

Proposition d'un sujet de thèse 2018 – 2021  
Laboratoire GéoHydrosystèmes Continentaux (EA 6293) de l'Université de Tours  
Unité Risques gravitaires – BRGM Orléans

## **Quantification de la contribution du réseau de drainage agricole aux processus de transferts hydrosédimentaires**

**Mot-clefs :** érosion des sols, drainage agricole, dynamique hydrosédimentaire, géochimie, modélisation

### **Description du sujet :**

Les évolutions récentes du paysage ont entraîné un déséquilibre du fonctionnement de la zone critique avec notamment de profondes modifications au niveau des transferts d'eau, de sédiments et de polluants associés. En effet, afin de répondre à des enjeux de sécurité alimentaire, des territoires de plaines, historiquement dédiés à des zones d'herbage, ont été retournés et mis en culture au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. Ces modifications de l'utilisation des terres, accompagnées de la mise en place de systèmes de drainage, de la rectification et de la canalisation des cours d'eau ont entraîné une augmentation de la connectivité hydrosédimentaire des paysages. Celle-ci a induit une évolution des transferts hydrosédimentaires au sein des bassins versants de plaine (Heathcote et al., 2013) à l'origine de l'altération des milieux naturels et notamment de l'envasement des masses d'eau, ce qui nuit fortement au bon état écologique imposé par la Directive Cadre sur l'Eau.

Dans ce contexte, des suivis sédimentaires ont été initiés pour déterminer les modalités (sources, voies et flux) du transfert de matière solide au sein des bassins versants de plaine. L'origine des sédiments a pu être en partie déterminée par l'analyse de traceurs géochimiques (<sup>137</sup>Cs, <sup>7</sup>Be, <sup>210</sup>Pbxs) adsorbés sur la phase particulaire. Il a en particulier été possible de discriminer l'érosion des berges de celle issue des parcelles agricoles (Foucher et al., 2015 ; Le Gall et al., 2016 ; Vandromme et al., 2017 ; Foucher et al., 2017). Néanmoins, la part relative du transfert de sédiments liée au ruissellement de surface ou au drainage agricole reste encore à définir. Des études ont été menées afin de discriminer ces deux sources, mais dans des contextes climatiques très spécifiques (Turtola et al., 2007). Or, cette quantification est indispensable pour permettre de mettre en œuvre des stratégies efficaces permettant de limiter les transferts de sédiments au sein des bassins versants. Pour répondre à cette problématique, il est nécessaire de lever deux verrous scientifiques (i) estimer la part du drainage agricole dans les processus de transfert de matière solide et (ii) l'incorporer cette part dans les modèles de transfert de la matière solide au sein des bassins versants. Afin de répondre à ces objectifs, les travaux de thèse seront menés au sein de l'observatoire du bassin versant du Louroux (25 km<sup>2</sup>, Indre-et-Loire), caractéristique des contextes de plaine agricole intensivement cultivée. L'observatoire, porté par l'Université de Tours en partenariat avec le BRGM et le LSCE est labellisé comme site de la Zone Atelier Loire (CNRS/INEE) et de l'International Long Term Ecological Research Network (I-LTER).

Les travaux seront menés à plusieurs échelles :

- à l'échelle d'une parcelle agricole instrumentée en sortie de drain et de rigole d'érosion. L'instrumentation mise en place permettra de mesurer des flux de sédiments et d'eau en sortie de drain (écoulement de subsurface) et de rigole (écoulement de surface) à haute fréquence temporelle. Les signatures géochimiques et isotopiques de l'eau (isotopes stables de l'eau,

ions majeurs,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CID}}$  et  $\delta^{13}\text{C}_{\text{COD}}$ ) ainsi que les propriétés physico-chimiques des sédiments (granulométrie, réflectance VIS-NIR,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pbxs}$ ) issus des drains et des rigoles seront mesurées. Leur comparaison permettra d'identifier des traceurs pertinents des modalités de transfert (écoulement de surface ou de subsurface) de l'eau (Gillon et al., 2009 ; Delbart et al., 2013 ; Delbart et al., 2014) et des sédiments (Foucher et al., 2015).

- l'application de ces traceurs à l'échelle plus large des 5 sous-bassins versants de l'observatoire aura pour objectif de déterminer pour l'eau (vecteur) et les sédiments (objet d'intérêt) la part provenant des écoulements de surface (processus de ruissellement) de celle des écoulements de subsurface (drainage agricole). Une attention particulière sera portée sur la variabilité saisonnière de ces transferts, en fonction de l'évolution des paramètres biologiques et édaphiques.

La connaissance acquise sur les processus hydrosédimentaires dans ce type de contexte permettra d'améliorer la modélisation de l'érosion à l'échelle des bassins versants. Il s'agira ici d'implémenter un module d'export de la matière solide par les réseaux de drainage agricole au sein d'un modèle d'érosion (Watersed, Landemaine, 2016) dans le but de reproduire la dynamique de transfert hydrosédimentaire observée sur le bassin versant du Louroux.

### **Profil attendu du candidat :**

Master 2 ou ingénieur spécialisé en sciences de l'environnement (au moins l'une des spécialités hydrologie/sciences du sol/géochimie des eaux). Nous recherchons un ou une doctorant(e) ayant des capacités à travailler avec rigueur sur le terrain et en laboratoire avec une grande aptitude à travailler en équipe. Des compétences en statistiques et programmation sont indispensables. Des capacités de communication et de rédaction en anglais sont également recherchées. Le permis de conduire est indispensable pour les nombreux déplacements à prévoir sur le site d'étude.

### **Encadrants, contacts :**

Olivier Cerdan (responsable de l'Unité Risque Gravitaire, BRGM)

[o.cerdan@brgm.fr](mailto:o.cerdan@brgm.fr)

Célestine Delbart (Maître de conférences, EA GÉHCo, Univ. Tours)

[celestine.delbart@univ-tours.fr](mailto:celestine.delbart@univ-tours.fr)

Sébastien Salvador-Blanes (Maître de conférences, EA GÉHCo, Univ. Tours)

[salvador@univ-tours.fr](mailto:salvador@univ-tours.fr)

### **Candidature :**

Merci d'envoyer un CV détaillé, une lettre de motivation, un relevé de notes des 2 dernières années du diplôme préparé (Master ou Ingénieur) avant le 13 juin 2018 à [salvador@univ-tours.fr](mailto:salvador@univ-tours.fr)

Une audition est à prévoir avant début juillet 2018 pour les candidats retenus.

## **Références :**

- Delbart, C. (2013). Variabilité spatio-temporelle du fonctionnement d'un aquifère karstique du Dogger. Suivis hydrodynamiques et géochimiques multifréquences. Traitement du signal des réponses physiques et géochimiques., Thèse, Université Paris Sud, 232 p.
- Delbart, C., Barbecot, F., Valdes, D., Tognelli, A., R. Purtschert, E.Fourre, Couchoux, L. Investigation of young water inflow in karst aquifers using SF6-CFC-3H/He-85Kr- 39Ar and stable isotope components. *Applied Geochemistry*, 2014. 50(0): 164-176.
- Foucher, A., 2015. Reconstruction de la cascade sédimentaire en contexte de plaine agricole drainée : Sources, voies de transfert et stockage de matière dans le bassin versant du Louroux (Indre-et-Loire). Thèse, Université de Tours, 200 p. <https://www.theses.fr/2015TOUR4031>
- Foucher, A., Laceby, P. J., Salvador-Blanes, S., Evrard, O., Le Gall, M., Lefèvre, I., Desmet, M. 2015. Quantifying the dominant sources of sediment in a drained lowland agricultural catchment: The application of a thorium-based particle size correction in sediment fingerprinting. *Geomorphology*, 250, 271-281.
- Foucher, A., Salvador-Blanes, S., Vandromme, R., Cerdan, O., Desmet, M. 2017. Quantification of bank erosion in a drained agricultural lowland catchment. *Hydrol. Processes*, 1-14
- Gillon, M., F. Barbecot, et al. (2009). "Open to closed system transition traced through the TDIC isotopic signature at the aquifer recharge stage, implications for groundwater 14C dating." *Geochimica et Cosmochimica Acta* 73(21): 6488-6501.
- Heathcote, A. J., Filstrup, C. T., & Downing, J. A. (2013). Watershed sediment losses to lakes accelerating despite agricultural soil conservation efforts. *PLoS One*, 8(1), e53554.
- Landemaine, V. 2016. Erosion des sols et transferts sédimentaires sur les bassins versants de l'Ouest du Bassin de Paris : analyse, quantification et modélisation à l'échelle pluriannuelle. Université de Rouen Normandie. Thèse. p. 223
- Le Gall, M., Evrard, O., Laceby, J.P., Foucher, A., Salvador-Blanes, S., Thil, F., Dapoigny, A., Lefèvre, I., Cerdan, O., Ayrault, S. 2016. Quantifying sediment sources in a lowland agricultural catchment pond using 137Cs activities and radiogenic 87Sr/86Sr ratios. *Science of the Total Environment*, 566-567: 968-980.
- Turtola, E., Alakukku, L., Uusitalo, R., & Kaseva, A. 2007. Surface runoff, subsurface drainflow and soil erosion as affected by tillage in a clayey Finnish soil. *Agricultural and Food Science*. 16: 332-351.
- Vandromme, R., Foucher, A., Cerdan, O., Salvador-Blanes, S. 2017. Quantification of bank erosion of artificial drainage network using LiDAR data. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 61 : 1-10.