

## Colloque final

*proposé par Frédérique Eyrolle*

ASNR

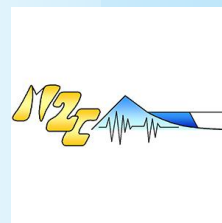
PSE-ENV/STAAR/LRTA

Laboratoire de Recherche sur les Transferts  
des radionucléides au sein des  
écosystèmes Aquatiques

*11 juin 2025, Auditorium de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses (92)*

# ANR TRAJECTOIRE (2020-2025)

LE TÉMOIGNAGE DES ARCHIVES SÉDIMENTAIRES POUR MIEUX APPRÉHENDER  
L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES NOUVELLES TECHNOLOGIES



# QUESTIONNEMENTS SCIENTIFIQUES ET ENJEUX

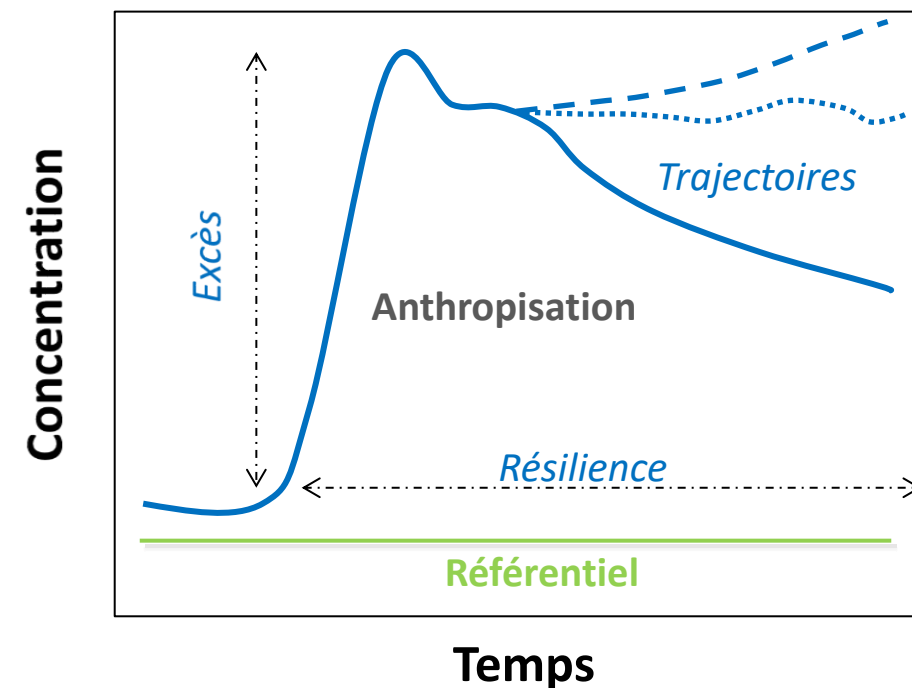
COMMENT TIRER DES LEÇONS DU PASSÉ POUR MIEUX ORIENTER L'AVENIR ?

POUVONS NOUS RETRACER LES GRANDES TRAJECTOIRES DES CONTAMINANTS  
AU COURS DE LA GRANDE ACCELERATION DE L'ANTHROPOCÈNE ?

POUVONS NOUS LES INTERPRETER ?

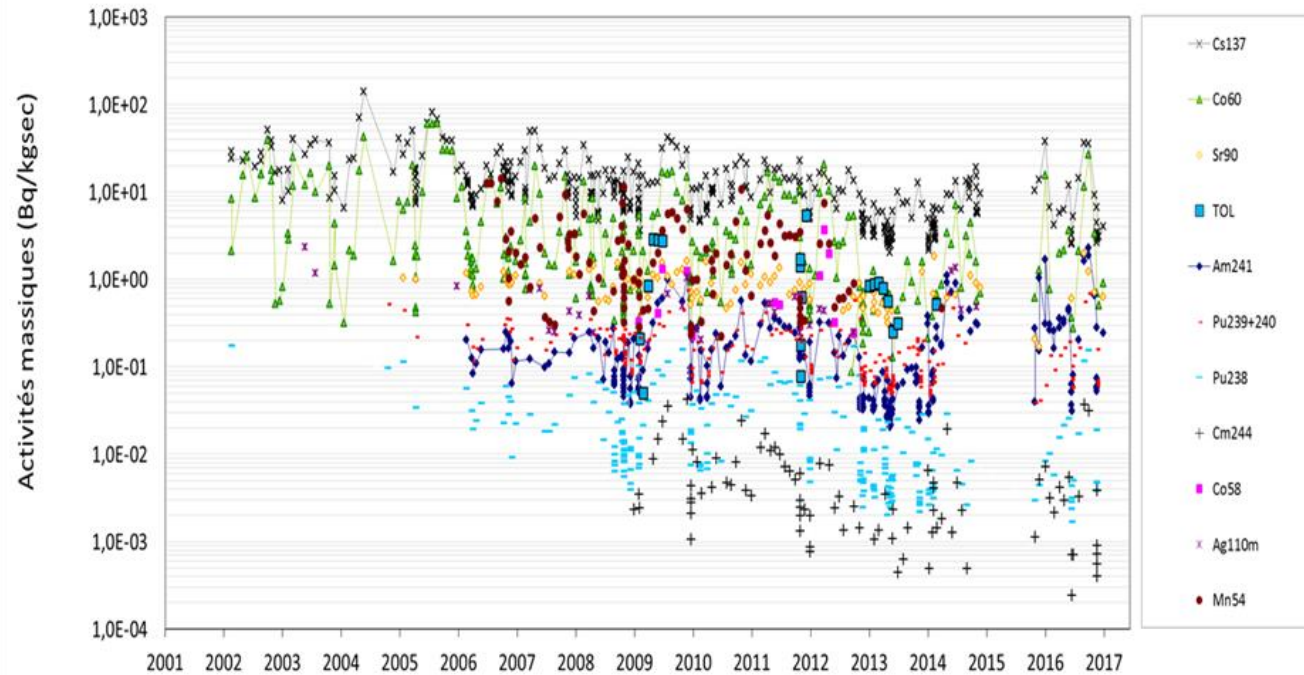


*« Dans la vie rien n'est  
à craindre, tout est à  
comprendre »  
Marie Curie, 1903.*



# CONNAITRE L'ÉTAT DES MILIEUX

## LACUNES DE CONNAISSANCES



Concentrations en radionucléides artificiels dans les matières en suspension du Rhône depuis le début des années 2000 (Station SORA, ASNR).

Evolution des sociétés

Evolution des préoccupations environnementales





# RECONSTRUIRE L'HISTOIRE SUR DES DÉCENNIES

## LES ARCHIVAGES SÉDIMENTAIRES DES FLEUVES

Des sédiments accumulés au cours du temps, naturellement dans les marges alluviales des fleuves (berges, bras morts, lônes, plaine d'inondation), ou artificiellement (darses, barrages)



**Les archives sédimentaires permettent de reconstruire *a posteriori* les concentrations en divers polluants ayant transité au cours des dernières décennies dans les fleuves.**



S'applique aux substances qui sont piégées par les matières en suspension :

De nombreux *contaminants organiques*, les *microplastiques*, les *éléments traces stables* ou *radioactifs* ...

# ANR TRAJECTOIRE

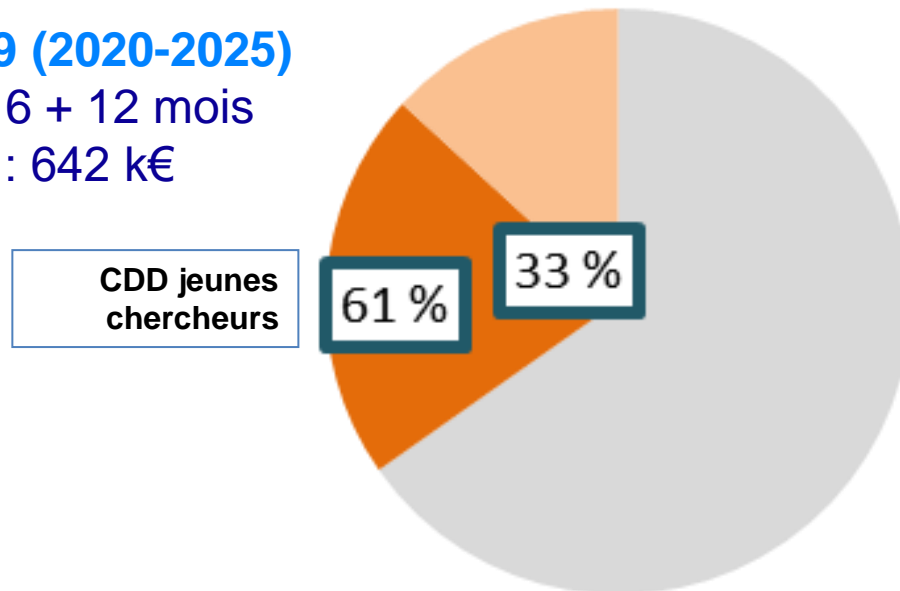
## LE TÉMOIGNAGE DES ARCHIVES SÉDIMENTAIRES POUR MIEUX APPRÉHENDER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES NOUVELLES TECHNOLOGIES

### APPEL À PROJETS GÉNÉRIQUE 2019

- Domaine : Sciences de l'Environnement
- Axe thématique : Interactions Humains-Environnement, Recherches interdisciplinaires traitant de l'anthroposphère et des sociétés face aux changements environnementaux

### ANR-19-CE3-0009 (2020-2025)

- Durée : 48 + 6 + 12 mois
- Aide allouée : 642 k€



TRACTOIRE Seine, site d'Orival, janvier 2023.



# ANR TRAJECTOIRE

## LE TÉMOIGNAGE DES ARCHIVES SÉDIMENTAIRES POUR MIEUX APPRÉHENDER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES NOUVELLES TECHNOLOGIES

anr®



### 7 PARTENAIRES



**METIS** (Milieux Environnementaux,  
Transferts et Interactions dans les  
hydrosystèmes et les Sols)  
Sorbonne Université, CNRS UMR 7619



**EPOC** (Environnements et Paléoenvironnements  
Océaniques et Continentaux),  
Université de Bordeaux, CNRS UMR 5805



**MIO** (Institut Méditerranéen d'Océanologie)  
Aix-Marseille Université, UMR 7294



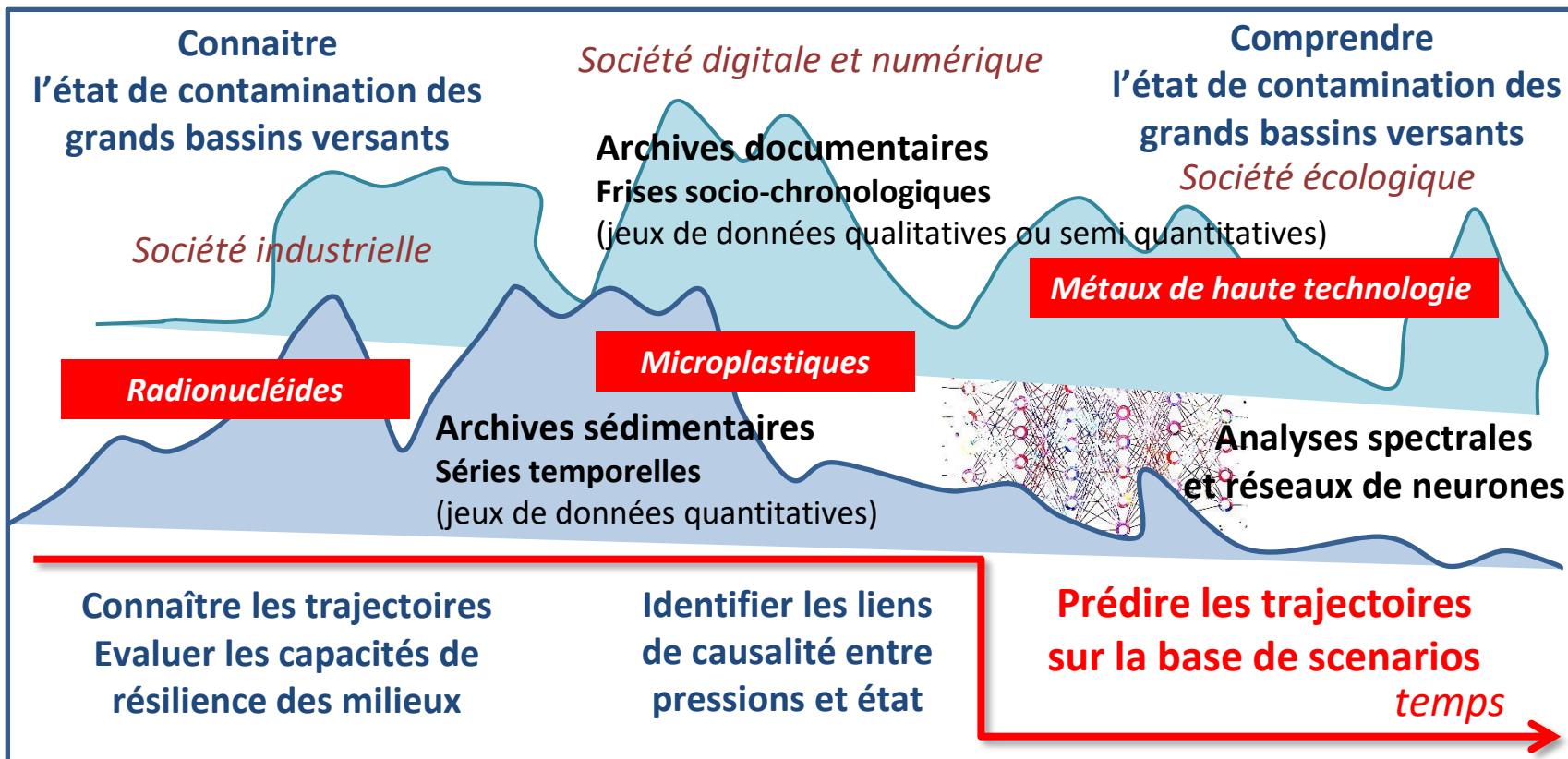
**LEHNA** (Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et  
Anthropisés) ENTPE Lyon, CNRS UMR 5023



**LSCE** (Laboratoire de Sciences du Climat et  
de l'Environnement,  
Gif-sur-Yvette, CNRS CEA UVSQ UMR 8212



**M2C** (Morphodynamique Continentale et Côtière)  
Université de Rouen, CNRS UMR 6143



**Démontrer que l'Humain peut être acteur de la résilience de l'environnement**



# STRUCTURE ET PILOTAGE

7 GRANDS BASSINS VERSANTS (RHÔNE, LOIRE, SEINE, GARONNE, RHIN, MEUSE, MOSELLE), 5 WPS



WP1 Pilotage - F. Eyrolle

WP4 Analyses mathématiques

H. Lepage/V. Nicoulaud-Gouin

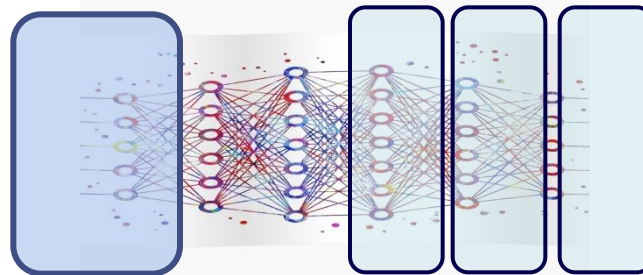
- 4.1 Développement du modèle (données d'apprentissage)
- 4.2 Application du modèle aux nouveaux jeux de données
- 4.3 Scénarios et trajectoires prédictives



WP2 Archives sédimentaires

F. Eyrolle & B. Mourier

- 2.1 Échantillonnage
- 2.2 Datation
- 2.3 Phases porteuses (MOP)
- 2.4 Analyses des contaminants



WP3 Frises socio-historiques

L. Lestel

- 3.1 Construction des frises
- 3.2 Base de données contaminants déjà connus
- 3.3 Base de données contaminants étudiés



WP5 Intégration des résultats - J. Schafer & F. Eyrolle

Echanges, mutualisation, communication, valorisation des résultats produits





# TRAJECTOIRE EN QUELQUES CHIFFRES



## JEUX DE DONNÉES

- ❖ **50m cumulés d'archives sédimentaires géoréférencées**
- ❖ **500 échantillons datés** documentant l'histoire de la contamination des exutoires des bassins versants de la Loire, du Rhône, du Rhin, de la Meuse, de la Moselle, de la Garonne et de la Seine et couvrant, dans la grande majorité des cas, a minima les **100 dernières années**.
- ❖ **Plus de 20 000 résultats d'analyses**

## COLLABORATIONS SCIENTIFIQUES

- ❖ **Laboratoire GéoHydrosystèmes Continentaux**, GéHCO, Université de Tours
- ❖ **Laboratoire d'HYdrologie et de GEochimie de Strasbourg**, LHyGeS, UMR 7517, École et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST)
- ❖ **Laboratoire Image Ville Environnement**, LIVE, UMR 7362, Faculté de Géographie et d'Aménagement de Strasbourg
- ❖ **OHM Fessenheim**
- ❖ **Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux**, UMR 7360 CNRS - Université de Lorraine
- ❖ **Laboratoire LOTERR** - Département de Géographie - Université de Lorraine
- ❖ **SCK CEN** (Belgian Nuclear Research Centre)

## PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- ❖ **16 publications scientifiques** (publiées) dans différentes revues scientifiques à comité de lecture
- ❖ **Plus d'une dizaine de communications dans des congrès nationaux et internationaux**

# PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

1. MOREREAU A., H. LEPAGE, D. CLAVAL, C. COSSONNET, J.P. AMBROSI, B. MOURIER, T. WINIARSKI, Y. COPARD, F. EYROLLE (2020) Trajectories of technogenic tritium in the Rhône River (France), *Journal of Environmental Radioactivity*, 223-224, 106370.
2. PHUONG N. N., FAUVELLE V., GRENZ C., OURGAUD M., SCHMIDT N., STRADY E., SEMPÉRÉ R. (2021) Review - Highlights from a review of microplastics in marine sediments, *Science of the Total Environment* 777, 146225.
3. FOUCHER, A., CHABOCHE, P.-A., SABATIER, P., EVRARD, O. (2021) A worldwide meta-analysis (1977–2020) of sediment core dating using fallout radionuclides including <sup>137</sup>Cs and <sup>210</sup>Pb<sub>xs</sub>, *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 4951–4966, <https://doi.org/10.5194/essd-13-4951-2021>
4. SCHÄFER J., COYNEL A., BLANC G. (2022) Impact of metallurgy tailings in a major European fluvial-estuarine system: Trajectories and resilience over seven decades. Invited contribution. *Science of the Total Environment*. 805: 150195. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150195>
5. COPARD Y., EYROLLE F., GROSBOIS C., LEPAGE H., DUCROS L., MOREREAU A., BODEREAU N., COSSONNET C., DESMET, M. (2022) The unravelling of radiocarbon composition of organic carbon in river sediments to document past anthropogenic impacts on river systems, *Science of The Total Environment*, vol. 806, p. 150890
6. EVRARD O., BATISTA P.V.G., COMPANY J., DABRIN A., FOUCHER A., FRANKL A., GARCIA-COMENDADOR J., HUGUET A., LAKE N., LIZAGA I., MARTINEZ-CARRERAS N., NAVRATIL O., PIGNOL C., SELLIER V. (2022) Improving the design and implementation of sediment fingerprinting studies: summary and outcomes of the TRACING 2021 Scientific School. *J Soils Sediments* 22, 1648-1661. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03203-1>
7. EYROLLE F., RADAKOVITCH O., LEPAGE H., RAIMBAULT P., COPARD Y., BODEREAU N., LE CORRE C., COSSONNET C. (2022) <sup>14</sup>C and OBT dependencies upon Particulate Organic Matter origin and nature - Focus on the nuclearized Rhone River (France), *Journal of Soils and Sediments*, <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03227-7>
8. OURGAUD M., PHUONG N. N., PAPILLON L., BRACH-PAPA C., GALGANI, F., FAUVELLE V., PANAGIOTOPOULOS C., SEMPÉRÉ R. (2022) Identification and quantification of microplastics in the marine environment using Laser Direct Infra-Red (LDIR). *Env. Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c0887>
9. MOREREAU A., JAEGLER H., HAIN K., STEIER P., GOLSER R., BEAUMAIS A., LEPAGE H., EYROLLE F., GROSBOIS C., Cazala C., Gourgiotis A. (2022) Deciphering sources of U contamination using isotope signatures in the Loire River sediments: exploring the relevance of the <sup>233</sup>U/<sup>236</sup>U ratio, *Chemosphere*, 307, 135658.
10. LEPAGE H., NICOULAUD-GOUIN V., PELE K., BOYER P. (2023) Use of machine learning and deep learning to predict particulate <sup>137</sup>Cs concentrations in a nuclearized river, *Journal of Environmental Radioactivity*, Volume 270, 107294. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265931X2300187X?dgcid=author>
11. VIDAL A., PAPILLON L., SEIGNEMARTIN G., MOREREAU A., EUZÉN C., GRENZ C., COPARD Y., EYROLLE F., SEMPÉRÉ R. (2024) Temporal evolution of plastic additive contents over the last decades in two major European rivers (Rhône and Rhine) from sediment cores analyses, *Environmental Pollution*, 348, 123655 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123655>
12. VIDAL A., SEIGNEMARTIN G., COPARD Y., MONTARGÈS-PELLETIER E., OLLIVE V., PAPILLON L., GRENZ C., EYROLLE F., SEMPÉRÉ R. (2024) Temporal trend of plastic additive contents in sediments cores of three French rivers (Loire, Meuse and Moselle) over the last decades, *Science of the Total Environment* 931, 172849. [Temporal trends of plastic additive contents in sediment cores of three French rivers \(Loire, Meuse and Moselle\) over the last decades – ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172849)
13. CHASTANET M., DEBRET M., GARDES T., SCHÄFER J., ABDOU M., LESTEL L., MOREREAU A., MOURIER B., GROSBOIS C., EYROLLE F., COYNEL A. (2024) Contrasting platinum trajectories in three major French rivers using 2 dated sediment cores (1910-2021): From geochemical baseline to 3 emerging source signals. *STOTEN*, 931, 172937. [Contrasting platinum trajectories in three major French rivers using dated sediment cores \(1910–2021\): From geochemical baseline to emerging source signals – ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172937)
14. EYROLLE F., BOYER P., CHABOCHE P. A., DE VISMES A., LEPAGE H., SEIGNEMARTIN G. et al., EVRARD Olivier (2024) Temporal trajectories of artificial radiocaesium <sup>137</sup>Cs in French rivers over the nuclear era reconstructed from sediment cores, *Scientific reports*, 14, 14213. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64505-7>.
15. EUZEN C., CHABAUX F., RIXHON G., PREUSSER F., EYROLLE F., CHARDON V., ZANDER A. M., BADARIOTTI D., SCHMITT L. (2024) Multi-method geochronological approach to reconstruct post-1800 floodplain sedimentation in the Upper Rhine Plain, France, *Quaternary Geochronology*, 83, 101561, <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2024.101561>.
16. EYROLLE F., MOREREAU A., ZBRACKI M., NICOULAUD GOUIN V., LEPAGE H., ZBRACKI M., DE VISMES A., MEYER A., MONTARGÈS-PELLETIER E., CHABAUX F., COYNEL A., DEBRET M., GINER F., GROSBOIS C., GURRIARAN R., MOURIER D., LESTEL L (2024) Anthropogenic legacy of potassium-40 in French large rivers reconstructed from sediment cores, *STOTEN*, 954, 176479, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176479>