

INSTITUT DE CHIMIE DE STRASBOURG

UMR Uds-CNRS 7177

ÉQUIPE DE BIOGÉOCHIMIE MOLÉCULAIRE

ECPM
25, rue Becquerel
67200 STRASBOURG

Directeur du laboratoire : Michel ROHMER (PR Uds)
Responsable de l'équipe : Pierre ADAM (DR CNRS)

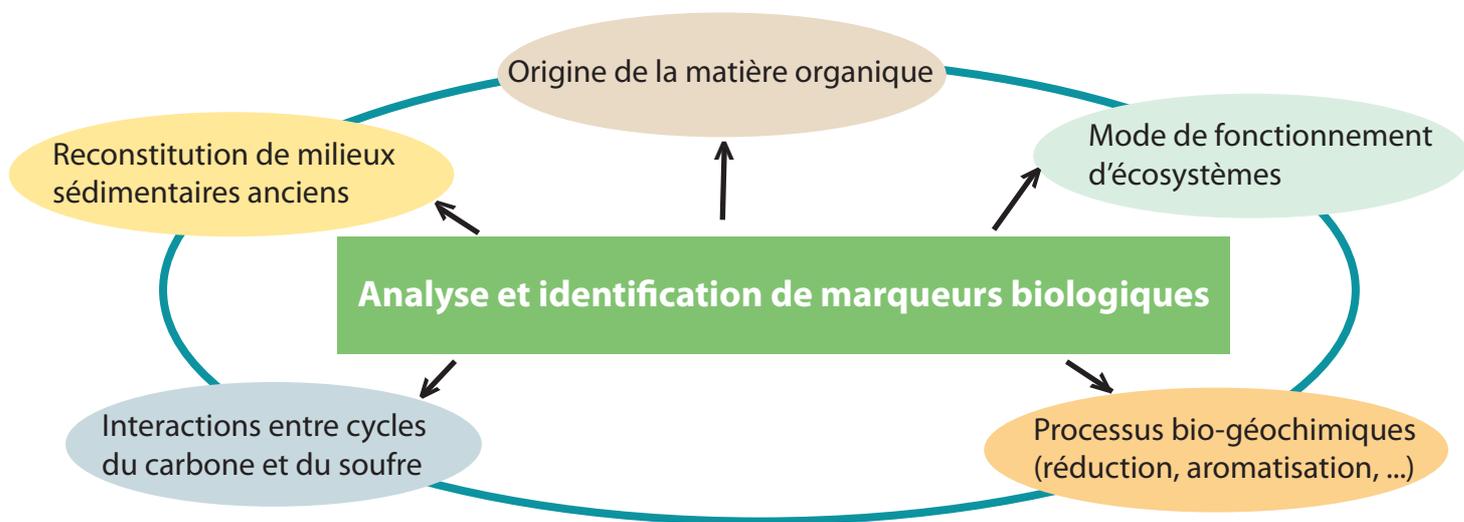
Les travaux de l'équipe de Biogéochimie Moléculaire de Strasbourg concernent majoritairement l'analyse de la matière organique dans les environnements naturels contemporains et anciens. L'objectif est l'élucidation des sources et du devenir de la matière organique.

Ces milieux, qui sont extrêmement complexes, et dont le mode de fonctionnement est fortement tributaire des facteurs environnementaux globaux et locaux, comprennent une grande variété de dépôts allant des sédiments marins aux sols, et couvrent des situations "extrêmes" comme des écosystèmes totalement dépourvus d'oxygène, des milieux acides, alcalins, à haute ou basse température, etc.

Disciplines scientifiques : géochimie organique, biogéochimie moléculaire, chimie de synthèse, chimie analytique, archéologie moléculaire

Mots-clés : substances naturelles, xénobiotiques, biomarqueurs, processus bio-géochimiques, cycle du carbone, cycle du soufre, études moléculaires, structurales et isotopiques de mélanges organiques complexes, évolution et biodégradation de polluants organiques

Les thématiques du laboratoire



LES RECHERCHES MENÉES

Les travaux de l'équipe concernent trois domaines :

- la caractérisation moléculaire de marqueurs biologiques indicateurs d'origine et de processus bio-géochimiques affectant la matière organique dès les premiers stades de son enfouissement,

- l'étude de la formation de composés organiques (lipides, acides aminés, etc.) dans des conditions extrêmes,

- l'archéologie moléculaire qui consiste en l'étude de substances organiques complexes trouvées sur des objets archéologiques (baumes, enduits, parfums, etc.).



LES BIOMARQUEURS

Les différents facteurs environnementaux prévalant dans les milieux complexes vont conditionner le devenir des molécules organiques biologiques, et ce dès les premiers stades de leur enfouissement, au travers de processus tels que la biodégradation, la sulfuration, la réduction, l'oxydation, etc.... Il en résulte la formation de nouvelles molécules appelées biomarqueurs.

La structure d'un biomarqueur recèle à la fois des informations sur ses précurseurs moléculaires, ses organismes producteurs, ses modes de transformation, voire sur les conditions de dépôt du milieu environnant.

Une des spécificités de l'équipe de Biogéochimie Moléculaire est l'**identification structurale** précise de produits naturels et des marqueurs biologiques qui en dérivent dans le sous-sol, que ce soit par la synthèse organique de composés de référence ou par l'identification structurale par spectroscopie RMN de composés isolés à partir de sédiments ou de pétrole. Son approche repose donc sur des critères rigoureux, impliquant à la fois le développement de techniques de synthèse organique et de techniques de chimie analytique de séparation / purification.

Caractérisation moléculaire de marqueurs biologiques indicateurs d'origine et de processus bio-géochimiques

Les travaux de recherche consistent à caractériser la structure précise de nouveaux marqueurs moléculaires, en se basant soit sur l'isolement de composés, par diverses techniques chromatographiques (CL, HPLC), suivi d'études structurales par RMN, soit sur la synthèse organique de molécules de référence.

Ces marqueurs moléculaires sont des molécules trouvées dans l'environnement (sédiments, sols, etc.) dont le squelette carboné est suffisamment spécifique pour permettre de les relier aux composés organiques biologiques d'origine, eux-mêmes caractéristiques d'organismes vivants. Une fois l'identification de nouveaux composés établie, il est alors possible de proposer d'éventuels précurseurs d'origine biologique (biomarqueurs d'origine), mais aussi des modes de transformation ayant conduit à leur formation (marqueurs de processus bio-géochimiques).

Les activités centrées sur cette thématique sont avant tout fondées sur une approche pluridisciplinaire impliquant des domaines tels que la chimie organique, la géologie ou encore la géo-microbiologie.

Voici quelques exemples d'études récentes portant sur la caractérisation moléculaire de marqueurs biologiques, indicateurs d'origine et de processus bio-géochimiques :

> identification de produits naturels et de leurs produits de transformation (fossiles moléculaires) présents dans les milieux sédimentaires (pétrole, charbon, sols, sédiments) et utilisés comme indicateurs de source de la matière organique, de processus impliqués dans le cycle du carbone et de la biodiversité microbienne, et influencés par les conditions environnementales,

> étude de biomarqueurs issus de végétaux dans les sols pour suivre l'évolution dans le temps d'un couvert végétal, qu'il soit lié ou non aux activités humaines, par l'étude de la matière organique des sols,

> étude du rôle de la biodégradation de la matière organique de réservoirs pétroliers, de sites et aquifères contaminés.

Le laboratoire mène également des études structurales et isotopiques pour la reconstitution d'environnements sédimentaires anciens en collaboration avec des partenaires académiques et industriels (compagnies pétrolières notamment).

Étude de la formation de composés organiques dans des conditions extrêmes

Ce domaine concerne la chimie prébiotique qui s'intéresse à l'origine et aux modes de formation non biologiques des composés organiques.

L'équipe travaille sur des composés organiques produits dans des environnements caractérisés par des conditions extrêmes (température, pH, etc.). Un des sites illustrant de tels environnements est un écosystème thermal marin unique au monde (the Lost City Hydrothermal Field dans l'océan Atlantique) où les fluides hydrothermaux émis sont particulièrement réducteurs et riches en hydrogène et en méthane, et se caractérisent par des valeurs de pH relativement élevées (pH de 9 à 11) et des températures pouvant atteindre 90°C. Les chercheurs se sont également intéressés à l'écosystème microbien qui s'est développé, par le biais d'études des biomarqueurs issus des différents microorganismes se développant dans cet environnement.

L'étude des processus de transformation géochimique affectant la matière organique ou à l'origine de la matière organique sédimentaire dans ce type de milieu permet d'avancer des hypothèses sur la nature des processus et des mécanismes ayant pu jouer un rôle lors des premières étapes de l'évolution chimique liée à l'apparition de la vie.

Archéologie moléculaire

Il s'agit, sur la base d'études moléculaires précises, d'établir :

- > l'identification des produits naturels utilisés pour fabriquer des substances retrouvées sur des sites archéologiques comme des baumes, des enduits et des parfums,
- > le suivi de leur évolution liée aux processus de vieillissement et d'altération.

Toutes ces informations permettent aux archéologues de reconstituer les technologies du passé et de retrouver les origines géographiques des substances.

L'équipe a travaillé notamment sur des résines et goudrons végétaux provenant de sites archéologiques. Ils ont également réalisé l'étude chimique des substances contenues dans une collection exceptionnelle de poteries égyptiennes.



LES APPLICATIONS

SOLS, EAU (mesure qualitative et détection de polluants)

- Détection et identification de xénobiotiques organiques dans les sols et les aquifères

ÉNERGIE

- Biomasse/biocarburants : caractérisation de molécules formées par pyrolyse de la biomasse dans le but de fabriquer des biocarburants
- Combustibles fossiles : analyse de produits pétroliers (dérivés soufrés et azotés notamment)

NATURE ET PAYSAGE (étude d'impact)

- Étude de l'évolution d'un paysage au cours du temps

DÉCHETS INDUSTRIELS SPÉCIAUX

- Valorisation et recyclage de résidus pétroliers

LES PRESTATIONS DU LABORATOIRE

L'équipe de Biogéochimie Moléculaire de Strasbourg met à disposition des entreprises ses équipements et son personnel hautement qualifié pour effectuer différents types de prestations :

- > analyse et quantification de mélanges complexes de composés organiques (composés sédimentaires, polluants, produits naturels, hydrocarbures) par chromatographie en phase gazeuse et par couplage chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS),
- > analyse de produits thermosensibles, peu volatils et/ou polaires par le couplage chromatographie liquide-spectrométrie de masse (LC-MS) avec trappe d'ions et analyseur quadripolaire,
- > détermination de rapports isotopiques (C, H) pour des composés organiques individuels présents dans les mélanges organiques complexes par couplage de chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse de rapport isotopique –(GC-IRMS),
- > purification de produits organiques par différentes techniques de chromatographie liquide (LC, HPLC, TLC).

LES PARTENARIATS DU LABORATOIRE

Partenariats universitaires :

Les laboratoires du réseau REALISE • Laboratoire de Chimie et Biochimie des Microorganismes de l'Institut de Chimie de Strasbourg • Laboratoire des Interactions Microorganismes-Minéraux-Matière Organique dans les Sols, Université Henri Poincaré, Nancy • Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), Dijon • Équipe Vie Primitive : Évolution et Interactions avec la Géosphère, UMR 5125 «PaléoEnvironnements et PaléobioSphère», Villeurbanne • Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France, Paris • Musée du Louvre, Paris

Geologisches Institut, ETH, Zürich • GSF Research Center for Environment and Health, Neuherberg, Allemagne • Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, BRG, Hannover • Helmholtz Centre for Environmental Research- UFZ, Leipzig • DFG-Research Center for Ocean Margins, Université de Brême • Royal Netherland Institute for Sea Research, Texel, Pays-Bas

Participation à des programmes nationaux :

Département des Antiquités Egyptiennes du Musée du Louvre • ANR • Programme Écosphère Continentale et Côtière du CNRS • Programme GESSOL, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer et ADEME

Participation à des programmes régionaux :

Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan (PAIR), Sélestat

Collaborations industrielles :

PSA-Peugeot-Citroën • Lubrizol • Total Raffinage et Total Recherche & Développement, Exploration et Production • Institut Français du Pétrole -Energies nouvelles

L'ÉQUIPE DE BIOGÉOCHIMIE MOLÉCULAIRE

L'équipe de Biogéochimie Moléculaire regroupe 3 enseignants-chercheurs et 3 ingénieurs et techniciens. Elle accueille chaque année des doctorants et post-doctorants. Elle a pour établissement de rattachement principal l'Institut de Chimie de Strasbourg (UMR UdS-CNRS 7177).

L'équipe de Biogéochimie Moléculaire fait partie du Réseau Alsace de Laboratoires en Ingénierie et Sciences pour l'Environnement (REALISE).