

## Action de Recherche Collaborative sur les Hydrosystèmes et les Environnements en Mutation (ARCHEM) : simulation d'opérations de recharge sédimentaire dans les sections court-circuitées du Rhône : approche multi-agent et géovisualisation

### Résumé :

Les modèles spatialement explicites et les simulations à base d'agents jouent un rôle croissant dans la modélisation des systèmes naturels et sociaux complexes. Le projet Archem appartient à ce nouveau domaine de recherche. Le présent projet propose une nouvelle méthodologie pour visualiser le transport sédimentaire à grande échelle (1/5000e) en mettant l'accent sur l'aspect dynamique et 3D des rendus.

### Objectifs du projet et mise en contexte :

---

L'objectif de cette action était de lancer le projet ARCHEM, qui vise à développer des outils de gestion et d'aide à la décision sur des thématiques environnementales à l'aide de modèle multi-agent.

Pour cela nous avons choisis de proposer aux gestionnaires du fleuve (CNR, DREAL) des outils d'aide à la décision dans le cadre d'opération de recharge sédimentaire. Ces outils leur permettront d'évaluer spatialement et temporellement l'impact (vitesse de déplacement, taille des particules et géométrie du chenal) de ces opérations en fonction de plusieurs scénarios basés sur les quantités à réinjecter. Ces outils sont à développer à partir d'un couplage du modèle MAST-1D et GAMA.

### Contacts :

---

Alexis Drogoul, Directeur de Recherche, UMI UMMISCO 209, IRD & UPMC, France - [alexis.drogoul@gmail.com](mailto:alexis.drogoul@gmail.com)

Arnaud Grignard, Doctorant, UMI UMMISCO 209, IRD & UPMC, France - [agrignard@gmail.com](mailto:agrignard@gmail.com)

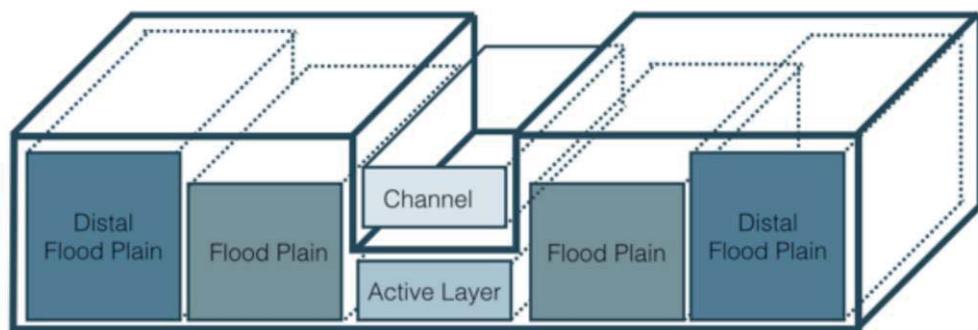
## Méthodologies :

La méthodologie de cette première phase d'étude se déroule en trois temps :

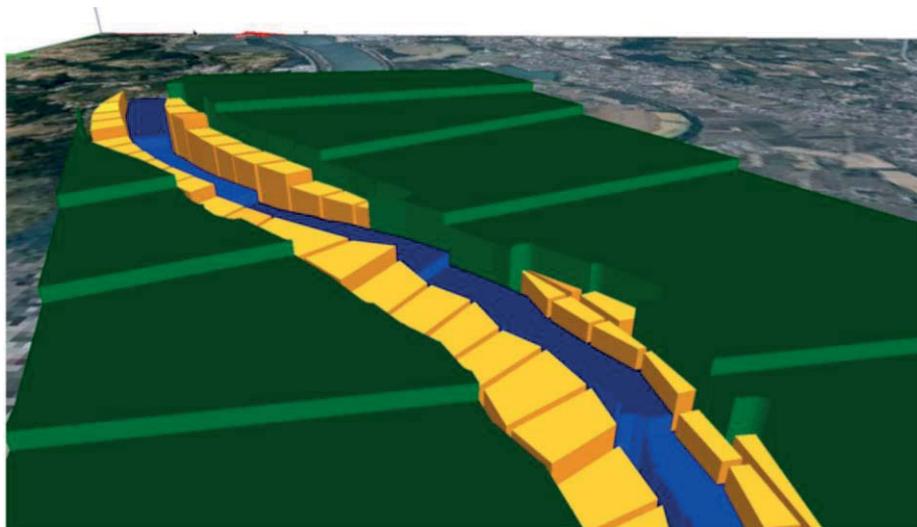
1. définition des scénarios et préparation des données d'entrée de la modélisation,
2. simulation des opérations de restauration à l'aide du modèle développé par W. Lauer et son équipe,
3. incorporation des résultats de ces simulations dans GAMA pour une visualisation dynamique en 2D/3D.

## Principaux résultats :

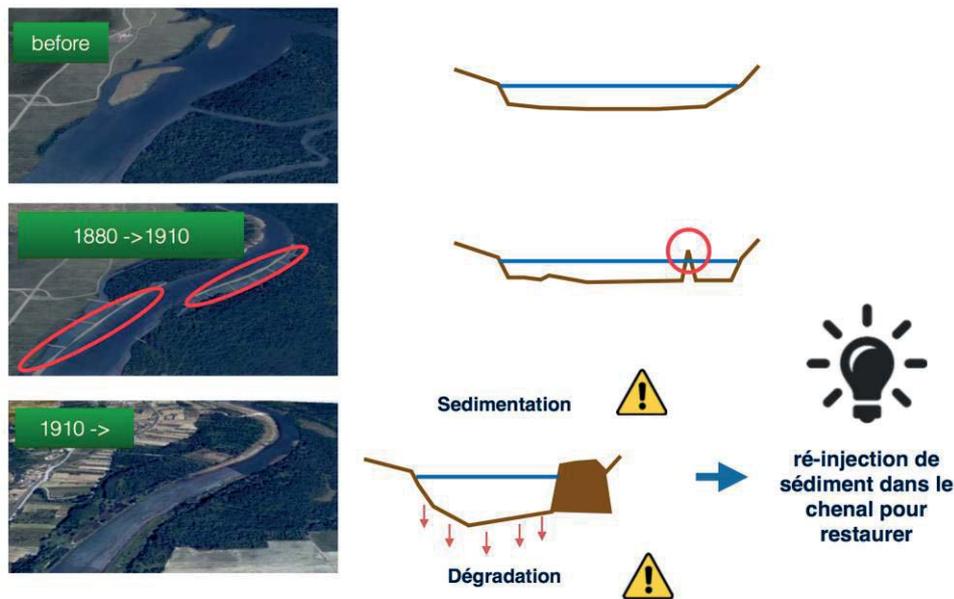
- Adaptation du modèle MAST 1D au cas spécifique du Rhône, en ajoutant un compartiment afin d'intégrer les casiers dits « Girardon »



- Modélisation de l'effet de la construction du barrage de St Pierre de Bœuf et d'une recharge de 25 000 m<sup>3</sup> de sédiments 35 ans après.
- Développement d'un modèle multi-agents de visualisation et intégration des résultats de la modélisation dans une géovisualisation 3D



Sur le Rhône, les aménagements anciens, liés à la navigation, ont profondément modifié la géométrie du chenal au cours du XX<sup>e</sup> siècle (incision du chenal mouillé, exhaussement des marges) et ont induit un appauvrissement des habitats benthiques.



De récentes recherches menées dans le cadre de l'OSR (schéma directeur de la restauration de la dynamique fluviale des marges du Rhône, Action 5 de l'OSR2) ont montré l'intérêt du démantèlement de certains de ces anciens aménagements dans les Vieux-Rhône pour une restauration du lit mineur/moyen par ré-élargissement. Ces travaux mèneront très probablement à des opérations de recharge sédimentaire. La prise de décision autour de ce type d'opération est délicate, tant pour la Compagnie Nationale du Rhône que pour les services d'Etat car les gains écologiques escomptés étaient jusqu'à présent complexes à évaluer et à représenter.

Le développement d'outil de modélisation et de géovisualisation pour alimenter les débats autour de ces questions répond donc à la fois à des enjeux scientifiques et opérationnels. L'approche théorique du fonctionnement hydro-sédimentaire (Lauer and Parker, 2008) permet aujourd'hui de modéliser finement le transport de sédiments à l'échelle d'un tronçon. Ce type d'approche théorique a été récemment mobilisé pour modéliser les processus sédimentaire sur une section localisée à l'aval d'ouvrage hydroélectrique (basse vallée de l'Ain). Le Rhône quant à lui est suffisamment bien documenté en termes de données disponibles pour bâtir un modèle à l'échelle d'un Vieux-Rhône. Il est donc possible d'utiliser ce type de modèle pour représenter les effets d'opérations de recharge. En revanche la communication autour des résultats issus de ces modélisations reste à être améliorée pour être utilisée à des fins d'aide à la décision. L'usage de modèles complexes et multi-échelles offrent de nombreuses perspectives tant pour la recherche fondamentale que pour la prospective territoriale. Dans cette technique de modélisation, la visualisation joue un rôle crucial dans la capacité d'appréhension des dynamiques mise à l'œuvre dans le processus observé.

La plateforme GAMA (<http://gama-platform.sourceforge.net/>) permet en particulier d'intégrer des données géographiques (vectorielles et rasters) et de les représenter dans un environnement 3D (Grignard, 2016 ; Taillandier *et al.*, 2014). Ainsi, un couplage du modèle MAST-1D et de GAMA permettrait de construire des simulations dynamiques spatialement et temporellement. L'implémentation du modèle dans GAMA est un travail nécessitant une phase non négligeable de développement informatique. Un des premiers pas consiste à tester et implémenter les résultats issus de MAST-1D dans GAMA afin de valider le potentiel de géovisualisation de cette solution sur des thématiques hydrosédimentaires. Cette première étape validée ouvrirait des perspectives pour un couplage plus approfondie (implémentation du modèle lui même dans GAMA, phase 2).

## Perspectives :

---

L'approfondissement du présent projet peut prendre plusieurs formes :

- Agrandissement du modèle MAST 1D, qui a pour le moment été développé sur 15 km, à l'ensemble du linéaire du fleuve. Les données géographiques disponibles dans la base de données de l'OSR le permettent.
- Amélioration visuelle des simulations dynamiques afin de trouver le bon équilibre entre ultra-réalisme (échelle 1/1, peu explicite) et simplification (plus compréhensible).
- Développement du modèle multi-agent en incorporant des agents interactifs (comme des espèces en fonction des habitats du chenal ou des polluants)

## Plus-value pour les praticiens :

---

Le travail réalisé peut désormais servir à la simulation de plusieurs scénarios pour des opérations de restauration. Ces simulations visuelles peuvent servir à présenter, aux gestionnaires mais aussi au grand public, de manière explicite les conséquences de ces opérations en matière de transformation de la géométrie du chenal et de changement de granulométrie.

Il peut donc servir à la fois d'outils d'aide à la décision mais également de communication.

## Références :

---

Grignard, A., Fantino, G., Lauer, J. W., Verpeaux, A., and Drogoul, A. (2016). Agent-based visualization: A simulation tool for the analysis of river morphosedimentary adjustments. In Multi-Agent- Based Simulation XVI, Volume 9568, p.109-120.

Taillandier, P., Grignard, A., Gaudou, B., and Drogoul, A. (2014). Des données géographiques à la simulation à base d'agents : application de la plateforme gama. *Cybergeog: European Journal of Geography*.

Lauer, J. and Parker, G. (2008). Modeling framework for sediment deposition, storage, and evacuation in the floodplain of a meandering river: Theory. *Water Resources Research*, 44(4).