

## **Patrons sédimentaires et signatures métalliques (Plomb, Zinc & Nickel) sur les marges aménagées du Rhône moyen – approche comparée inter-secteurs**

Sediment patterns and metallic signatures (Lead, Zinc & Nickel) on the “mid” Rhône River engineered margins – Multi-sites comparative study

Gabrielle Seignemartin<sup>1</sup>, Hervé Piégay<sup>2</sup>, Alvaro Tena<sup>2</sup>, Pierre-Hugo Lecomte<sup>2</sup>, Thierry Winiarski<sup>3</sup>, Gwénaelle Roux<sup>4</sup>, Bianca Räßle<sup>2</sup>

1 : Université de Lyon, CNRS, UMR5600, EVS, Université Lyon 2, Lyon, France  
[gabrielle.seignemartin@gmail.com](mailto:gabrielle.seignemartin@gmail.com)

2 : Université de Lyon, CNRS, UMR 5600, EVS, ENS de Lyon, France

3 : Université de Lyon, CNRS, UMR 5023, ENTPE, LEHNA, Vaulx-en-Velin, France

4 : EGEOS, Lyon, France

### **RÉSUMÉ**

Le Rhône est un fleuve franco-suisse considéré comme fortement artificialisé. Les secteurs de Pierre-Bénite, Péage-de-Roussillon, Montélimar et Donzère-Mondragon sont caractérisés par deux grandes phases d'aménagements. Le Rhône y est à la fois chenalisé depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle par des ouvrages de correction appelés casiers Girardon, et court-circuité dès le milieu du 20<sup>ème</sup> siècle afin de produire de l'énergie hydro-électrique. Sujets à l'atterrissement, à l'assèchement et à la végétalisation, ces casiers présentent des patrons sédimentaires qui témoignent de l'impact des deux phases d'aménagement. Grâce à un découpage géohistorique sous SIG (système d'information géographique), nous obtenons des patrons planimétriques de sédimentation révélateurs de l'histoire et de la dynamique des processus intra-casiers. Les signatures chimiques obtenues au spectromètre à fluorescence X (XRF) de plusieurs éléments (Plomb, Zinc, Nickel) couplées à une analyse sédimentaire in situ montrent une concordance spatio-temporelle entre les périodes de sédimentation et les périodes marquées par des flux de polluants (Clozel-Leloup & al, 2014). Toutefois, les teneurs en Plomb, Zinc et Nickel restent relativement faibles dans les sédiments des casiers Girardon. Sauf anomalie chimique ponctuelle, elles sont globalement inférieures aux seuils de pollution (TEC, PEC).

### **ABSTRACT**

The Rhône is a French-Swiss river considered as highly artificial. The studied reaches are located at Pierre-Bénite, Péage-de-Roussillon, Montélimar and Donzère-Mondragon on the « mid » Rhône River. These reaches feature embankments (Girardon's submersible dikes system) from the late 19th century over much of their course and were by-passed in the mid-20th century to produce hydroelectric power. These dikes systems are subject to sedimentation, dewatering and vegetalisation processes. They present specific sediment patterns indicative of the two engineering interventions history. Thanks to a geohistoric GIS study, we obtain planimetric patterns which inform about dynamics and history of these processes in the Girardon's dikes system. By using X-Ray technology (XRF spectrometer), we obtained metallic concentration signatures. Lead, Zinc & Nickel concentrations show a spatio-temporal accordance between sedimentation chronology and flows of pollutants of the Rhône River (Clozel-Leloup & al, 2014). However, in the Girardon's dikes system sediments, Lead, Zinc, Nickel concentrations are generally low. Beside few anomalies, these concentrations are mainly lower than the pollution limits (TEC, PEC).

### **MOTS CLES**

Casiers Girardon, Contaminations métalliques, Rhône court-circuité, Sédimentation, SIG

## 1 INTRODUCTION

Le Rhône est un fleuve franco-suisse considéré comme fortement artificialisé. Les secteurs de Pierre-Bénite (PBN), Péage-de-Roussillon (PDR), Montélimar (MON) et Donzère-Mondragon (DZM) sont caractérisés par deux grandes phases d'aménagements.

Datant de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, les aménagements Girardon sont initialement implantés dans le chenal en eau sous la forme de casiers composés de tenons et d'une digue submersible longitudinale. Ils « corrigent » le Rhône en favorisant la concentration des écoulements. En augmentant le tirant d'eau, ils en améliorent la navigabilité.

Au milieu du XX<sup>ème</sup>, des dérivations viennent « court-circuiter » le cours du Rhône à des fins de production d'énergie hydro-électrique. Ces « casiers Girardon » constituent des structures fermées, véritables pièges à sédiments fins qui se remplissent depuis maintenant plus d'un siècle. Sujets à l'atterrissement, à l'assèchement et à la végétalisation, ces casiers constituent des témoins sédimentaires de l'impact des deux phases d'aménagement. Les signatures chimiques sédimentaires et la caractérisation temporelle rendent compte des dynamiques d'atterrissement qui peuvent ainsi être confrontées aux périodes marquées par des flux de polluants (Clozel-Leloup & al, 2014).

## 2 SITES D'ETUDE

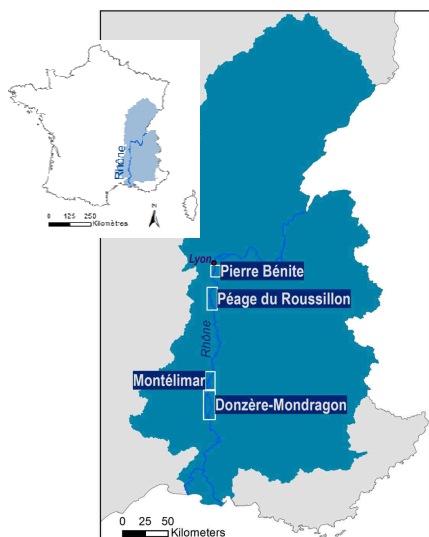


Figure 1 : localisation des sites d'étude

Situés sur le Rhône moyen, les secteurs de Pierre-Bénite, Péage-de-Roussillon, Montélimar et Donzère-Mondragon sont « corrigés » et « court-circuités ». Ils comportent entre 57 et 98 casiers types\*\* sur les tronçons considérés.

Tableau 1 : caractéristiques des secteurs étudiés

Secteur	Point Kilométrique* (PK)	Longueur court-circuitée (km)	Nombre de casiers types**	Nombre d'analyses chimiques***
PBN	PK3,5 à PK15	11,45	98	473
PDR	PK50,5 à PK63	12,66	88	429
MON	PK152,5 à PK166	14,44	57	177
DZM	PK170,5 à PK200,5	31,04	91	591

\*Distance linéaire en km depuis Lyon \*\*Structures fermées en bord de chenal, excluant les champs d'épis et les « casiers » situés dans les bras morts. \*\*\*Réalisées au XRF - sur des prélèvements de sédiments tamisés à 63 $\mu$ m - de surface ou de profondeurs - situés dans les casiers ou en dehors sur diverses unités de dépôts sédimentaires.

## 3 METHODES

### Analyses planimétriques sous SIG

Afin d'analyser la chronologie des processus d'atterrissement, d'assèchement et de végétalisation, nous avons réalisé un géoréférencement de photos aériennes. Spécifique à notre objet d'étude, il a été effectué sur des séries temporelles complètes (tableau 2). Pour chacune des dates, les rives ont fait l'objet de digitalisation afin d'étudier les patrons d'atterrissement des casiers (fig.3).

### Analyses des archives sédimentaires

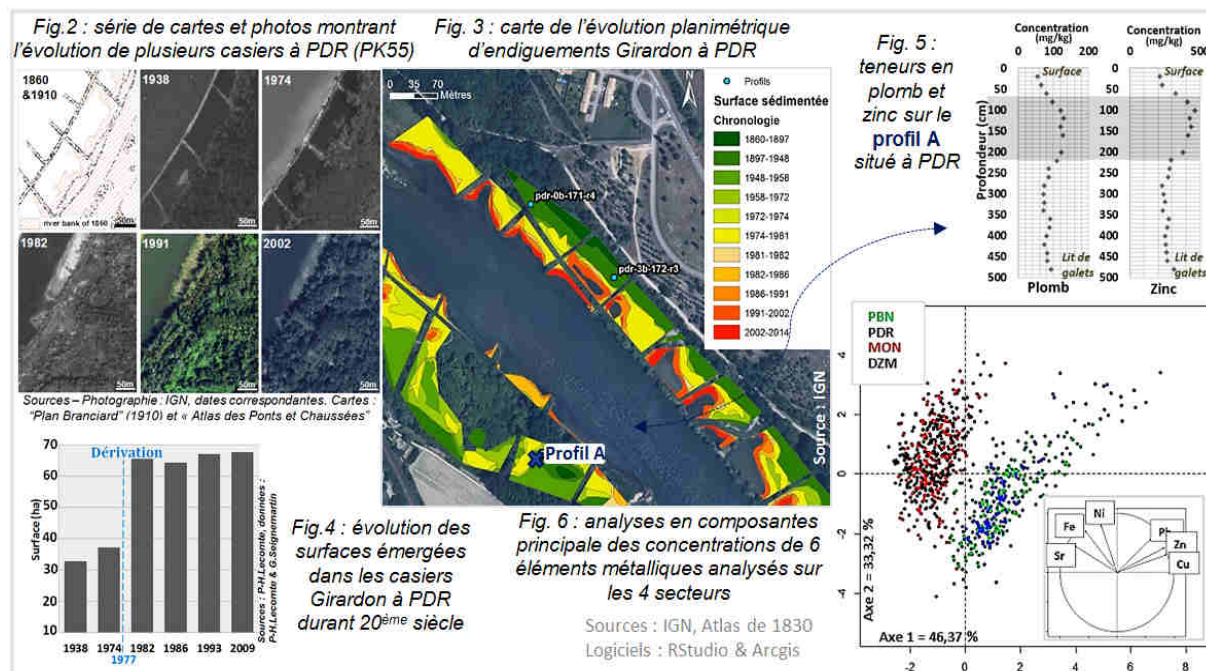
Les archives sédimentaires ont été analysées à partir de prélèvements de surface et de profils verticaux réalisés à la tarière pédologique. Les analyses chimiques ont été effectuées par fluorescence X sur la fraction fine séchée (<63 $\mu$ m) et des analyses de contrôle ont été faites par ICP-MS (Spectroscopie de masse à plasma à couplage inductif) et SAAF (Spectrométrie d'absorption atomique en flamme). La caractérisation granulométrique des échantillons de contrôle a été faite au granulomètre LASER et la teneur en matière organique a été estimée par une perte au feu. Des profils au radar pédologique ont également été réalisés.

Tableau 2 : séries temporelles géoréférencées sous SIG

Secteur	Séries temporelles
Pierre-Bénite	1860**, 1945*, 1954*, 1973*, 1993*, 2008*
Péage-de-Roussillon	1860**, 1938*, 1949*, 1974*, 1979*, 1981*, 1991*, 2002*
Montélimar	1860**, 1946*, 1969*, 1978*, 1991*, 2001*, 2006*
Donzère-Mondragon	1860**, 1947*, 1976*, 1994*, 2002*, 2009*

Sources : \* photos IGN ou \*\* carte issue de l'Atlas des Ponts & Chaussées de 1860

## 4. RESULTATS



Les séries photographiques (figure 2) de chaque secteur ont permis une approche planimétrique, illustrant les processus d'atterrissement, d'assèchement et de végétalisation des marges consécutifs aux aménagements. Ce travail informe donc sur le pas temporel à adopter pour voir observer cette dynamique (figures 3 et 4)

**A l'échelle des casiers :** les données planimétriques montrent que les casiers semblent se déconnecter soit rapidement, ceci s'illustrant par des patrons simples d'atterrissement, formant des bandes parallèles au chenal, soit plus progressivement, avec des patrons d'atterrissement à fermeture concentrique (figure 3).

**A l'échelle des secteurs :** à MON, les surfaces émergées consécutivement à la dérivation (78,9%) sont plus importantes que suite à la correction (21,1%). Pour PBN, PDR et DZM, les contributions sont du même ordre pour les deux périodes (Seignemartin, 2014).

**Analyses chimiques :** beaucoup de profils sédimentaires tels que celui présenté en figure 5 montrent des signatures en Plomb et en Zinc plus élevées dans les parties supérieures des dépôts. Selon une logique de chronologie relative, ceux-ci sont donc plutôt récents (années 70, 80) ; ce qui est concordant avec d'autres études réalisées sur le Rhône (Clozel-Leloup & al, 2014). MON et DZM présentent des teneurs en Nickel plus élevées que celles de PBN et PDR. Les signatures de PBN et de PDR sont marquées par des teneurs plus grandes en Zinc, Cuivre et Plomb que les deux autres secteurs. Cependant, de manière générale, les teneurs en Plomb, Zinc, Cuivre et Nickel restent relativement faibles (sauf anomalie chimique ponctuelle). Elles sont globalement inférieures aux seuils de pollution (TEC, PEC).

## 4 CONCLUSION

Cette approche intégrative multi-scalaire couplant géomatique et analyses chimiques permet d'appréhender la dynamique et la chronologie de piégeage sédimentaire de ces milieux tout en caractérisant l'impact respectif des aménagements et le risque potentiel de contamination métallique.

## 5 BIBLIOGRAPHIE

- Clozel-Leloup, B., Roux, G., Moiroud, C. (2014). *Caractérisation approfondie d'un Casier Girardon vis-à-vis des PCB*, BRGM
- Lecomte, P.-H. (2017). *Processus d'atterrissement et de végétalisation des endiguements Girardon à Péage-de-Roussillon : signatures chimiques des patrons sédimentaires et dendrologiques d'un train de casier*, Mémoire de M2, Université Lyon 3.
- Seignemartin, G., (2014). *Compréhension et analyse spatiale de l'évolution des marges aménagées du Rhône par l'étude diachronique du tracé de l'interface lit mineur/lit majeur*, Mémoire de M2, Université Lumière Lyon 2.