

Proposition de sujet de thèse 2019

Influence des caractéristiques qualitatives et quantitatives de la matière organique sur le fonctionnement trophique de l'estuaire de Seine

Par leur positionnement en aval des bassins versants, les estuaires sont des systèmes qui accumulent les apports de matières particulaires et dissoutes naturelles et anthropiques de surfaces terrestres importantes. Etant historiquement recherchés comme sites privilégiés pour des activités anthropiques, la qualité de l'eau des estuaires était, vers la fin du vingtième siècle, mauvaise. Cette situation était quasiment la même au niveau mondial et concerne en particulier l'estuaire de Seine. Le bassin versant de la Seine inclut des terres agricoles étendues, la mégapole de Paris et des zones industrielles/portuaires autour de Rouen et Le Havre. L'estuaire de la Seine a connu un degré d'eutrophisation important pendant les années 1970-1990. Le suivi à long terme de la qualité de l'eau de Paris à Honfleur montre cependant que l'amélioration du traitement des eaux usées urbaines a conduit à une augmentation de la concentration en oxygène et une baisse des concentrations en phosphore et en ammonium.

Dans ce contexte, le projet « Seine-aval : Réseaux Trophiques Estuariens » (SARTRE) financé par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval vise à déterminer quelles sont les communautés pélagiques qui se sont installées dans l'estuaire suite à l'amélioration de la qualité de l'eau, et comment ces communautés interagissent entre elles et sont influencées par les facteurs environnementaux et physico-chimiques. Il permettra de combler le manque de connaissances sur le fonctionnement trophique dans la zone amont (d'eau douce) de l'estuaire de Seine.

La matière organique (MO) peut être scindée en deux groupes en fonction de la taille du matériel concerné : le matériel organique particulaire (MOP ; $>0.7 \mu\text{m}$) et la matière organique dissoute/colloïdale (MOD ; $< 0.7 \mu\text{m}$). La MOP et la MOD résultent d'un mélange de matières d'origines (autochtone, allochtone naturelle et anthropique) et de compositions et labilités différentes. La MO est à l'interface entre les divers producteurs primaires et les premiers consommateurs des réseaux trophiques. La quantité et la qualité de MO (i.e. composition, source, degré de dégradation, dégradabilité) vont donc directement influencer la structure et le fonctionnement de l'écosystème estuarien.

L'objectif de cette thèse, qui s'inscrit dans le cadre du projet SARTRE, sera d'évaluer l'influence des caractéristiques quantitatives et qualitatives de la MOD et de la MOP sur le fonctionnement trophique de l'estuaire de Seine. Pour ce faire, des prélèvements d'eau seront réalisés entre Poses et Honfleur en 2019 et 2020 (6 campagnes communes à tous les partenaires du projet réparties sur ces deux années, en plus de campagnes régulières basées sur les suivis réalisés par l'Agence de l'Eau Seine Normandie).

L'utilisation combinée des rapports élémentaires (C/N) et isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) du carbone et de l'azote organiques particulaires permettront de discriminer les différentes sources de MOP le long de l'estuaire. En parallèle, plusieurs familles de lipides, choisies de par leur représentativité et spécificité des différentes sources de MO dans l'estuaire seront plus

particulièrement étudiées (*n*-alcanes, acides gras, stérols/stanols, tétraéthers de glycérol). Ces différents composés chimiques constitutifs de la MOP se distinguent de par (i) leur origine (allochtone, autochtone, anthropique) et (ii) leur réactivité biologique. L'analyse de la distribution des lipides permettra d'une part de définir des empreintes spécifiques des différents apports et d'étudier la variabilité spatiale et temporelle de ces derniers dans l'estuaire. Elle permettra d'autre part d'estimer facilement la proportion de molécules labiles *vs.* réfractaires dans la fraction particulaire. Enfin, dans la fraction dissoute, outre la teneur en carbone organique dissous (COD), les propriétés optiques de la MOD (absorbance UV-Visible et fluorescence 3D) seront déterminées pour l'ensemble des échantillons après filtration de l'eau et permettront d'obtenir des informations sur ses sources, son degré de transformation et ses propriétés générales (taille, aromaticité, dégradabilité...). Une méthodologie originale de fractionnement par couplage flux/force avec flux asymétrique (Asymmetric-Flow Field-Flow Fractionation – AF4), qui offre de nouvelles perspectives dans la caractérisation des phases colloïdales de la MOD, sera également mise en œuvre.

Ces travaux permettront notamment d'enrichir les connaissances sur le rôle joué par la MOD et la MOP, et la variabilité de leurs caractéristiques, sur la répartition spatio-temporelle des populations, la qualité de l'eau et la régulation de la chaîne trophique phytoplancton-zooplancton-suprabenthos.

- **Laboratoires d'accueil :**

METIS UMR 7619, Sorbonne Université

Tour 56/66 4^{ème} étage, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05

et

EPOC-LPTC UMR 5805, Université de Bordeaux

351 cours de la Libération, 33405 Talence cedex

- **Co-directeurs de thèse :**

Arnaud Huguet, CR CNRS, UMR METIS (arnaud.huguet@sorbonne-universite.fr)

Edith Parlanti, CR CNRS, UMR EPOC-LPTC (edith.parlanti@u-bordeaux.fr)

- **Compétences requises :**

Le candidat sera issu d'un master en chimie analytique, chimie de l'environnement ou géosciences. Des compétences en géochimie organique seront un atout. Le candidat sera amené à participer aux campagnes d'échantillonnage et devra être motivé par le terrain.

- **Modalités de candidature :**

Les candidats intéressés enverront leur CV, lettre de motivation et derniers relevés de notes (M1 et M2) à Arnaud Huguet et Edith Parlanti avant le 1er mai 2019. Le sujet est proposé dans le cadre du concours des écoles doctorales 398 (Sorbonne Université) et 40 (Université de Bordeaux).

Estuaries, by their positioning downstream of watersheds, accumulate inputs of natural and anthropogenic particulate and dissolved matters derived from terrestrial areas. As they are historically preferential sites for anthropogenic activities, the estuarine water quality was, at the end of the last century, poor. This situation was roughly the same all over the world, and especially in the Seine Estuary. The Seine watershed includes widespread agricultural lands, Paris megalopolis and industrial/port zones around Rouen and Le Havre. The Seine Estuary was highly eutrophized between 1970-1990. Nevertheless, the long term monitoring of water quality between Paris and Honfleur shows that the improvement of urban waste water treatment has led to an increase of oxygen concentration and a decrease of phosphorus and ammonium contents.

In this context, the project “Seine-aval: Réseaux Trophiques Estuariens” (SARTRE) funded by the Seine-Aval Agency aims to determine which pelagic communities settled in the estuary after the improvements in water quality and how these communities interact between each other and are influenced by environmental and physicochemical factors. It will fill the lack of knowledge on the trophic functioning in the upstream (freshwater) zone of the Seine Estuary.

Organic matter (OM) can be divided into two groups based on the size of the corresponding material: particulate organic matter (POM; $> 0.7 \mu\text{m}$) and colloidal/dissolved OM (DOM; $< 0.7 \mu\text{m}$). DOM and POM result from the complex mixing of material of different origins (autochthonous, allochthonous and anthropogenic), composition and lability. OM is at the interface between the various primary producers and the first consumers of the trophic chains. Therefore, the amount and quality of OM (i.e. composition, source, degradability) can directly influence the structure and functioning of the estuarine ecosystem.

The aim of this PhD thesis, which comes within the scope of the SARTRE project, will be to assess the influence of qualitative and quantitative characteristics of DOM and POM on the trophic functioning of the Seine Estuary. To this end, water samples will be collected between Poses and Honfleur in 2019 and 2020 (6 sampling campaigns over the two years, in addition to regular campaigns based on the monitoring achieved by the Agence de l’Eau Seine Normandie).

Elemental (C/N) and isotopic ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) ratios of particulate organic C and N will be combined to discriminate the different POM sources along the estuary. In parallel, several families of lipids, chosen for their representativity and specificity of the different OM sources along the estuary (e.g. *n*-alkanes, fatty acids, sterol/stanols, GDGTs), will be investigated. These different compounds constituting POM can be distinguished based on (i) their origin (allochthonous, autochthonous, anthropogenic) and (ii) biological reactivity. The analysis of lipid distribution will allow defining specific fingerprints of the different inputs and studying the spatial and temporal variability of the latter in the estuary. It will also be used to assess the proportion of labile vs. refractory compounds in the particulate fraction. In the dissolved fraction, optical properties of DOM (UV-visible absorbance and 3D fluorescence) will be determined in addition to dissolved organic carbon (DOC) content after water filtration and will provide information on its sources, transformation degree and general properties (size, aromaticity, degradability...). An original methodology – Asymmetric-Flow Field-Flow Fractionation (AF4) – will also be applied to water samples and offers new perspectives in the characterization of DOM colloidal phases.