

Des sols cultivés aux eaux côtières, une histoire de matière organique

Si la terre nourrit la mer, on sait bien peu de choses sur les transformations que subissent les matières organiques quand elles passent de l'eau douce à l'eau salée. Dans l'estuaire d'une petite rivière bretonne au bassin versant essentiellement agricole, les substances humiques sont scrutées de près...

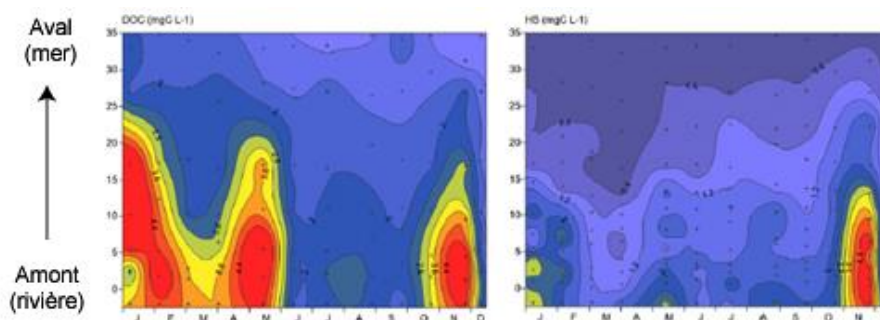


La matière organique dissoute renferme plus de 90 % du carbone organique des océans, où elle joue un rôle biogéochimique majeur. Elle provient surtout des continents et subit des transformations importantes dans les estuaires et les eaux côtières, mais sa composition et son devenir sont très mal connus. Parmi ses composants, les substances humiques sont des molécules très complexes issues de la dégradation des plantes terrestres. Dans les milieux aquatiques, elles augmentent la solubilité des polluants organiques et des pesticides, stimulent la production du phytoplancton, et fournissent une source de nourriture aux micro-organismes du sédiment. Mais là encore, malgré leur rôle écologique important, on sait peu de choses sur leur comportement pendant le transport vers le milieu marin. Cette étude porte sur le devenir des substances humiques lorsqu'elles passent d'une rivière à la mer.



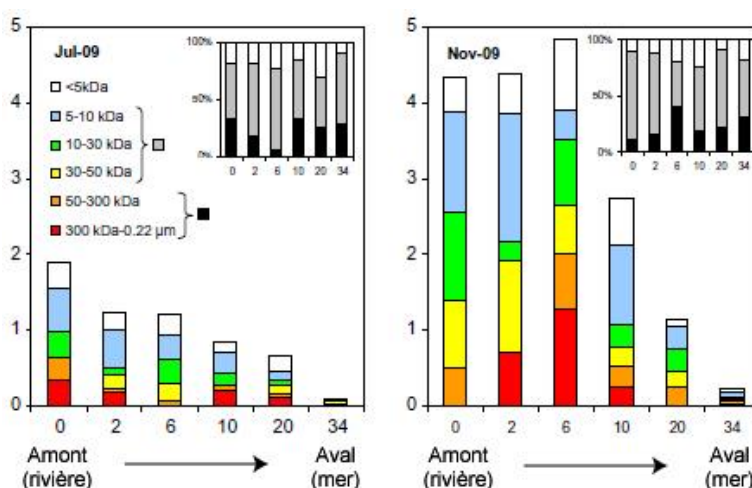
L'estuaire de la Penzé (source : Géoportail)

L'estuaire choisi, représentatif des systèmes agricoles tempérés, est celui de la Penzé. Cette rivière qui se jette dans la baie de Morlaix a un bassin versant de 141 km², dont 70% sont cultivés et où l'on élève 102.000 porcs, 1.600.000 volailles et 17.500 bovins. L'estuaire s'étend sur une dizaine de kilomètres, où l'eau séjourne entre 2 et 15 jours suivant le débit de la rivière et le coefficient de marée. Des prélèvements d'eau ont été effectués en douze points couvrant l'ensemble de la zone de mélange eau douce-eau salée, tous les mois en 2008 et trois fois en 2009. On a mesuré la température, la salinité, la matière particulaire en suspension, le carbone organique particulaire, les pigments chlorophylliens, le carbone organique dissous et les substances humiques ; en 2009, ces dernières ont été fractionnées pour connaître la répartition de taille de leurs composants. Le cycle annuel du débit de la Penzé est représentatif des rivières bretonnes, avec un maximum entre novembre et mars et un étiage entre avril et octobre. Certains échantillonnages ont eu lieu en débit croissant, notamment en novembre 2008 après deux jours de fortes pluies.



Cycles annuels du carbone organique dissous (à gauche) et des substances humiques (à droite) le long du gradient de salinité (de 0 à 34 g/l). Les concentrations les plus élevées sont en rouge.

Les mesures de 2008 montrent que les concentrations en substances humiques diminuent vers l'aval, à cause de la dilution progressive de l'eau douce dans l'eau de mer. Le cycle saisonnier du carbone organique dissous est marqué par une abondance en hiver (janvier, février et novembre) et au printemps (mai). Les substances humiques n'ont été abondantes qu'en novembre, toujours dans la partie amont ; elles représentaient alors 80% du carbone organique dissous. En 2009, les substances humiques de poids moléculaire élevé ont dominé en mai et celles de poids moyen ensuite ; par contre, à chaque date le gradient de salinité n'a pas eu d'influence sur les proportions relatives des tailles, ce qui indique qu'il n'y a pas eu de réaction au mélange estuarien.



Concentrations (en couleurs) et proportions (en gris) des substances humiques selon leur poids moléculaire, en juillet et en novembre 2009.

Deux modèles décrivant le mélange des masses d'eau (dilution de l'eau douce et de ses substances dissoutes) ont été appliqués à la diminution de la concentration en substances humiques en fonction de la salinité. Même si des diminutions brusques indiquent une perte à mi-estuaire ou en amont, les quantités sont généralement conservées : si elles existent, les pertes de substances humiques sont probablement limitées. À partir de ce modèle, on a pu estimer que les flux depuis le bassin versant de la Penzé s'élèvent à 360 ± 60 tonnes de carbone par an de carbone organique dissous, dont 220 ± 40 de substances humiques.

Bien que celles-ci soient mobilisées lors du lessivage des sols, une augmentation significative de leur concentration n'a été observée qu'en situation de débit croissant (janvier, mai et novembre 2008, novembre 2009). Leur abondance en novembre des deux années s'explique par l'accumulation de feuilles mortes et autres débris végétaux pendant la longue période sèche qui a précédé, et par les labours d'automne qui favorisent l'érosion du sol. Mais elles n'ont pas qu'une origine végétale : l'estimation faite à partir des effectifs d'animaux et de leur production moyenne de déjections montre qu'à travers les pratiques d'épandage, les élevages du bassin versant contribuent de façon significative voire majoritaire à l'apport de matière organique dans l'estuaire.

D'autres facteurs ont joué un rôle dans l'évolution saisonnière observée, comme l'adsorption sur les particules minérales des sols, la consommation par les micro-organismes, le compostage des fumiers et le calendrier des pratiques d'épandage autorisées. Le changement de répartition des tailles de substances humiques entre mai et juillet 2009 pourrait être dû en partie à une activité biologique plus importante sur les grosses molécules et à une dégradation photochimique.

Dans ce bassin versant sous forte pression agricole, l'épandage est la source principale de carbone organique dissous et de substances humiques, dont les concentrations dans l'estuaire sont très dépendantes des conditions hydrologiques. Le flux de substances humiques est maximum pendant les premières crues d'automne (~30% du flux annuel en un mois), où elles constituent environ 80% du carbone organique dissous. Ceci pourrait résulter de la rétention et de la transformation de la matière organique dans les sols pendant une période à la fois chaude, sèche et ensoleillée. À part quelques pertes occasionnelles, les substances humiques sont globalement conservées pendant le transfert en estuaire. Ce résultat est important parce que leur dégradation photochimique ultérieure est probablement limitée dans les eaux de la Manche où le brassage dû aux courants de marée est important.

L'article

Waeles M., Riso R., Pernet-Coudrier B., Quentel F., Durrieu G., Tissot C., 2013. Annual cycle of humic substances in a temperate estuarine system affected by agricultural practices. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 106 (2013) 231–246.

Les auteurs

Ce travail a été mené par des chercheurs du Laboratoire des sciences de l'environnement marin (Lemar, IUEM), de l'équipe Géomer (LETG, IUEM), du Laboratoire de chimie, électrochimie moléculaires et chimie analytique (UBO) et du laboratoire PROTEE (Université du Sud Toulon-Var).

La revue

Edité par Elsevier, *Geochimica et Cosmochimica Acta* est la revue commune à la *Geochemical Society* et la *Meteoritical Society*. Elle publie des articles sur une large gamme de sujets relevant de la géochimie de la Terre et des autres planètes et de la science des météorites : chimie physique des gaz, des solutions aqueuses, des verres et des solides cristallins, pétrologie des roches ignées et métamorphiques, processus chimiques de l'atmosphère, la biosphère et la lithosphère terrestres, géochimie organique et isotopique, étude des météorites et de leurs impacts, de la lune et des planètes.

Contacts

Auteurs : consulter [l'annuaire de l'IUEM](#)

Service Communication et médiation scientifique : communication.iuem@univ-brest.fr