

Caractérisation de la matière organique naturelle et de ses interactions sur le devenir des micropolluants

Elodie Moreau-Guigon^{1*}, Katell Quenea^{2*}, Alienor Allain², Fabrice Alliot¹

¹EPHE, PSL Research University, UPMC Univ Paris 06, UMR METIS, UPMC/CNRS/EPHE, 75005, Paris, France. Elodie.moreau-guigon@upmc.fr

²Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UPMC/CNRS/EPHE, UMR METIS, 75005, Paris, France Katell.Quenea@upmc.fr

* personne à contacter

Résumé

Les interactions entre les micropolluants et la matière organique ont été étudiées au niveau du sol, des sédiments et des banquettes de trois sites sur la rivière Orge. Ce bassin versant ayant un fort gradient d'urbanisation, ces trois sites présentent des caractéristiques contrastées (milieu agricole/rural, milieu urbain).

Lors de la première campagne (février 2016), des mesures de HAP et de phtalates ont été effectuées. En parallèle, la composition lipidique de la matière organique a été déterminée. Ces résultats préliminaires semblent indiquer une relation entre la teneur en phtalates et la teneur en lipides des échantillons, mais aucun lien n'a pu être établi entre les HAP et la teneur en lipides.

Ces résultats restent à consolider et à confirmer par les prochaines campagnes et par l'analyse de micropolluants complémentaires et de la fraction non extractible de la matière organique.

1 Introduction

Une multitude de composés chimiques se disperse dans les différents compartiments de l'environnement lors de leur cycle de vie. En effet, ces substances peuvent être émises lors de leur fabrication, leur utilisation et leur fin de vie dans différents milieux tels que l'eau, l'air ou les sols. En fonction des propriétés physico-chimiques de molécules, celles-ci se dispersent entre les compartiments, se dégradent (biotique ou abiotique) ou se stockent dans les sols par adsorption sur la matière organique ou l'argile. Or la nature de la matière organique naturelle (MON) varie, en particulier d'amont en aval d'un cours d'eau et de façon saisonnière. De plus, les activités anthropiques induisent non seulement des apports de micropolluants mais aussi de MO allochtone. L'objectif de ce projet est d'améliorer les connaissances sur les relations entre MON et micropolluants. D'une part, il s'agira d'étudier certains processus à l'origine de la contamination d'un cours d'eau à fort gradient d'urbanisation en identifiant les principales sources de contamination et en examinant le rôle de la MON dans le devenir des contaminants (transfert et dégradation).

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à une des composantes de la matière organique : les lipides du fait de leur nature hydrophobe. De plus, les lipides sont de bons biomarqueurs puisqu'ils montrent une résistance importante à la biodégradation (Dinel et al. 1990) et ils fournissent des informations sur la nature et l'origine de la matière organique des sols (Cranwell et al. 1982).

2 Matériels et méthodes

2.1 Sites de prélèvements

Dans le cadre de ce projet, le bassin étudié est celui de l'Orge au Sud-Ouest de la région parisienne, dans le bassin versant de la Seine. Ce bassin versant présente un fort gradient d'urbanisation permettant d'avoir des sites de prélèvements contrastés. Les prélèvements ont été réalisés en trois lieux relativement éloignés : le gué d'Orge (S^t Martin de Bréthencourt), Morsang-sur-Orge, ainsi qu'à l'aval de Juvisy-sur-Orge (Figure 1). Le premier site se situe en milieu agricole en tête de bassin versant alors que les deux autres sites sont à l'aval d'une zone urbaine.

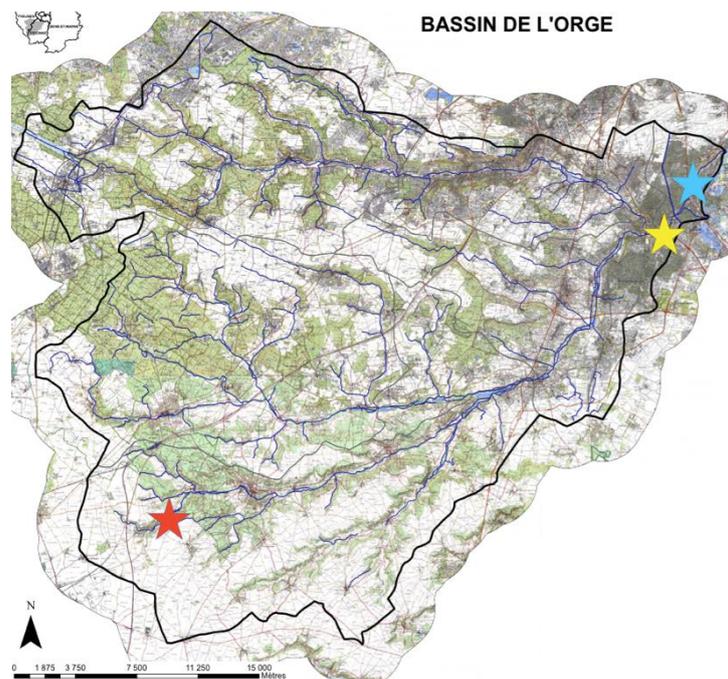


Figure 1 : Carte du bassin versant de l'Orge et des points de prélèvements au Gué d'Orge (rouge), à Morsang-sur-Orge (jaune) et à Juvisy-sur-Orge (bleu). (SAGE Orge-Yvette, 2014)

À chaque site, quatre prélèvements ont été faits : l'eau, les sédiments et la banquette (sédiments exondés) de la rivière et le sol autour du cours d'eau. Deux campagnes ont déjà eu lieu : la première en février 2016 en période de hautes eaux et la seconde en octobre 2016 en période d'étiage. Ce rapport présente les résultats de la première campagne.

2.1.1 Description des sites de prélèvements

Le Gué d'Orge se trouve en forêt mais est entouré de champs agricoles. Le cours d'eau est très peu large (1,5-2 m) et peu profond. La banquette est relativement large comparée aux deux autres sites de prélèvement.

Le site de Morsang-sur-Orge est situé dans le parc communal du Séminaire. À l'aval du point de prélèvement, les eaux pluviales de l'autoroute A6 sont directement rejetées dans l'Orge, sans traitement préalable (SIVOA, 2011). Lors des prélèvements, la banquette était très humide, voire saturée en eau, probablement dû au fait que les jours précédents furent pluvieux.

Les prélèvements de Juvisy-sur-Orge ont été faits à l'aval de la ville de Juvisy-sur-Orge, au niveau du lycée Marcel Pagnol. Le cours d'eau étant très large et relativement profond, les prélèvements de sédiments ont été faits en bordure de rivière. Pour les prélèvements de sols, nous avons prélevé des échantillons de sols dans une partie arborée (classée zone naturelle sensible) davantage préservée et proche du site, les berges étant fortement remaniées.

2.1.2 Protocole des prélèvements

L'eau de la rivière a été prélevée directement dans un flacon de 5 L en aluminium.

Les prélèvements de sédiments ont été faits au fond de la rivière pour les trois sites. Cependant, du fait des profondeurs et largeurs du cours d'eau dans certains cas, les prélèvements de sédiments ont dû être effectués proche de la rive.

Les banquettes correspondent à la partie du cours d'eau qui n'est que saisonnièrement immergée. Les banquettes se forment donc lorsque les eaux sont hautes. Étant colonisées par la végétation en période d'étiage, le courant est moins important qu'au centre du lit, ce qui permet le dépôt des particules plus fines telles que les limons et argiles.

Les prélèvements de sols ont été faits aux alentours du cours d'eau. À chaque fois, au minimum deux prélèvements à la tarière ont été effectués sur des sols non remaniés.

Afin de mesurer la matière organique et les micropolluants, chaque prélèvement a été effectué en dupliquas. Les échantillons voués à l'étude des micropolluants organiques ont été conservés dans des récipients en verre tandis que ceux voués à l'étude de la matière organique, ont été conservés dans des barquettes en aluminium.

2.2 Traitements des échantillons

De retour au laboratoire, les échantillons solides ont été congelés, puis lyophilisés. Pour les micropolluants, l'eau a été extraite par extraction liquide-liquide à l'aide d'un mélange hexane-dichlorométhane dans les 48h après prélèvement. Une partie de l'eau a été filtrée afin d'analyser les micropolluants et la matière organique sur les MES. Les filtres ont été congelés pour un traitement ultérieur.

Pour l'analyse des micropolluants, les échantillons ont été tamisés à 1 mm, puis 1g environ a été extrait par ASE (extraction accélérée par solvant) avec un mélange dichlorométhane : acétone (1 : 1).

Pour l'analyse de la matière organique du sol, les échantillons ont été broyés mécaniquement pendant 3 minutes à 450 rotations par minute, puis 10 g environ ont été extraits par ASE avec un mélange dichlorométhane : méthanol (2 : 1).

Une fois extraits, les échantillons sont concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif ou sous flux d'azote.

2.2.1 Analyse des micropolluants

Avant analyse des micropolluants, les extraits ont été purifiés avec du cuivre puis sur une colonne de Florisil Superclean (MgO-SiOH) (Alliot et al, 2014). À ce jour, les échantillons solides ont été analysés pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les phtalates (PAE). Pour l'analyse des HAP, une seconde purification a été réalisée sur une colonne de silice-alumine. Les HAP et les PAE sont analysés par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS).

2.2.2 Analyse de la matière organique

Dans un premier temps, le pourcentage de lipides dans chaque échantillon a été calculé grâce aux mesures par pesée. Les extraits ont été dérivés à l'aide du bis(triméthylsilyl)trifluoroacétamide (BSTFA). Ensuite la composition lipidique des extraits a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse.

2.2.3 Analyse élémentaire

Afin de compléter nos mesures, une analyse élémentaire a été réalisée. Les teneurs en carbone et azote organique ont été déterminées à l'aide d'un analyseur élémentaire (EA) couplé à un spectromètre de masse isotopique (IRMS).

3 Résultats de la première campagne (Février 2016)

Cette partie présente les résultats préliminaires de la première campagne qui a eu lieu en février 2016.

3.1 Micropolluants organiques

3.1.1 HAP

Les teneurs en HAP (Somme des 16 HAP) varient de 305 ng/g dans les sédiments prélevés au Gué d'Orge à 27 648 ng/g dans les sols prélevés à Juvisy-sur-Orge (Figure 2). De plus, les échantillons prélevés à Juvisy-sur-Orge sont toujours les plus concentrés, et ceux du Gué d'Orge les moins concentrés.

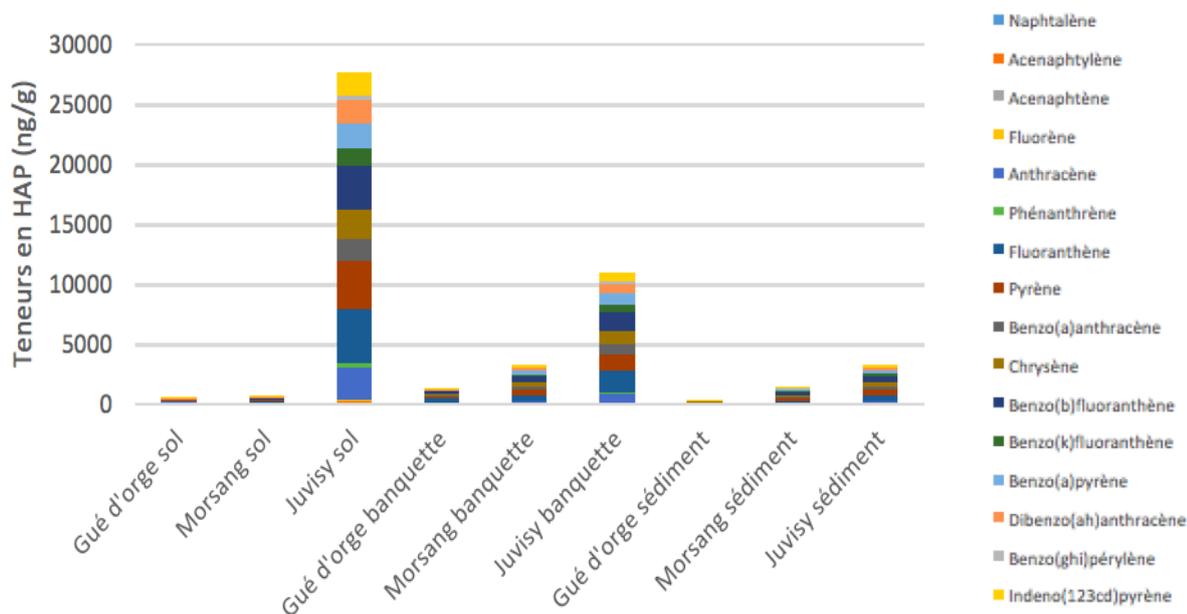


Figure 2 : Teneurs en HAP dans le sol, les sédiments et la banquette sur les 3 sites

Enfin, les teneurs dans les banquettes de Morsang-sur-Orge et du Gué d'Orge (respectivement 3 305 ng/g et 1 232 ng/g) sont plus importantes que dans les sédiments (1 381 ng/g et 305 ng/g) et les sols (603 ng/g et 429 ng/g). En revanche, à Juvisy-sur-Orge, les sols sont beaucoup plus concentrés que les banquettes et les sédiments.

Les HAP les plus abondants sont le fluoranthène, le pyrène, l'anthracène, le chrysène, le phénanthrène et le benzo(b)fluoranthène.

3.1.2 Phtalates

Les teneurs en phtalates varient entre 32 ng/g dans les sols du Gué d'Orge à 4 822 ng/g dans les sédiments de Juvisy-sur-Orge (Figure 3). Dans les sols et les sédiments, le site de Juvisy-sur-Orge présente des teneurs en phtalates plus importantes (respectivement 979 et 4 822 ng/g) que Morsang-sur-Orge (967 et 1 531 ng/g) et que le Gué d'Orge (32 et 358 ng/g).

En revanche, les banquettes ont une répartition différente puisque les teneurs les plus élevées avec 2 155 ng/g de phtalates sont mesurées à Morsang-sur-Orge.

Les PAE présents sont le BBP, le DEHP, le DnOP, le DiNP et le DiDP, avec des abondances plus importantes en DEHP, BBP, DiNP et DiDP.

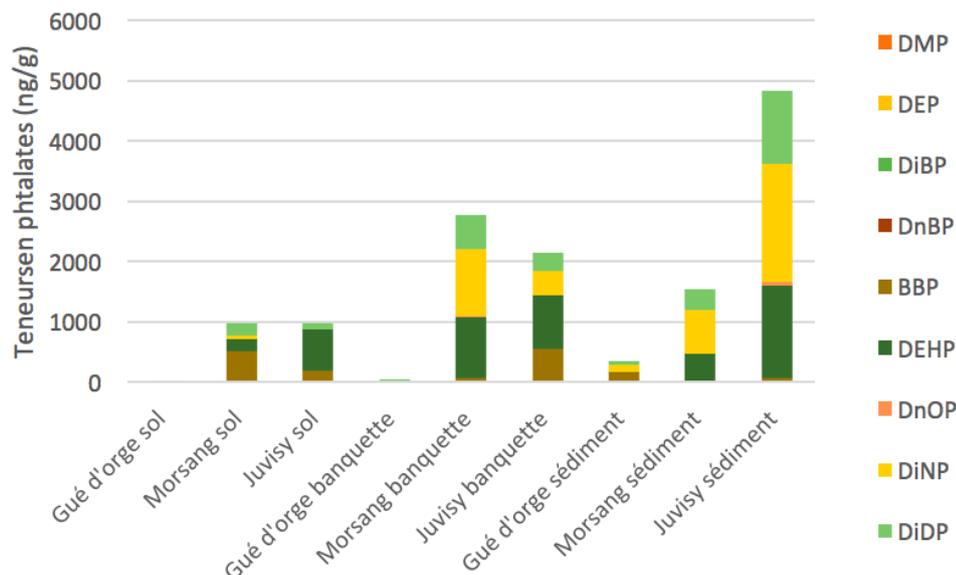


Figure 3 : Teneurs en PAE dans le sol, la banquette et les sédiments

3.2 La matière organique

3.2.1 Azote et carbone organique

Les teneurs en C_{org} varient entre 7,94 % pour les sédiments de Juvisy-sur-Orge à 1,39 % dans les sédiments de Morsang-sur-Orge (Figure 4). Les sols, les banquettes, ainsi que les sédiments sont plus concentrés en C_{org} à Juvisy-sur-Orge (respectivement 5,87 %, 4,68 % et 7,94 %). Pour les sols et les banquettes, le site de Morsang-sur-Orge est plus concentré en C_{org} que celui du Gué d'Orge, tandis que pour les sédiments, la tendance est inverse.

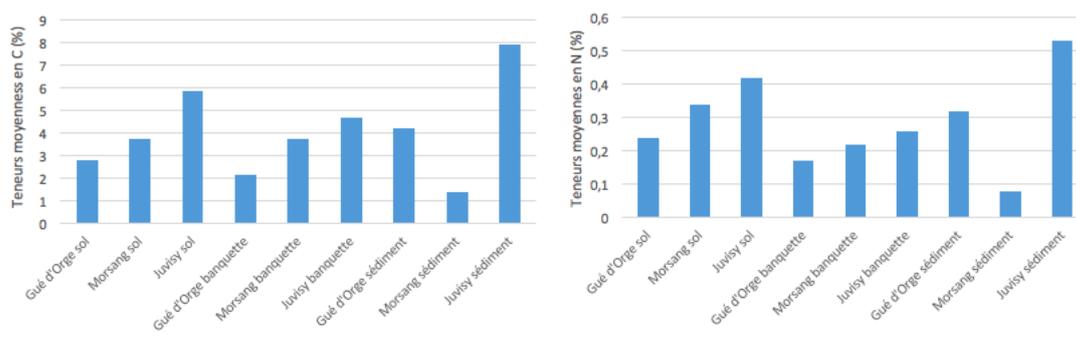


Figure 4 : Teneurs moyennes en C_{org} (%) et en N_{org} (%)

Les teneurs en azote varient entre 0,08 % dans les sédiments de Morsang-sur-Orge et 0,53 % dans les sédiments de Juvisy-sur-Orge. La répartition est très similaire à celle du C_{org} . Les sols, les banquettes et les sédiments les plus concentrés proviennent du site de Juvisy-sur-Orge. Pour les sols et les banquettes, le site de Morsang est plus concentré en azote que le Gué d'Orge, tandis que pour les sédiments, le Gué d'Orge est plus concentré en azote que Morsang-sur-Orge.

3.2.2 Les lipides

Masses lipidiques

Les teneurs en lipides varient de 0,06 % pour la banquette du Gué d'Orge à 1,74 % pour les sédiments de Juvisy-sur-Orge (Figure 5).

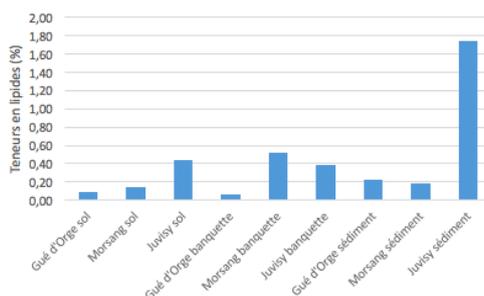


Figure 5 : Teneurs en lipides (%)

Pour les sols, les teneurs sont plus élevées à Juvisy-sur-Orge (0,44%) qu'à Morsang-sur-Orge (0,14 %) et au Gué d'Orge (0,09 %). Dans les banquettes, la teneur en lipides est beaucoup plus faible au Gué d'Orge que sur les deux autres sites d'études. La teneur en lipides la plus élevée correspond au site de Juvisy-sur-Orge. La teneur dans les sédiments à Juvisy-sur-Orge est beaucoup plus importante, tandis que les deux autres sites ont environ les mêmes teneurs. (0,18 et 0,22 %).

Caractérisation lipidique

La caractérisation des lipides a permis de mettre en évidence que les principaux composés sont les acides carboxyliques et les alcools. Le Tableau 1 permet de comparer les différents prélèvements.

		Distribution	Dominance	Prédominance paire/impaire	C20+/C20-
Acide	Juvisy sol	C16-C32	C24-C26-C28	+++	++
	Juvisy banquette	C16-C32	C24-C26-C28	+++	++
	Juvisy sédiment	C14-C30	C16-C18	+	+/-
	Morsang sol	C16-C32	C24-C26	+	++
	Morsang banquette	C14-C30	C24	++	+/-
	Morsang sédiment	C14-C30	C16-C18	++	-
	Gué d'Orge sol	C16-C30	C28	++	++
	Gué d'Orge banquette	C14-C30	C16	++	+/-
Gué d'Orge sédiment	C14-C30	C24-C26-C28	++	+	
Alcool	Juvisy sol	C22-C32	C26	+++	+++
	Juvisy banquette	C22-C30	C26	+++	+++
	Juvisy sédiment	C22-C32	C26-C28	++	+++
	Morsang sol	C22-C30	C26	+	+++
	Morsang banquette	C22-C30	C26	+	+++
	Morsang sédiment	C22-C30	C26	++	+++
	Gué d'Orge sol	C22-C30	C26-C28-C30	++	+++
	Gué d'Orge banquette	C22-C30	C28-C30	+++	+++
	Gué d'Orge sédiment	C22-C30	C26-C28	+++	+++

Tableau 1 : Compositions lipidiques des échantillons prélevés (lipides à fonctions acide et alcool)

- La colonne « distribution » liste les bornes de distribution des lipides pour chaque échantillon.
- La colonne « dominance » décrit le ou les pics majoritaires de la distribution de chaque échantillon.
- La colonne « prédominance paire/impaire » décrit de façon qualitative le ratio entre les lipides à chaînes carbonées paires et leurs homologues à chaîne carbonée impaire.
- Enfin, la colonne « C20+/C20- » décrit de façon qualitative également le rapport entre les lipides à chaîne carbonée plus longue que 20 carbones, et ceux à chaîne carbonée moins longue que 20 carbones.

Lors de cette première campagne, les trois sites ont des distributions et dominances comparables dans les matrices, à l'exception des sédiments de Juvisy-sur-Orge et de Morsang-sur-Orge, ainsi que les banquettes du Gué d'Orge. En effet, la majorité des échantillons ont une dominance d'acides à longues chaînes carbonées, tandis que les trois échantillons cités précédemment ont une dominance d'acides à chaînes carbonées courtes.

La prédominance paire/impaires suit une tendance similaire pour les acides comme pour les alcools : elle est plus importante dans les matrices de Juvisy-sur-Orge. Morsang-sur-Orge est le site dont les matrices ont les moins fortes prédominances en paire/impaires pour les deux types de lipides.

Les ratios C20+/C20- des acides sont similaires pour les sols. En revanche, la banquette semble avoir un ratio plus important en C20+/C20- à Juvisy-sur-Orge. Ce ratio est faible dans les sédiments de Juvisy-sur-Orge, et encore plus dans ceux de Morsang-sur-Orge, et à l'inverse semble un peu plus élevé au Gué d'Orge.

4 Discussion

4.1 Les micropolluants organiques

4.1.1 Les HAP

Les quatre HAP les plus abondants correspondent aux HAP les plus émis dans l'atmosphère au monde (Motelay-Massei, 2003). Les teneurs en HAP lourds (plus de 3 cycles) sont plus importantes que les teneurs des HAP légers (moins de 3 cycles). En effet, les ratios des HAP légers par rapport aux HAP lourds varient entre 0,01 pour les sédiments du Gué d'Orge à 0,6 pour les sols du même site. Les valeurs du ratio pour les autres sites sont intermédiaires.

Les HAP légers sont plus facilement transportables du fait de leurs propriétés physicochimiques, ils auront davantage tendance à être lessivés (solubilité plus importante), ou se volatiliser (constante de Henry plus élevée). De plus, leur constante K_{ow} étant moins élevée, ils auront moins tendance à s'adsorber à la matière organique, et donc seront plus mobiles et lessivables. À l'inverse, les HAP lourds auront tendance à s'accumuler dans les sols et sédiments à proximité de leur source d'émission.

Afin de déterminer l'origine des HAP des échantillons, les sources d'émission possibles à proximité ont été recherchées. Il s'avère que le site de prélèvement de Juvisy-sur-Orge se trouve à proximité d'un ancien site de dépôt de produits pétroliers, qui fut actif de 1890 à 1982, et un terrain vague par la suite. Ce site est en cours de traitement de dépollution depuis 2011 seulement (Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie, 2011). Il se trouve en haut d'un plateau à pente relativement faible (Figure 6).

De plus, de part et d'autre du site de Juvisy-sur-Orge, il existe des chaufferies collectives par combustion de biomasses, dont la somme des puissances est de 1920 kW. Les deux utilisent des plaquettes forestières en guise de combustible (ADEME, 2015). Enfin, il est également important de ne pas oublier la pollution chronique telle que celle due aux véhicules.

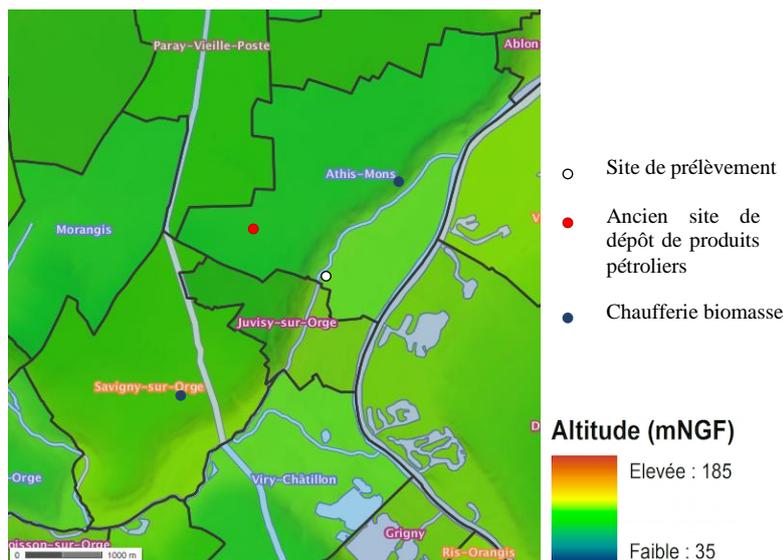


Figure 6 : Carte descriptive du site de prélèvements de Juvisy

En considérant que les sources de HAP se situent à proximité de nos sites et que les ratios moléculaires observés seraient proches de ceux de leur source, différents ratios ont été calculés pour comprendre l’origine des HAP. En effet, Yunker et al. en 2002 ont combiné certains teneurs en HAP d’échantillons afin de permettre la détermination de l’origine de la pollution. Ces ratios doivent être utilisés comme indicateurs, puisqu’il s’agit des résultats d’une seule campagne.

Les ratios $FLU/(FLU+PYR)$ étant tous supérieurs à 0,5 et le ratio $BaA/(BaA+CHR)$ supérieur à 0,35, les HAP détectés seraient majoritairement issus de la combustion de bois, de charbon et d’herbe (Figure 7).

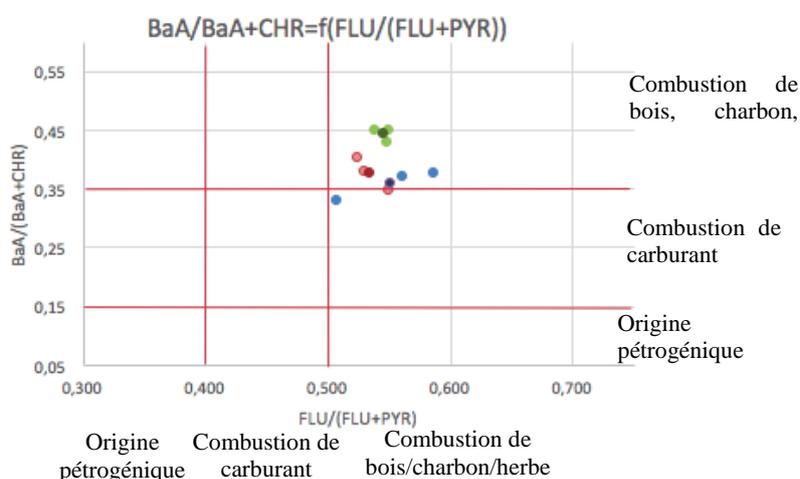


Figure 7 : Ratios croisés de $BaA/(BaA+CHR)$ et $FLU/(FLU+PYR)$ pour le Gué d’Orge (bleu), Morsang-sur-Orge (rouge) et Juvisy-sur-Orge (vert).

D’autres rapports indiquent une tendance similaire : le croisement de ratios $IcdP/(IcdP+BghiP)$ et $FLU/(FLU+PYR)$ indique que les HAP présents dans les échantillons seraient d’origine mixte entre pyrolytique et pétrogénique. Le croisement $ANT/(ANT+PHE)$ et $FLU/(FLU+PYR)$ indique que ces sources seraient plutôt d’origine pyrolytique.

Ces résultats restent à confirmer lors des prochaines campagnes.

4.1.2 Les phtalates

Bien qu'également d'origine anthropique, les sources des phtalates diffèrent de celles des HAP. Les teneurs en phtalates permettent de confirmer l'impact de l'activité anthropique sur la rivière : Juvisy-sur-Orge se trouve en aval du bassin versant de l'Orge (Fig. 21), et les eaux de la rivière sont donc le résultat du lessivage de tout le bassin, y compris la zone urbaine. Morsang-sur-Orge, situé plus en amont présente également des valeurs importantes, mais bien inférieures à celles de Juvisy-sur-Orge. Enfin, les sédiments du Gué d'Orge, situé plus à l'amont, ont des teneurs beaucoup plus faibles que les deux autres.

Le gradient urbain est donc traduit par une augmentation des teneurs dans les sédiments.

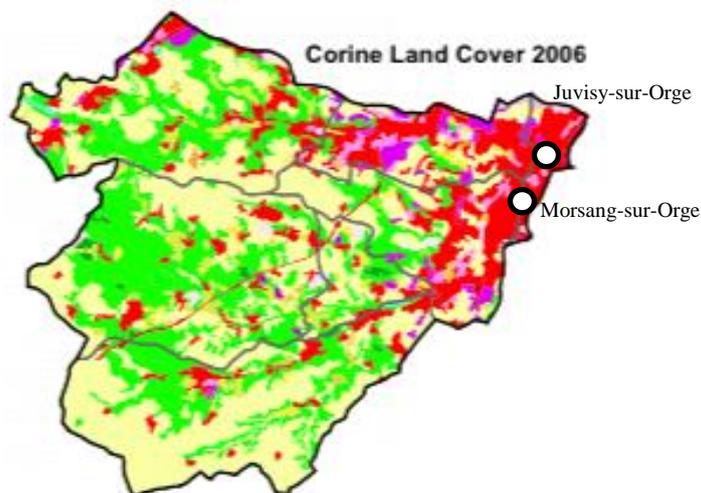


Figure 8 : Occupation du sol selon la classification Corine Land Cover de 2006 avec l'occupation urbaine (rouge), l'occupation forestière (vert) et l'occupation agricole (jaune) (SAGE Orge-Yvette, 2014).

Les valeurs de teneurs en phtalates sont dans les gammes de celles trouvées dans les sédiments de la Seine de façon générale pour Morsang-sur-Orge et le Gué d'Orge (Dargnat, 2008, Levet et al, 2008), mais sont supérieures pour les sédiments de Juvisy-sur-Orge, comme le montre l'exemple du DEHP. De plus, la teneur dans les sédiments de Juvisy-sur-Orge est similaire à celle observée en 2006 à proximité du site d'étude (<4,72 mg/kg PS) (Levet et al., 2008).

Les teneurs dans les banquettes sont importantes à Morsang-sur-Orge et à Juvisy-sur-Orge. En période de hautes eaux, les concentrations en phtalates dans les eaux sont beaucoup plus importantes (PIREN-Seine, 2009). De plus, à ce moment, les banquettes sont inondées. Les phtalates étant hydrophobes, il est probable qu'ils soient adsorbés sur les matières en suspension et les minéraux, mais également qu'ils soient en partie transportés plus en surface, et qu'ils s'adsorbent au contact des berges et banquettes.

Les teneurs similaires dans les sols de Juvisy-sur-Orge et de Morsang-sur-Orge peuvent quant à elles provenir du lessivage des surfaces et du ruissellement. Il est également possible que ces teneurs proviennent aussi des retombées atmosphériques. En effet, les émissions en phtalates étant liées aux activités anthropiques, leurs concentrations sont plus importantes à proximité des zones urbaines.

Enfin, la répartition des différents phtalates est cohérente avec les taux d'utilisation de ceux-ci : le DEHP et le BBP sont grandement employés dans de nombreux domaines tels que les produits de l'automobile, mais entrent également dans la composition de produits en PVC (jusqu'à 50%), tels que les revêtements de sols et de toiture (rapport PIREN-Seine, 2009). Le DiNP et le DiDP sont des produits de remplacement du DEHP.

Les phtalates les plus légers sont très rarement décelés, ceux-ci étant les plus solubles et les plus volatils, ils sont moins adsorbés / retenus dans les sédiments et les sols.

4.2 La matière organique

4.2.1 Azote et carbone organique

Les différentes matrices ont des compositions différentes. Les sédiments ont tendance à être de plus en plus riches en azote qu'en carbone d'amont en aval, contrairement aux banquettes (Figure 9).

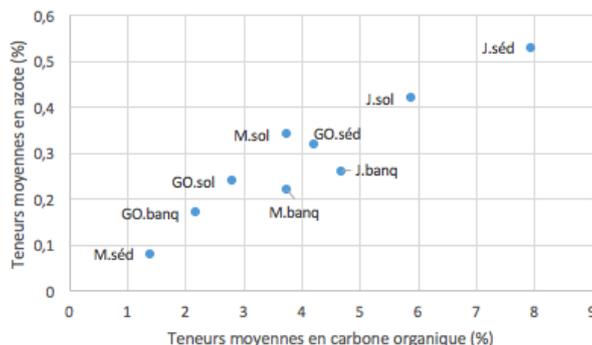


Figure 9 : Teneur en azote (TN) en fonction de la teneur en carbone organique (TOC)

4.2.2 Les Lipides

La dominance de longues chaînes carbonées dans la distribution des acides indique que les lipides proviennent majoritairement de plantes supérieures (Wannigama et al., 1981). De plus, les homologues acides à longue chaîne carbonée sont également typiques de cires épicuticulaires de végétaux supérieurs (Van Bergen et al., 1997). À l'inverse, une dominance de chaîne carbonée courte dans la distribution des acides indique la contribution de bactéries et d'algues. Ceci est observé dans les échantillons de sédiments de Juvisy-sur-Orge et de Morsang-sur-Orge, mais pas du Gué d'Orge. En revanche, cette dominance est observée dans les banquettes du Gué d'Orge.

De plus, la dominance d'acides pairs par rapport aux impairs permet de déterminer l'avancement de la dégradation des lipides (Quénéa et al., 2004). Les banquettes à Juvisy-sur-Orge sont peu dégradées et davantage dégradées à Morsang-sur-Orge et au Gué d'Orge.

Les lipides présents dans les sédiments sont le résultat d'une contribution majoritairement bactérienne et alguaire, sauf au Gué d'Orge où les lipides proviennent majoritairement de végétaux supérieurs. Les sédiments sont plus dégradés que les sols et banquettes, et d'autant plus à Juvisy-sur-Orge.

4.3 Lien entre la matière organique et les micropolluants organiques

Du fait de leur hydrophobicité commune, existe-il un lien entre les teneurs en micropolluants organiques et en lipides ?

Dans un premier temps, les teneurs en C (%) et les teneurs en micropolluants organiques ont été corrélées. Le carbone organique est considéré comme représentatif de la matière organique, car largement majoritaire par rapport aux autres éléments de celle-ci (Figure 10).

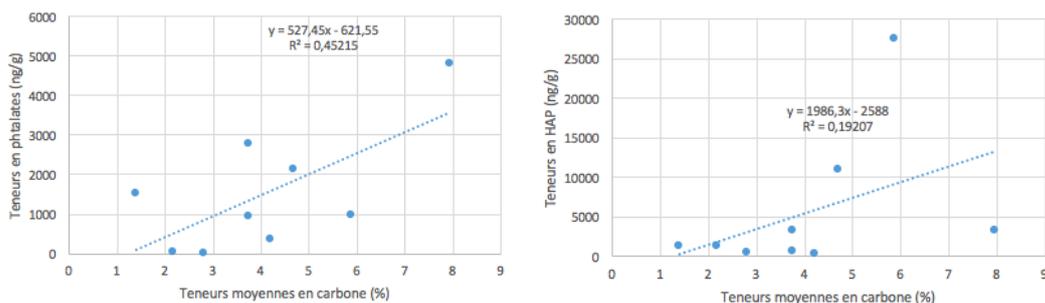


Figure 10 : Teneurs en phtalates et en HAP (ng/g) en fonction des teneurs moyennes en carbone (%)

Les corrélations ne sont pas significatives ($r^2 < 0,5$). Il est nécessaire de prendre en compte les prochaines campagnes afin d’avoir des meilleurs corrélations.

Dans un second temps, les teneurs en phtalates et HAP ont été corrélées aux teneurs en lipides.

Que ce soit pour les phtalates totaux, ou pour chaque phtalate, leurs teneurs sont liées de façon significative aux teneurs en lipides (Figure 11), à l’exception du BBP dont le coefficient de corrélation est inférieur à 0,02. Les lipides peuvent jouer un rôle spécifique dans les interactions entre micropolluants organiques et matière organique.

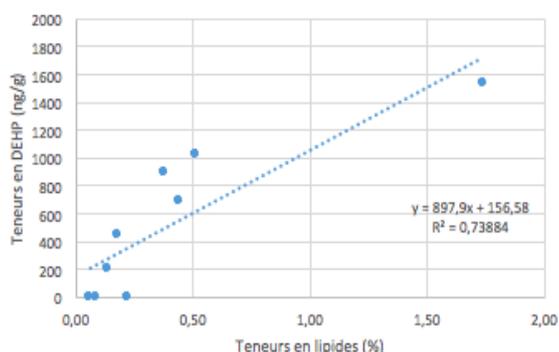


Figure 11 : Teneurs en DEHP (ng/g) en fonction de la teneur en lipides (%)

En revanche, pour les HAP, aucune corrélation suffisamment élevée n’a pu être observée pour conclure à un lien ($r^2 < 0,02$). Ceci pourrait s’expliquer par les très fortes teneurs en HAP dans les sols et banquettes de Juvisy-sur-Orge.

5 Conclusion

Les résultats préliminaires de cette première campagne de prélèvement confirment le gradient de concentrations en HAP et phtalates d’amont en aval du bassin versant de l’Orge.

Une variation de la composition lipidique de la matière organique est observée. Un lien entre teneurs en phtalates et en lipides a pu être établi, alors qu’aucune relation n’a pu être déterminée pour les HAP. Néanmoins, ces résultats devront être consolidés et confirmés avec les prochaines campagnes.

Ces résultats seront également complétés par l’analyse d’autres micropolluants caractéristiques des milieux agricole et urbain.

Enfin, il est à souligner que seuls les lipides de la matière organique ont été étudiés, du fait de leur hydrophobicité, et de leur affinité avec d’autres molécules hydrophobes. Cependant, il est possible que d’autres molécules organiques aient un rôle plus important dans l’adsorption des micropolluants. De plus, il est possible que l’hydrophobicité ne joue qu’un rôle mineur, et que d’autres molécules, aux caractéristiques

physicochimiques différentes soient plus propices à l'adsorption des micropolluants organiques. Il est donc envisagé de réaliser une analyse en pyrolyse permettant de caractériser toute la matière organique, et non uniquement les lipides.

6 Bibliographie :

Alliot F., Moreau-Guigon E., Bourges C., Desportes A., Teil M.-J., Blanchard M. et Chevreuil M. (2014), A multi-residue method for characterization of endocrine disruptors in gaseous and particulate phases of ambient air. *Atmospheric Environment*, 92, 1-8.

Cranwell, P. A. (1982). Lipids of aquatic sediments and sedimenting particulates. *Progress in lipid research*, 21(4), 271-308.

Dargnat, C. (2008). *Sources, transfert et devenir des phtalates sur le bassin versant de la Seine. Caractérisation des dangers pour l'environnement et les écosystèmes* (Mémoire de thèse). Université Pierre et Marie Curie.

Dinel, H., Schnitzer, M., & Mehuys, G. R. (1990). Soil lipids: origin, nature, content, decomposition, and effect on soil physical properties. *Soil biochemistry*, 6, 397-429.

Levet, D., Lehen, A., Jacques, S., Mouchelin, J., & Berly, A. (2008). Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du bassin Seine-Normandie. *Agence de l'Eau Seine-Normandie. Angers. France.*

Motelay-Massei, A. (2003). *Contribution du compartiment atmosphérique au transfert des HAP dans le bassin versant aval de la Seine : Bilan à l'échelle de deux bassins versants expérimentaux* (Mémoire de thèse). Université Pierre et Marie Curie.

PIREN-Seine, Agence de l'eau Seine-Normandie. (2009). *La micropollution organique dans le bassin de la Seine : Maîtriser l'impact des molécules créées par l'homme*. (Fascicule n°9). Edition de l'Agence de l'eau Seine-Normandie.

Quénéa, K., Derenne, S., Largeau, C., Rumpel, C., & Mariotti, A. (2004). Variation in lipid relative abundance and composition among different particle size fractions of a forest soil. *Organic Geochemistry*, 35(11), 1355-1370.

SIVOA. (2011). Au fil de l'eau. *Au fil de l'Orge*, 85, 2-3.

Van Bergen, P. F., Bull, I. D., Poulton, P. R., & Evershed, R. P. (1997). Organic geochemical studies of soils from the Rothamsted Classical Experiments—I. Total lipid extracts, solvent insoluble residues and humic acids from Broadbalk Wilderness. *Organic Geochemistry*, 26(1), 117-135.

Wannigama, G. P., Volkman, J. K., Gillan, F. T., Nichols, P. D., & Johns, R. B. (1981). A comparison of lipid components of the fresh and dead leaves and pneumatophores of the mangrove *Avicennia marina*. *Phytochemistry*, 20(4), 659-666.

Yunker, M. B., Macdonald, R. W., Vingarzan, R., Mitchell, R. H., Goyette, D., & Sylvestre, S. (2002). PAHs in the Fraser River basin : a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Organic geochemistry*, 33(4), 489-515.