

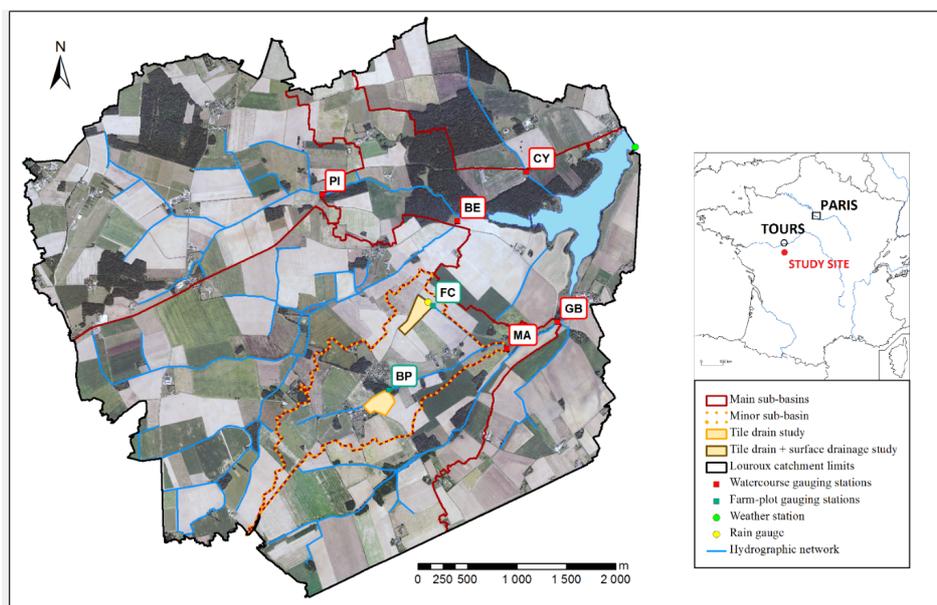
PORTFOLIO DE L'UNITÉ DE RECHERCHE N°6293 GÉOHYDROSYSTÈMES CONTINENTAUX DE L'UNIVERSITÉ DE TOURS

PORTFOLIO 1

Erosion et transferts des particules dans des cours d'eau de plaine : de l'intérêt de l'observatoire instrumenté du Louroux

Les larges modifications des paysages ruraux depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle ont eu des conséquences importantes sur les transferts hydrosédimentaires, qui se manifestent notamment par une altération morphologique généralisée des têtes de bassins en contexte agricole de plaine. Cette altération se manifeste en particulier par un colmatage et un envasement des masses d'eau, qui ne permet pas d'atteindre le bon état écologique des eaux requis par la Directive Cadre sur l'Eau. Par ailleurs, les recherches menées dans ces contextes sont rares, car ces milieux étaient considérés comme non morphogènes. La compréhension de la dynamique hydrosédimentaire au sein des plaines agricoles drainées constitue par conséquent à la fois un enjeu de recherche original, pour une meilleure compréhension des processus de transferts, et un enjeu pour la gestion de la qualité des eaux.

Le bassin versant du Louroux (Indre-et-Loire), d'une superficie de 25 km², est caractéristique des bassins versants agricoles de plaine, intensivement cultivés, et drainés. Il présente un étang datant du XI^{ème} siècle à son exutoire, d'une superficie de 52 ha (Figure 1). Il est donc possible, dans ce contexte, d'étudier les transferts hydrosédimentaires à la fois sur les versants, au sein des cours d'eau, mais également dans leur dimension historique par les archives que constituent les sédiments accumulés au fond de l'étang. Le bassin versant est labellisé dans le cadre du réseau des zones atelier (RZA, CNRS-INEE), ainsi que dans celui de l'infrastructure de recherche européenne eLTER-RI.



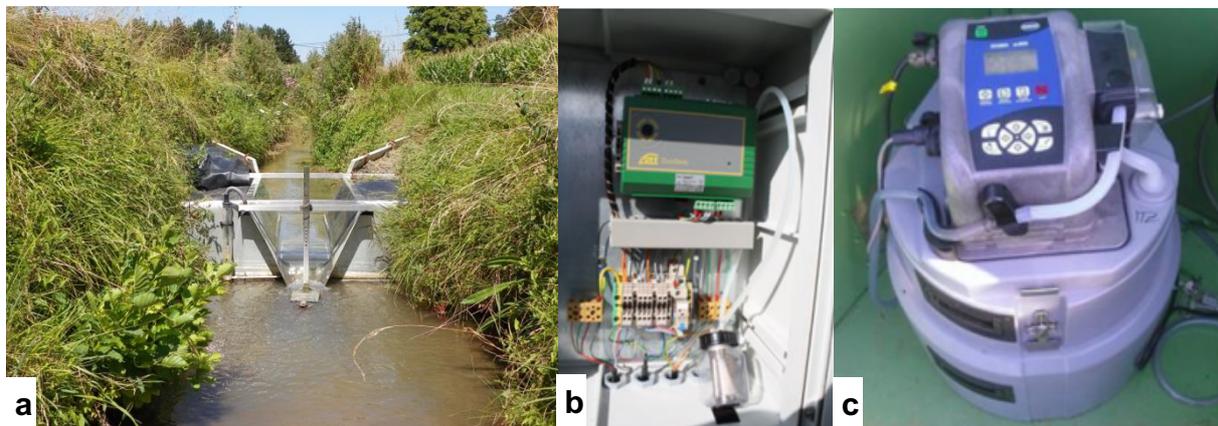
Le bassin versant du Louroux et les stations instrumentées mises en place

L'Université de Tours, le BRGM et le CEA se sont associés en 2012 afin de mener une série de projets de recherche visant à mieux comprendre cette dynamique à l'échelle du paysage. L'implication de l'Université de Tours dans un Contrat Territorial de Bassin en partenariat avec le Conseil Départemental d'Indre-et-Loire, la Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (2016-2021) a également permis de développer la dimension appliquée de ces recherches.

L'approche de recherche est multiple, et vise à étudier chacun des compartiments de mobilité de la matière solide:
(i) étude de la mise en mouvement du matériel sur les versants, liée à l'érosion de surface sur les parcelles agricoles, à l'export de matière via les réseaux de drainage, mais également par l'érosion des berges des fossés et cours d'eau.

(ii) étude des flux de matière au sein des tributaires de l'étang. (iii) étude de la dynamique de transfert de la matière à moyen terme par l'étude de la dynamique d'accumulation des sédiments au sein de l'étang. (iv) étude de la part de la matière transférée par les différentes sources (sols/draines/berges) par la méthode de fingerprinting.

Ces études se fondent sur les compétences du laboratoire GÉHCO concernant l'érosion des sols, les transferts hydrosédimentaires, et la quantification et la caractérisation des dépôts sédimentaires, et sur les partenariats scientifiques évoqués plus haut. Une instrumentation lourde et pérenne a été mise en place en 2013 et au cours des années suivantes. Elle comprend au total sept stations instrumentées : cinq stations sur cours d'eau (Figures 1 et 2a), une en sortie de drain libre, et une station en sortie de réseau de drainage superficiel et souterrain en aval de parcelle agricole (Figures 1 et 3), dont la configuration originale permet de quantifier les flux de matière sans biais lié aux écoulements dans les fossés agricoles. Les mesures effectuées à haute fréquence (1 mn) stockées sur centrale d'acquisition pour chaque site (Figure 2b) permettent de quantifier les flux et contribuent à identifier les processus de transfert de matière au travers de la caractérisation de la matière prélevée au moyen de préleveurs automatiques (Figure 2c) programmés pour effectuer les prélèvements à des périodes clé des transferts. L'instrumentation est complétée par une station météorologique permettant d'établir un lien entre les transferts et les conditions climatiques



Exemple d'instrumentation sur cours d'eau (a) canal Venturi de la stations des Masniers, (b) centrale d'acquisition, (c) préleveur automatique). Les stations sont opérationnelles depuis 2013

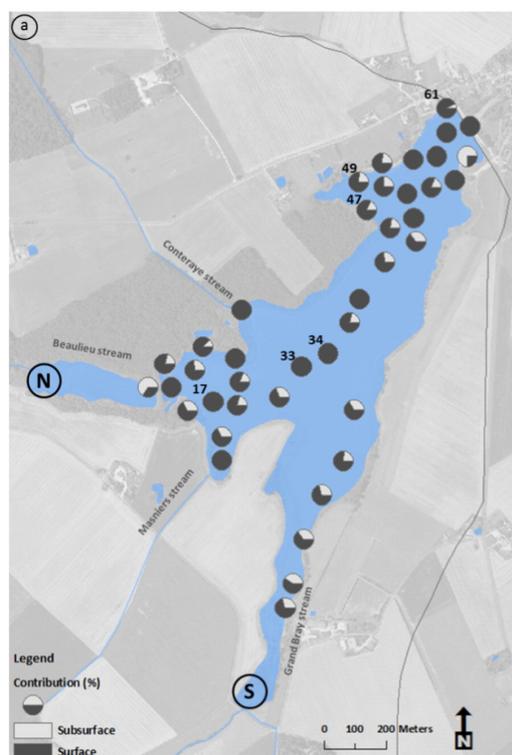
Les principaux résultats des études montrent une dynamique de transfert sédimentaire aujourd'hui 60 fois plus rapide qu'avant les changements agricoles du milieu du XXème siècle. Les transferts de matière solide au sein des cours d'eau se font en quelques crues au cours de l'année, et représentent entre 0,1 et 0,3 t/ha/an de matière issue des versants. Ces valeurs, relativement faibles, sont néanmoins suffisantes en contexte de plaine pour provoquer le colmatage et l'envasement des cours d'eau et des masses d'eau. Dans le cas de l'étang du Louroux, la vitesse actuelle d'accumulation de sédiments implique une disparition de cet étang millénaire d'ici 50 à 100 ans. L'étude des traceurs (en particulier ^{137}Cs , $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, ^7Be) permet de montrer que l'érosion issue des berges ne représente qu'une part négligeable des transferts au cours des crues, et représente au total de l'ordre de 10 à 20% des exports de matière (Figure 4), les 80 à 90% restants étant donc liés à l'érosion de surface et à l'export via les réseaux de drainage. Les études en cours en sortie de parcelle agricole semblent attester que 90% des exports de matière proviennent de l'export par les rigoles superficielles.

Au cours de la période 2016-2021, les travaux ont mené à la publication de 7 articles de rang A, 2 articles de rang B, une thèse en cours de finalisation, et 22 communications à des conférences internationales, 10 à des conférences nationales.

Ces nouvelles connaissances ont largement bénéficié aux gestionnaires, qui peuvent ainsi mieux cibler leurs actions pour limiter l'érosion au sein du bassin versant du Louroux, mais également dans tous les contextes de plaine similaires. La communication s'est faite via des présentations invitées dans différents contextes : Journée régionale des techniciens de rivière en 2017, Journée d'étude sur l'érosion, le colmatage et l'envasement (2017) ; via des supports papier de communication (Plaquette-projet Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (2019)) ; via la presse quotidienne régionale (La Nouvelle République, 2017 ; Mensuel du Conseil Départemental d'Indre-et-Loire, 2017). Enfin, la communication est également menée vers le grand public (présentation Journées de l'école buissonnière, lycée Descartes).

Les prochaines questions de recherche à adresser concernent (i) la question de la possible généralisation des observations effectuées à l'échelle parcellaire, au travers de l'identification de traceurs du transfert de la matière, (ii) la capacité à modéliser les transferts afin de disposer d'outils prédictifs, (iii) l'étude spécifique des transferts de matière organique particulière, (iv) l'étude de la variabilité spatiale et temporelle de la stabilité structurale des sols ; et enfin (v) de mieux

connaître les processus régissant la dynamique du phosphore au sein du bassin : le phosphore constitue en effet l'une des clés de la compréhension de l'eutrophisation de l'étang, cette dernière étant à l'origine de 50% de son colmatage.



Origine des sédiments transférés vers l'étang (%) : surface (sols agricoles), subsurface (berges des cours d'eau) – Le Gall et al., 2017

Publications associées sur la période 2016-2021

- Foucher, A., **Salvador-Blanes, S.**, Vandromme, R., Cerdan, O., Desmet, M., 2017. Quantification of bank erosion in a drained agricultural lowland catchment. *Hydrological Processes*, 31 : 1424-1437.
- Foucher, A., Evrard, O., Ficotola, F., Gielly, L., Poulain, J., Giguet-Covex, C., Laceby, J.-P., **Salvador-Blanes, S.**, Cerdan, O., Poulain, J. 2020. Persistence of environmental DNA in cultivated soils: implication of this memory effect for reconstructing the dynamics of land use and cover changes. *Scientific Reports*, 10:10502, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67452-1>
- Le Gall, M., Evrard, O., Laceby, J.P., Foucher, A., **Salvador-Blanes, S.**, Thil, F., Dapoigny, A., Lefèvre, I., Cerdan, O., Ayrault, S., Grangeon, T., Manière, L., Foucher, A., Vandromme, R., Cerdan, O., Evrard, O., Pene-Galland, I., **Salvador-Blanes, S.** 2017. Hydro-sedimentary dynamics of a drained agricultural headwater catchment: a nested monitoring approach. *Vadose Zone Journal* 16 (12). DOI: 10.2136/vzj2017.05.0113
- Le Gall, M., Evrard, O., Foucher, A., Laceby, J.-P., **Salvador-Blanes, S.**, Thil, F., Dapoigny, A., Lefèvre, I., Cerdan, O., Ayrault, S., 2016. Quantifying sediment sources in a lowland agricultural catchment pond using ^{137}Cs activities and radiogenic $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios. *Science of the Total Environment*, 566-567: 968-980.
- Le Gall, M., Evrard, O., Thil, F., Foucher, A., Laceby, J.-P., Manière, L., **Salvador-Blanes, S.**, Ayrault, S., 2017. Examining suspended sediment sources and dynamics during flood events in a drained catchment using stable strontium isotopes. *Chemical Geology*, 449 : 147-157.
- Le Gall, M., Evrard, O., Foucher, A., Laceby, J.-P., **Salvador-Blanes, S.**, Manière, L., Lefèvre, I., Cerdan, O., Ayrault, S. 2017. Investigating the temporal dynamics of suspended sediment during flood events with ^7Be and ^{210}Pb measurements in a drained lowland catchment. *Scientific Reports*, 7 : 42099. <https://doi.org/10.1038/srep42099>
- Vandromme, R., Foucher, A., Cerdan, O., **Salvador-Blanes, S.** 2017. Quantification of bank erosion of artificial drainage networks using LIDAR data. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 61 : 1-10.

Foucher, A., Le Gall, M., **Salvador-Blanes, S.**, Evrard, O., Cerdan, O., Laceby, J.-P., Vandromme, R., Lefèvre, I., Manière, L., Grangeon, T., Bakyono, J.-P., Desmet, M., 2017. Accroissement de la contribution des sources d'érosion aux rivières et plans d'eau (1950-2010) : le cas du Louroux (Indre-et-Loire, France). *La Houille Blanche*, 2017-6 : 11-18.

Grangeon, T., Cerdan, O., Landemaine, V., Vandromme, R., Desprats, J.-F., **Salvador-Blanes, S.**, Vanhooydonck, P., Gaillot, A., Manière, L., Pene-Galland, I., Evrard, O., Foucher, A., Ledieu, L., Simonneau, A., Ouvry, J.-F., Pak, L.T. 2020. Les observatoires du ruissellement : comprendre les processus pour améliorer les modélisations. *La Houille Blanche*, 2020-6 : 7-16