



**HAL**  
open science

## Caractérisation de la nature des particules transportées lors des étiages du Rhône

Hugo Lepage, Jean-Francois Rontani

► **To cite this version:**

Hugo Lepage, Jean-Francois Rontani. Caractérisation de la nature des particules transportées lors des étiages du Rhône. IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire. 2019. <hal-04549435>

**HAL Id: hal-04549435**

**<https://hal.science/hal-04549435v1>**

Submitted on 17 Apr 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Copyright - All rights reserved

## Caractérisation de la nature des particules transportées lors des étiages du Rhône

*Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du LabEx DRIIHM, programme « Investissements d'avenir » portant la référence ANR-11-LABX-0010 »*

### Résumé :

Les études menées sur le Rhône soulignent que, dans le contexte actuel de changement climatique, les situations de faible débit et d'étiage seront probablement de plus en plus fréquentes sur l'ensemble de son bassin. Lors de ces périodes de faibles débits, les concentrations de certains contaminants (métaux, mercure et radionucléides) dans les particules en suspension ont tendance à augmenter, dépassant parfois les seuils de toxicité. Les raisons pouvant expliquer ces observations restent inconnues, mais pourraient être liées à la nature des matières en suspension dont la proportion en matière organique autochtone est plus élevée qu'à débit plus fort. De plus, la variation des proportions des principaux stérols démontre un contraste quant à l'origine de cette matière organique entre certains affluents (Ardèche et Durance) et le Rhône.

### Objectifs du projet et mise en contexte :

---

Le bassin versant du Rhône ne fait pas exception face au changement climatique constaté ces dernières années. L'observation des tendances à moyen et long terme de l'hydrologie de ce fleuve montre que les événements extrêmes (crue et étiage) sont plus fréquents et plus intenses. Dans ce bassin versant influencé par les activités humaines rejetant un cortège de substances nocives pour la santé des écosystèmes, il est crucial de comprendre leurs comportements lors de ces événements. Si de nombreuses études s'intéressent à l'impact des crues sur le devenir des contaminants particuliers, rares sont celles qui traitent des conséquences que peuvent avoir les très faibles débits. En effet, les matières en suspension (MES) qui transitent à faibles débits sont constituées d'une proportion non négligeable de matière autochtone, produite au sein du cours d'eau (Galeron et al., 2015). Or, la fixation des contaminants est fortement liée à la forme de la matière organique (Hu et al., 2019) qui favorise la complexation/adsorption de ceux-ci. La concentrations de certains contaminants mesurées dans le cadre de l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) montrent qu'elles varient selon le débit et présentent parfois des pics lors des périodes de faibles débits (Thollet et al., 2018).

Pour apporter des éléments de réponse à cette problématique, les travaux de ce projet proposent d'évaluer (1) la concentration de certains polluants à l'étiage et (2) d'étudier la proportion de marqueurs de la qualité et de l'origine de la matière organique dans le Rhône et sur certains de ces affluents majeurs.

### Contacts :

---

hugo.lepage@irsn.fr  
jean-francois.rontani@mio.osupytheas.fr

## Méthodologies :

Ce projet a bénéficié des travaux de l'OSR et des résultats de son réseau de suivi des MES et des contaminants. Les prélèvements ont ainsi été réalisés sur des stations communes à l'OSR pour mettre en perspective les mesures de contaminants à faibles débits avec celles obtenus pour des débits plus élevés. Deux prélèvements ont eu lieu par station entre juillet et octobre 2019 : sur le Rhône à Arles et Jons et sur l'Ardèche, la Durance et la Saône.

En raison de la très faible charge en suspension (<10 mg/L), les prélèvements ont été majoritairement réalisés au moyen d'une centrifugeuse sur plusieurs heures jusqu'à 2 jours pour prélever suffisamment de matière pour réaliser les analyses (~10g). Sur la Saône, les échantillons ont été échantillonnés au moyen d'un piège à particules (PaP) utilisé dans le cadre de l'OSR. A Jons, plusieurs échantillons ont été prélevés par centrifugeuse en parallèle d'un prélèvement par PaP afin de valider la méthode de prélèvement.

Les teneurs en éléments traces métalliques (ETM), radionucléides émetteurs gamma, mercure (Hg) et méthylmercure (MeHg) ont été mesurées sur les MES lyophilisées. La granulométrie et la teneur en carbone organique particulaire ont également été mesurées. Pour caractériser l'origine et la forme de la matière organique, les stérols et leurs produits de dégradation ont été mesurés sur les MES fraîches. En raison de la difficulté de quantification de la teneur réelle en eau des échantillons (ajout d'eau pour récupérer la matière dans la centrifugeuse), les résultats des teneurs en stérols sont présentés en proportions relatives.

## Principaux résultats :

### Validation des prélèvements et de la méthode

Les prélèvements ont été réalisés pour des débits et des charges en suspension parmi les plus faibles de 2019 (<5 mg/L). A Jons, les 7 prélèvements successifs réalisés entre le 3 et le 20 septembre ont confirmé la reproductibilité de la méthode et semble indiquer la possibilité d'utiliser les PaP pour suivre les étiages de longue durée même si la taille des particules est légèrement plus grossière qu'un prélèvement par centrifugeuse. Une étude plus poussée doit toutefois être réalisée pour valider cette hypothèse.

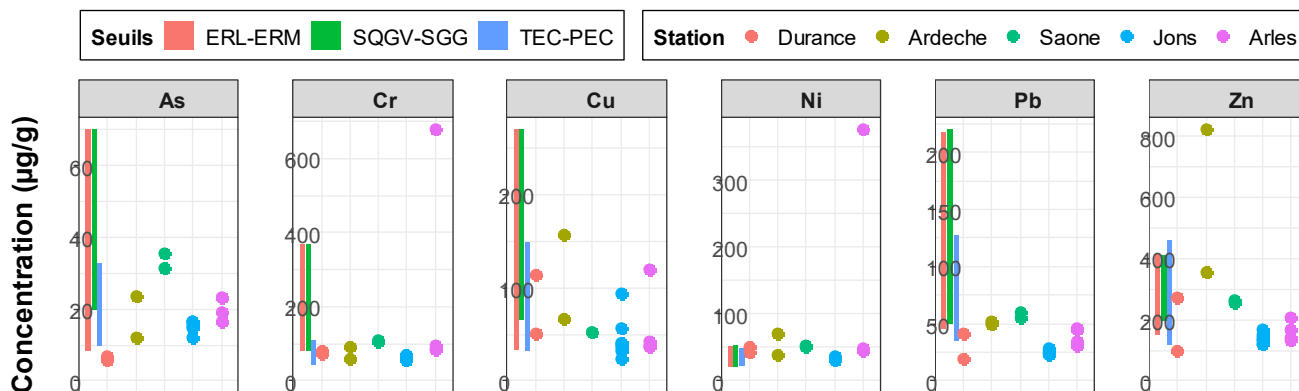
### Variation contrastée des concentrations selon les contaminants

Les concentrations des contaminants mesurées à l'étiage ne montrent pas de tendances communes par rapport à celles à plus fort débit, mais elles peuvent être regroupées en catégories au comportement similaire (Tableau 1).

Substance	Arles	Jons	Durance	Ardèche	Saône
Radionucléides					
ETM anthropique Cu Ni Sn Zn					
ETM naturel Co Cs Rb V					
Hg MeHg					
Granulométrie					
COP					

**Tableau 1-** Tendances des concentrations des contaminants et des paramètres étudiés à l'étiage pour les différentes stations par rapport à celles observées pour des débits plus élevés. Les symboles signifient que les concentrations sont inférieures, égales ou supérieures à 95% des autres observations.

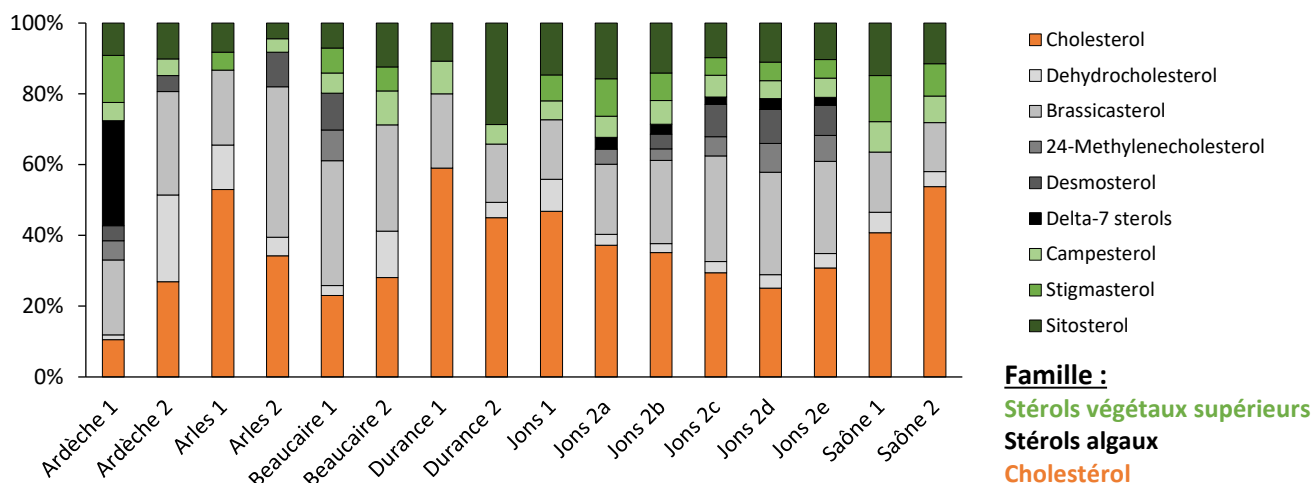
Les tendances les plus marquées ont été observées sur l'Ardèche et la Durance avec des diminutions ou augmentations franches. La diminution des ETM naturels (issus de la croûte terrestre) couplée à l'augmentation du MeHg (suggérant une bioaccumulation des concentrations dans le phytoplancton) montre qu'une proportion non négligeable de la matière organique qui transite à l'étiage est autochtone. Pour certains ETM anthropiques, les concentrations peuvent excéder des seuils de toxicité et pourraient ainsi nuire au biota (Figure 1).



**Figure 1** - Seuils de toxicité et concentrations de certains ETM anthropiques observées à l'étiage.

Sur les autres stations, les résultats sont plus contrastés à l'exception du couple Hg MeHg.

Des relations peu marquées entre contaminants et stérols ont pu être observées. Les proportions des stérols varient entre les stations mais confirment la présence non négligeable de matière d'origine algale (Figure 2). Les fortes proportions de brassicastérol dans la plupart des échantillons indiquent la présence de prymnesiophytes ou de diatomées pennées, tandis que les faibles proportions de 24-méthylènecholestérol et de desmostérol sont à relier à une faible abondance des diatomées centriques. On constate par ailleurs une présence non négligeable de débris végétaux supérieurs (i.e. terrestre) dans l'ensemble des échantillons.



**Figure 2** - Proportion des différents stérols et produits de dégradation.

Sur l'Ardèche, la forte présence d'algues vertes (chlorophycées) observée lors du prélèvement en juillet 2019 se traduit par une proportion non négligeable de delta-7-stérols (Figure 2 - Ardèche 1) qui en sont des marqueurs. Cependant, ce bloom ne semble pas avoir eu de conséquence sur les concentrations de contaminants qui sont similaires à celles de l'échantillon d'octobre 2019 (Ardèche 2) à l'exception du baryum dont les chlorophycées sont considérées comme des bio-accumulateurs. Le faible nombre d'échantillons ne permet malheureusement pas d'établir des relations plus poussées entre contaminants et stérols.

## Perspectives :

---

Bien que le nombre d'échantillons soit trop faible pour en tirer des relations robustes, ce projet a néanmoins permis de valider les méthodes de prélèvement à faible débit et la caractérisation des stérols, indicateurs très peu documentés sur le Rhône.

Il conviendrait maintenant de réaliser l'analyse des stérols sur des échantillons prélevés à plus fort débit afin de comparer leurs proportions et d'évaluer s'il existe des relations avec les concentrations des polluants.

L'analyse d'autres marqueurs de la matière organique (acides gras, composants des cires cuticulaires des végétaux, triterpénoïdes ...) pourrait également apporter des éléments complémentaires pour comprendre d'où provient cette matière qui transite lors de ces périodes de faibles débits.

L'étude plus poussée de la toxicité et de l'écotoxicité pourrait être envisagée par des solutions de «cagging» en situation d'étiage

## Plus-value pour le territoire :

---

Ces travaux montrent que les teneurs de certains contaminants peuvent être ou devenir problématiques pour l'Homme et les organismes aquatiques lors des périodes de faibles débits.

Si ces périodes extrêmes sont amenées à s'amplifier en fréquence et ou en durée, il est important de mieux comprendre les processus qui conduisent à l'augmentation de la concentration des substances nocives.

L'utilisation d'outil comme les stérols pourrait être une solution pour mieux comprendre l'origine de la matière organique qui prend de l'importance lorsque le débit est très faible.

## Publications majeures :

---

Galeron, M. A., Amiraux, R., Charriere, B., Radakovitch, O., Raimbault, P., Garcia, N., Lagadec, V., Vaultier, F., Rontani, J. F., 2015. Seasonal survey of the composition and degradation state of particulate organic matter in the Rhône River using lipid tracers. *Biogeosciences*, 12(5), 1431-1446.

Hu, B., Wang, P., Wang, C., Qian, J., Bao, T., & Shi, Y., 2019. Investigating spectroscopic and copper-binding characteristics of organic matter derived from sediments and suspended particles using EEM-PARAFAC combined with two-dimensional fluorescence/FTIR correlation analyses. *Chemosphere*, 219, 45-53.

Thollet, F., Le Bescond, C., Lagouy, M., Gruat A., Grisot, G., Le Coz, J., Coquery, M., Lepage, H., Gairoard, S., Gattacceca, J.C., Ambrosi, J.-P., Radakovitch, O., 2018 : Observatoire des Sédiments du Rhône, INRAE. <https://dx.doi.org/10.17180/OBS.OSR>

## Fiches de métadonnées associées :

---

Caractérisation de la nature des particules transportées lors des étiages du Rhône (2019) ([Lien URL vers la fiche de métadonnées](#))

