	Amine Boukra (2019-2022)
	Intitulé de la thèse : Caractérisation intégrée de la matière organique dissoute, recherche d'empreintes physico-chimiques pour tracer les sources de pollution anthropique.
	Encadrants : Matthieu Masson, Cécile Miège. (INRAE Lyon-Villeurbanne – UR RiverLy – Equipe LAMA)
	Ecole doctorale : Chimie de l'université de Lyon, ED 206

La matière organique correspond à un mélange complexe et hétérogène de molécules et macromolécules organiques¹. A l'échelle des cours d'eau, la matière organique dissoute (MOD, ensemble des composés organiques obtenus après filtration de l'eau à partir de 0.7 µm) peut provenir de différentes sources²⁻⁴. Par exemple, des sources dites allochtones, sont apportées à travers la lixiviation des surfaces perméables (apports terrigènes en fonctions des usages et occupations des sols)⁵ et également à travers le lessivage des surfaces imperméables (ruissellement urbain). D'autres apports allochtones peuvent provenir du compartiment souterrain ou bien de dépôts atmosphériques. L'activité des microorganismes dans les cours d'eau permet de produire un autre type de MOD : on parle alors de sources autochtones^{6,7}. Ainsi, l'omniprésence de la MOD lui permet de jouer un rôle primordial dans les cycles biogéochimiques et dans l'équilibre écosystémique (Figure 1). Cependant, cet équilibre est fragile et souvent rompu par des apports anthropiques de MOD. Ce type de MOD, issu de l'activité humaine^{8,9} (rejets domestiques, urbains et industriels, activités agricoles...), constitue un réel danger pour les écosystèmes aquatiques. En effet, des études ont démontré un lien entre la quantité/qualité de la MOD présente dans les cours d'eau influence la qualité des cours d'eau. Par exemple, des phénomènes d'anoxie du milieu aquatique peuvent être provoqués par la minéralisation de la MOD présente en grande quantité¹⁰.

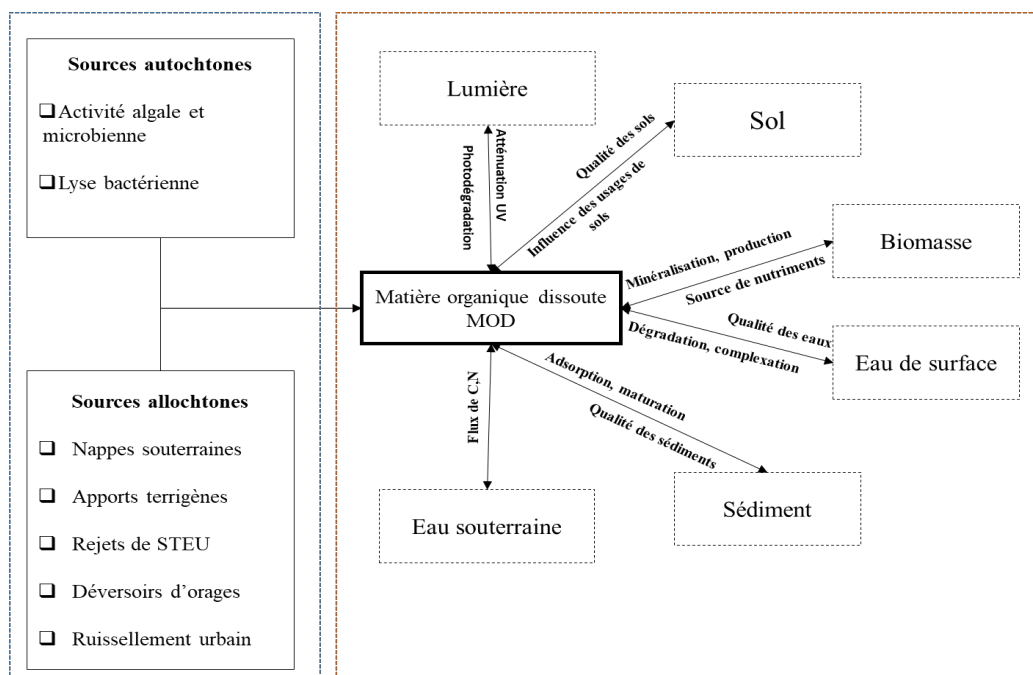


Figure 1. Les principales sources et interactions biogéochimiques de la matière organique dissoute à l'échelle d'un bassin versant.

En plus de l'aspect quantitatif, la qualité de la MOD est directement impliquée dans l'altération de la santé des écosystèmes aquatiques. Un apport anthropique de MOD est souvent lié à un transport de polluants organiques et inorganiques complexés à cette MOD¹⁰.

Dans ce contexte, l'objectif de ma thèse est d'identifier des marqueurs physico-chimiques caractéristiques de sources naturelles et anthropiques de MOD. Pour cela, mon travail consiste, dans un premier temps, à identifier et échantillonner les principales sources de MOD à l'échelle d'un bassin versant. La deuxième étape consiste à caractériser la composition de la MOD de chaque type de source en utilisant un large panel de techniques analytiques : le dosage du carbone organique dissous, l'analyse par spectroscopie UV-Visible et fluorescence 3D, l'analyse par chromatographie d'exclusion stérique couplée à la détection UV et fluorescence (HPSEC-UV/Fluo), et l'analyse par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse haute résolution (LC-HRMS). La dernière étape consiste à appliquer une série de tests statistiques (analyses classiques et multivariées) afin d'identifier des marqueurs pertinents dans la discrimination des sources sélectionnées a priori.

Des résultats préliminaires (Figure 2), montrent la pertinence de certains indicateurs optiques et moléculaires pour jouer le rôle de marqueurs et permettre de distinguer différentes sources naturelles (autochtones vs allochtones) et anthropiques (entrées vs rejets de stations de traitement des eaux usées STEU). D'autres indicateurs, ainsi que la complémentarité des techniques analytiques utilisées, sont en cours d'étude.

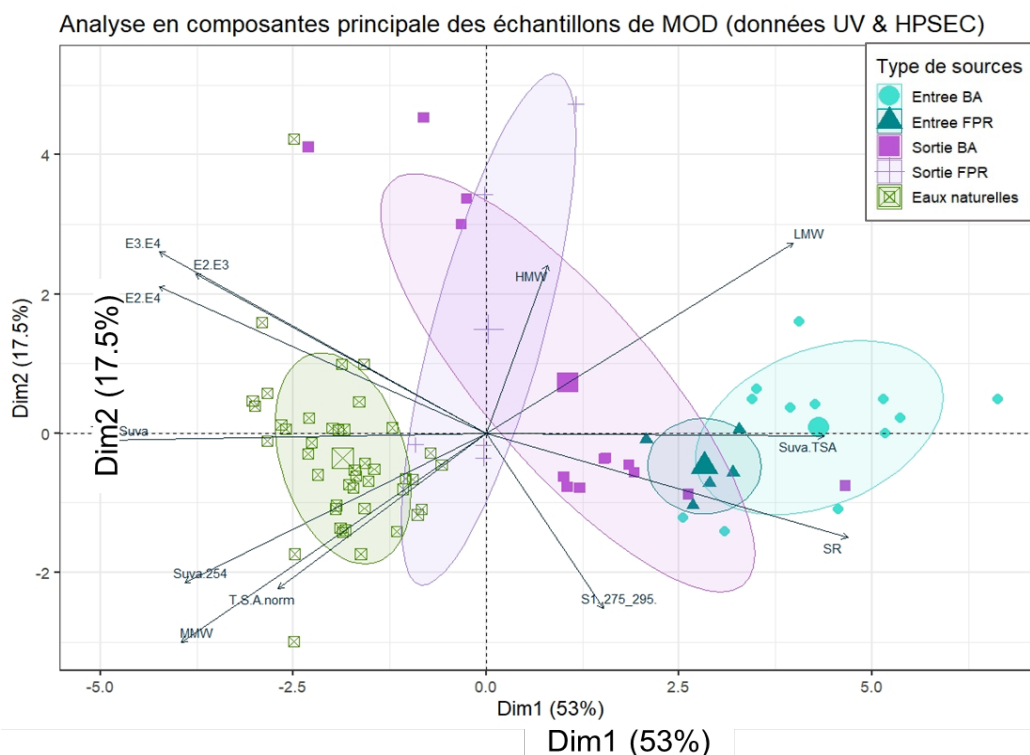


Figure 2. Analyse en composantes principales des indicateurs optiques calculés à partir de la spectroscopie UV-Visible et HSPEC-UV/Fluo. Entrée BA/Sortie BA : entrée et sortie de station de traitement d'eaux usées (STEU) de type boues activées. Entrée FPR /Sortie FPR : entrées et sorties STEU de type filtres plantés de roseaux.

Références

1. Zark, M. & Dittmar, T. Universal molecular structures in natural dissolved organic matter. *Nat. Commun.* **9**, 1–8 (2018).
2. Sanderman, J., Lohse, K. A., Baldock, J. A. & Amundson, R. Linking soils and streams: Sources and chemistry of dissolved organic matter in a small coastal watershed. *Water Resour. Res.* **45**, (2009).
3. Zsolnay, Á. Dissolved organic matter: artefacts, definitions, and functions. *Geoderma* **113**, 187–209 (2003).
4. Jeanneau, L. *et al.* Sources of dissolved organic matter during storm and inter-storm conditions in a lowland headwater catchment: constraints from high-frequency molecular data. *Biogeosciences* **12**, 4333–4343 (2015).
5. Kalbitz, K., Schmerwitz, J., Schwesig, D. & Matzner, E. Biodegradation of soil-derived dissolved organic matter as related to its properties. *Geoderma* **113**, 273–291 (2003).
6. Minor, E. C., Steinbring, C. J., Longnecker, K. & Kujawinski, E. B. Characterization of dissolved organic matter in Lake Superior and its watershed using ultrahigh resolution mass spectrometry. *Org. Geochem.* **43**, 1–11 (2012).
7. Mladenov, N. *et al.* Groundwater-surface water interactions and flux of organic matter and nutrients in an urban, Mediterranean stream. *Sci. Total Environ.* **811**, 152379 (2022).
8. Carstea, E. M., Popa, C. L., Baker, A. & Bridgeman, J. In situ fluorescence measurements of dissolved organic matter: A review. *Sci. Total Environ.* **699**, 134361 (2020).
9. Williams, C. J. *et al.* Human activities cause distinct dissolved organic matter composition across freshwater ecosystems. *Glob. Change Biol.* **22**, 613–626 (2016).
10. Aiken, G. R. 1.11 - Dissolved Organic Matter in Aquatic Systems. in *Comprehensive Water Quality and Purification* (ed. Ahuja, S.) 205–220 (Elsevier, 2014). doi:10.1016/B978-0-12-382182-9.00014-1.