

# Le piège à particules comme outil d'échantillonnage intégratif des matières en suspension pour la surveillance de la contamination dans les cours d'eau

Mots-clés : échantillonnage intégratif, matières en suspension, micropolluants, rivière

Type d'outil	Milieux étudiés	Disciplines mobilisées	Destinataires
- Echantillonnage	- Cours d'eau	- Hydrologie - Chimie	- Gestionnaires de milieu - Bureaux d'étude

## OBJECTIFS

Réaliser un échantillonnage de **matières en suspension (MES)** intégré dans le temps pour améliorer le suivi spatio-temporel de la contamination chimique dans les MES sur les cours d'eau. Proposer une alternative/une méthode complémentaire à l'échantillonnage des sédiments de surface.

## L'ESSENTIEL

Pour faciliter l'échantillonnage des MES sur de nombreuses stations d'un grand réseau d'observation, l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) déploie des pièges à particules (modèle développé par l'*Environmental Specimen Bank*). Simple à mettre en œuvre, cet outil permet d'obtenir la dynamique spatio-temporelle des concentrations en contaminants dans les particules pour l'ensemble des stations où il est déployé.

## CONTEXTE

Créé en 2009, l'Observatoire des Sédiments du Rhône vise, entre autres, à déterminer avec précision et de façon pérenne les flux de particules et de contaminants associés dans le bassin du Rhône, depuis le Lac Léman et jusqu'à la Mer Méditerranée. Pour atteindre cet objectif, un large réseau de stations a été déployé sur le Rhône et ses principaux affluents. Au sein de ces stations, des matières en suspension sont échantillonnées de manière intégrative (et pérenne) à l'aide de **pièges à particules (PAP)**. Les PAP sont déployés tout au long de l'année pour des périodes d'environ 28 jours (ou des périodes plus courtes lors des crues), ce qui permet d'obtenir une quantité importante de particules pour une caractérisation physicochimique complète (ex : granulométrie, carbone organique particulaire [COP]) et l'analyse d'une grande diversité de micropolluants associés (ex : éléments traces métalliques [ETM], radionucléides, polychlorobiphényles [PCB], hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP], pesticides). Le stockage de ces échantillons sur le long terme (à -80 °C) permet l'alimentation d'une banque d'échantillons pour de futures analyses.

La détermination de la concentration en contaminants dans ces particules, associée à un suivi du débit et de la concentration en MES en continu (calibration par mesure de la turbidité), permet à l'OSR d'évaluer des flux de contaminants particuliers robustes à l'échelle de l'évènement, du mois, de la saison ou annuelle.

## PRINCIPE

Un PAP est un dispositif immergé permettant d'échantillonner des matières en suspension sur une longue période (typiquement de la journée au mois ; **système passif et intégratif**). Le modèle de PAP déployé par l'OSR est repris du réseau allemand *Environmental Specimen Bank*. Il se présente sous la forme d'une boîte en inox de haute qualité à l'intérieur de laquelle l'eau entre et sort librement par des orifices sur deux côtés du piège. L'intérieur de la boîte est équipé de deux lamelles de ralentissement successives et de deux bacs amovibles pour la récupération des particules. Lors du déploiement du PAP dans un cours d'eau, l'eau

s'écoule dans le piège dans le sens du courant en surverse puis en sous-verse. Les particules ralenties décantent alors au fond du piège (cf. Fig. 1 et 2). Les MES sont ensuite récupérées par retrait des deux bacs. En routine, le PAP est déployé environ 28 jours dans le cours d'eau avant la récupération des MES. Lors d'évènements hydrologiques particuliers (crues, chasses de barrage, ...), l'échantillonnage peut être intensifié : les MES du PAP sont alors récupérées en fin de crue afin d'échantillonner les MES liées à l'évènement et afin d'éviter le débordement du PAP.



Figure 1 : Présentation du piège à particules : (A) photo d'un piège à particules ; (B) schéma de fonctionnement

La quantité de MES prélevée est généralement importante et dépend du temps d'immersion du PAP et de la charge en MES dans le cours d'eau sur la période de déploiement, typiquement entre 5 et 200g (poids sec) suivant les conditions. Cela représente un avantage majeur par rapport aux approches d'échantillonnage ponctuel.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Faible coût et facilité de déploiement</li> <li>+ Alternative à l'échantillonnage de sédiments de surface qui peut être délicate dans les grands cours d'eau (nécessite du matériel spécifique et une embarcation) et peu représentative (hétérogénéité de la zone échantillonnée)</li> <li>+ Echantillonnage d'une quantité de MES plus importante que par le biais de prélèvements ponctuels de grands volumes d'eau (typiquement moins de 5 grammes secs) qui permet l'analyse de nombreux contaminants</li> <li>+ Améliore la représentativité de l'évaluation de la contamination chimique des milieux aquatiques par un échantillonnage intégrant la variabilité temporelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite une installation adaptée dans le cours d'eau</li> <li>- Observation de vandalisme ou de perte du matériel lors de crues</li> <li>- Introduction possible d'un biais granulométrique par rapport aux particules qui transitent dans le cours d'eau (voir § <a href="#">RETOUR D'EXPERIENCE ET PRECONISATIONS</a>).</li> <li>- L'efficacité de ce piège à particules n'a pas été testé sur de tous petits cours d'eau, mais il n'y paraît pas adapté (profondeur insuffisante par rapport à la taille du piège, débit trop variable).</li> </ul>

## MISE EN ŒUVRE

Quelques précautions sont à prendre quant au positionnement du PAP dans le cours d'eau : le PAP doit être placé dans une zone de bon mélange, où les concentrations en MES sont homogènes, afin de s'assurer de la représentativité des MES prélevées. Ainsi, le PAP ne doit pas être placé directement à l'aval d'une confluence par exemple. Aussi, il est recommandé de placer le PAP dans une zone où le courant est plus faible, afin de garantir une meilleure représentativité dans l'échantillonnage des particules fines (voir § [RETOUR D'EXPERIENCE ET PRECONISATIONS](#)).

### Temps

Terrain : environ 15 minutes pour l'ensemble des étapes de routine (collecte des MES, nettoyage du système et remplacement dans le cours d'eau). L'installation initiale nécessite une étude préalable pour choisir le site d'exposition.

### Moyens humains

1 à 2 personnes

### Matériel

- ❖ Piège à particules en inox de haute qualité – inox Marine 316 (dimensions 40x35x25 cm)
- ❖ Matériel pour attacher le piège à particule à la berge : chaîne en inox, mousquetons
- ❖ Matériel pour la collecte des MES : spatule en silicone, flacons de collecte (à adapter en fonction des contaminants ciblés)
- ❖ Matériel pour le nettoyage du piège à particules avant remise à l'eau : une brosse de type « brosse à vaisselle » en poils non abrasifs

### Coûts

Fabrication du piège à particules : environ 1000 € pour un PAP en inox de haute qualité (inox Marine 316 – résistant à l'oxydation dans des milieux humides et agressifs et compatible pour de nombreux contaminants). Le coût dépend du matériau choisi.

### Compétences

Pas de compétences spécifiques pour la collecte en routine (suivre le [protocole](#)). Respecter les règles de sécurité du travail en cours d'eau. L'installation initiale implique d'étudier le réseau hydrographique pour choisir le site adéquat.

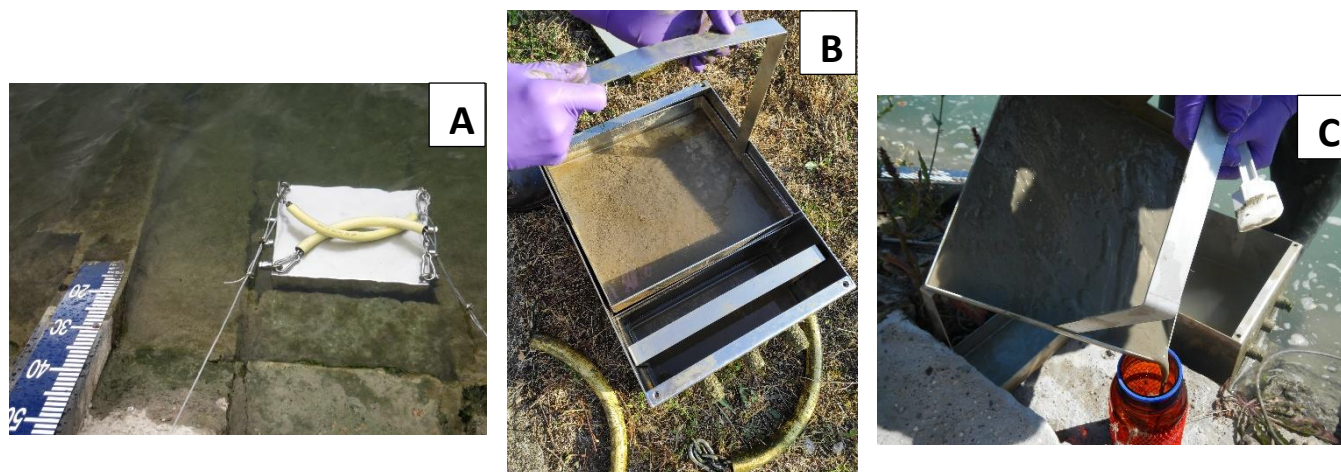


Figure 2 : Processus d'échantillonnage de MES grâce au PAP  
(A : PAP immergé dans l'eau ; B : MES dans le PAP après 28 jours d'exposition ; C : collecte de l'échantillon de MES)

## RETOUR D'EXPERIENCE ET PRECONISATIONS

Les données obtenues grâce aux pièges à particules montrent que ces outils sont adaptés pour collecter de façon continue des particules à moindre coût sur un grand nombre d'affluents. Ils permettent l'échantillonnage d'une quantité importante de particules, nécessaire pour l'analyse des micropolluants, ainsi qu'une intégration des pics de particules observés lors des crues. Grâce à la collecte intégrative et pérenne des MES sur le Rhône et ses affluents, le réseau de l'OSR produit des données de concentrations en contaminants (PCB, <sup>137</sup>Cs, 9 ETM). Il établit aussi un bilan précis des flux de contaminants particuliers sur le Rhône et ses principaux affluents à l'échelle annuelle, ou à l'échelle d'événements hydrologiques majeurs (crues, chasse de barrages). Les données sont consultables via la base de données des observatoires en hydrologie (BDOH : <https://bdoh.irstea.fr/OBSERVATOIRE-DES-SEDIMENTS-DU-RHONE/>).

Des comparaisons ont été effectuées entre les particules collectées par PAP et celles collectées par des techniques classiques (centrifugation en flux continu ou prélèvements ponctuels de gros volume d'eau). Les résultats montrent que le prélèvement par PAP peut induire un biais granulométrique par rapport aux MES transitant dans les cours d'eau : les MES prélevées avec le PAP ont tendance à être plus grossières, à cause d'une perte de rendement de piégeage des particules les plus fines lorsque le débit augmente. Ce biais granulométrique ne semble toutefois pas affecter les concentrations en COP, Hg et PCB. Par contre, dans certaines conditions, il peut influencer les concentrations en ETM mesurées dans les MES des PAP : les concentrations en certains métaux sont sous-estimées pour les débits les plus élevés. Une comparaison des données à long terme montre que ces sous-estimations sont généralement de l'ordre des erreurs analytiques pour les ETM.

Le biais granulométrique observé témoigne de l'importance de respecter les préconisations de placement du PAP dans le cours d'eau, afin de favoriser un bon échantillonnage des particules fines. Une vigilance particulière doit être apportée sur ce point.

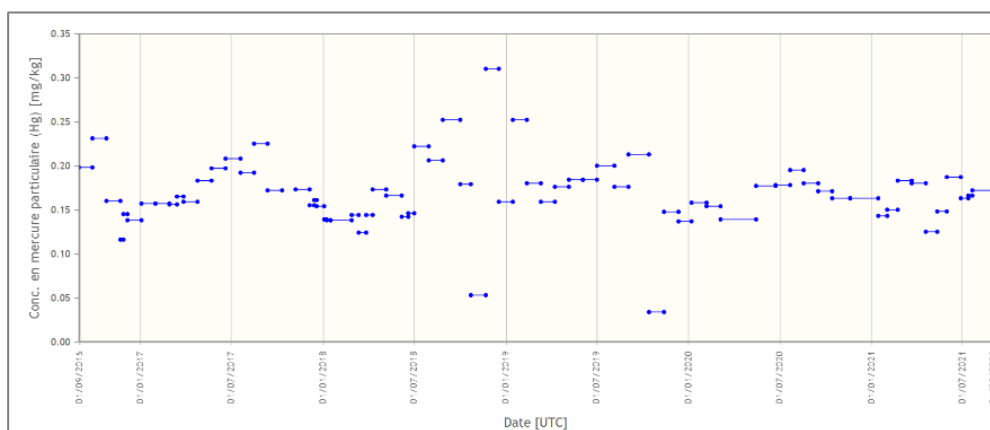


Figure 3 : Exemple de données de concentration en micropolluants obtenues grâce au prélèvement par PAP (ici, mercure à la station de la Saône de septembre 2016 à septembre 2021)

## PERSONNES RESSOURCES

### Aymeric DABRIN

INRAE - Riverly

Equipe LAMA

[aymeric.dabrin@inrae.fr](mailto:aymeric.dabrin@inrae.fr) / 04 72 20 10 53

### Matthieu MASSON

INRAE - Riverly

Equipe LAMA

[matthieu.masson@inrae.fr](mailto:matthieu.masson@inrae.fr) / 04 72 20 87 58

## DOCUMENT(S) SOURCE

Gruat A., Coquery M., Le Coz J., Thollet F., Lagouy M., Dabrin A., Masson M., Miège C., Grisot G., Delile H., Richard L., Dur G., Ambrosi J-P., Labille J., Borschneck D., Vidal V., Raimbault P., Fornier M., Lepage H., Radakovitch O., Giner F., Mourier D., Eyrolle F., Bodereau N., Pairaud I., Ravel C., Répécaud M. (2020) – *Rapport sur le fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires*. Rapport final. Observatoire des Sédiments du Rhône – 5ème programme d'action. 36 p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03312630/document>

Le Bescond C., Angot H., Launay M., Gruat A., Le Coz J., Coquery M., (2020) – *Protocole d'échantillonnage de matières en suspension à l'aide d'un piège à particules pour l'analyse des contaminants particulaires en cours d'eau*. Document technique. Observatoire des Sédiments du Rhône. 8 p. [http://www.graie.org/osr/IMG/pdf/echantillonnage\\_pap\\_vf.pdf](http://www.graie.org/osr/IMG/pdf/echantillonnage_pap_vf.pdf)

## AUTEUR(S)

---

Alexandra Gruat, Marina Coquery, Aymeric Dabrin, Matthieu Masson

## STRUCTURE(S) PORTEUSE(S) DU PROJET

---

INRAE, UR RiverLy

## SITES ET OBSERVATOIRES DE LA ZABR MOBILISES

---

Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR)

## THEMATIQUES ZABR ABORDEES

---

Flux polluants, Ecotoxicologie, Ecosystèmes (FPEE)

## PROJET

---

Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR)

## BIBLIOGRAPHIE

---

Berni C., Buffet A., Camenen B., Dabrin A., Lagouy M., Launay M., Le-Bescond C., Le Coz J., Masson M., Perret E., Thollet F. (2017) – *Etude du fonctionnement des pièges à particules dans le canal hydraulique*. Rapport final. Observatoire des Sédiments du Rhône – 4<sup>ème</sup> programme d'action. 30 p. <[http://www.graie.org/osr/IMG/pdf/2017.12\\_rapportiii2\\_14122017-berni.pdf](http://www.graie.org/osr/IMG/pdf/2017.12_rapportiii2_14122017-berni.pdf)>

Dabrin A., Masson M., Le-Bescond C., Coquery M. (2018) – *Représentativité des matières en suspension échantillonnées par les pièges à particules dans les cours d'eau* – Rapport AQUAREF 2018 – 28 p. <[https://www.aquaref.fr/system/files/Aquaref\\_G2b3-2018-Piege\\_particules\\_VF.pdf](https://www.aquaref.fr/system/files/Aquaref_G2b3-2018-Piege_particules_VF.pdf)>

Dabrin A., Yari A., ; Masson M., Le Coz J., ; Coquery M., Focus – *Surveillance de la contamination chimique des sédiments dans les cours d'eau : pertinence de l'échantillonnage intégratif des matières en suspension*, Revue Science Eaux & Territoires, Directive cadre européenne sur l'eau – Bilan de vingt années de recherche pour la reconquête de la qualité des masses d'eau, numéro 37, 2021, p. 106-109, 10/12/2021. Disponible en ligne sur <<http://www.set-revue.fr/focus-surveillance-de-la-contamination-chimique-des-sediments-dans-les-cours-deau-pertinence-de>>, DOI : [10.14758/SET-REVUE.2021.4.19](https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2021.4.19).

Masson M., Angot., 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*. Sci. Total Environ., 637-638: 538-549. <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02015899/document>>

Masson M., Dabrin A., Coquery M. (2021) – *Utilisation du piège à particules en conditions hydrologiques contrastées : évaluation de la représentativité des matières en suspension prélevées* – Rapport AQUAREF – 30 p. <[https://www.aquaref.fr/system/files/AQUAREF\\_2020\\_FG2.1i\\_PAP\\_VF\\_0.pdf](https://www.aquaref.fr/system/files/AQUAREF_2020_FG2.1i_PAP_VF_0.pdf)>

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*. J. Soils Sediments, 7, 361–367