEGER, A., 2007, The German Environmental Specimen Bank - sampling, processing, and archiving sediment and suspended particulate matter, *Journal of Soils and Sediments*, n° 7, p. 361-367, 🔗 <http://dx.doi.org/10.1065/jss2007.08.248>

📄 YARI, A., DABRIN, A., COQUERY, M., 2019, Méthodologie d'évaluation des tendances temporelles de contamination dans les sédiments et les matières en suspension des systèmes aquatiques continentaux, *Techniques Sciences Méthodes*, 114(6), p. 71-84., 🔗 <https://doi.org/10.1051/tsm/201906071>



Prélèvement de matières en suspension pour la surveillance de la contamination chimique des sédiments dans le Rhône.