

Enquête dans un herbier marin

Benoit Lebreton utilise atomes et molécules pour suivre à la trace les organismes marins présents dans les herbiers de zostères. Ces méthodes permettent de situer les organismes dans l'écosystème et leurs sources de nourriture.

Par **Elsa Dorey** Photos **Thierry Guyot** et **Alexandre Duval**

Benoit Lebreton a soutenu en 2009 sa thèse de doctorat sur la compréhension du fonctionnement du réseau trophique des herbiers de zostères. Cette étude était basée sur une méthode introduite en France pour ce type d'étude par Pierre Richard, son responsable scientifique et directeur adjoint de Lienss. L'outil utilisé pour déterminer «qui mange quoi ?» ou «qui mange qui ?» s'appuie sur les bases de la chimie : la notion d'isotopes.

Tous les êtres vivants sont constitués de molécules, elles-mêmes constituées d'atomes dont les plus représentés dans les organismes vivants sont le carbone, l'azote, l'hydrogène et l'oxygène.

Chaque atome est composé d'un noyau de particules et d'électrons qui gravitent autour. Mais le nombre de

particules qui constituent le noyau des atomes peut varier pour un même élément ; ces atomes différents sont appelés des isotopes. Ainsi, l'isotope du carbone (noté C), le plus représenté dans la matière organique, est le carbone 12 (98,89 %), constitué d'un noyau contenant 12 particules, tandis que le carbone 13, avec un noyau constitué de 13 particules, est un isotope rare (1,11 %). Ces isotopes sont dits stables car ils ne subissent pas de

processus de désintégration dans l'environnement. Le fameux carbone 14 (^{14}C) est aussi un isotope du carbone mais il est instable : il se désintègre au cours du temps, en émettant de la radioactivité. Dans le cas de l'azote (noté N), l'isotope le plus courant est l'azote 14 (^{14}N , 99,63 %) et l'isotope rare est l'azote 15 (^{15}N , 0,37 %).

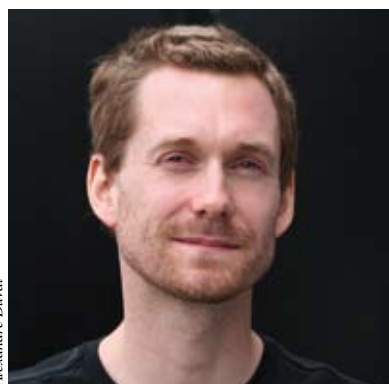
Les méthodes isotopiques ont été utilisées pour des applications comme la datation au carbone 14 (basée sur la décroissance de la proportion du ^{14}C , instable) en paléontologie ou la reconstitution des climats anciens grâce aux isotopes stables de l'oxygène et de l'hydrogène. La découverte du modèle de répliation de l'ADN en 1958 est aussi liée à l'utilisation des isotopes de l'azote.

À QUOI SERVENT CES ISOTOPES STABLES DANS L'ÉTUDE DES CHAÎNES ALIMENTAIRES ?

Deux informations découlent de l'étude des compositions en isotopes des sources de nourriture et des consommateurs dans les réseaux trophiques. Pour ce qui est de déterminer l'origine de la nourriture (plantes terrestres, algues...), ce sont les isotopes stables du carbone qui intéressent les chercheurs.

En effet, les végétaux réalisent la photosynthèse en captant du dioxyde de carbone, CO_2 – parfois communément appelé gaz carbonique – qu'ils transforment grâce à la lumière en dioxygène et en molécules carbonées, qui constituent le végétal. Selon l'origine du carbone, aérien ou dissous dans différents milieux aqueux (fleuves, océans), le CO_2 capté, et donc les molécules carbonées qui en découlent, sont constituées de proportions différentes de ^{12}C et de ^{13}C . Cette «signature isotopique» est retrouvée chez les consommateurs. Ainsi, à partir de ces ratios, on peut déterminer l'origine de la source de nourriture de l'individu étudié. «*En comparant les ratios des sources de nourriture et des*

Benoit Lebreton.



Alexandre Duval



consommateurs nous arrivons à déterminer quelles sources de nourriture sont mangées et celles qui ne le sont pas», indique Benoit Lebreton. Premier constat. La deuxième information va découler de la même méthode appliquée aux isotopes de l'azote, qui permettent de déterminer le niveau des consommateurs dans la chaîne alimentaire. Dans tous les producteurs primaires – les végétaux – le ratio entre le ^{14}N et le ^{15}N est à peu près le même. En effet, si il y a peu de changement de la «signature isotopique» entre nourriture et consommateur pour le carbone, ce changement est plus important pour l'azote. «Plus le consommateur est à un niveau élevé dans la chaîne alimentaire, plus il est enrichi en ^{15}N », explique Benoit Lebreton. Le croisement des deux méthodes permet ainsi de déterminer la structure du réseau trophique des herbiers de zostères.

QUI MANGE QUOI DANS LES HERBIERS DE ZOSTÈRES ?

À l'aide des isotopes stables, Benoit Lebreton a ainsi pu établir que les feuilles de l'herbier de zostères, *Zostera noltii*, ne sont pas consommées par la plupart des consommateurs (bivalves, vers, crustacés) qui vivent dans cet herbier. C'est une ressource invisible à l'œil nu, car microscopique et cachée dans le sédiment – des microalgues ou microphytobenthos –, qui sert de

nourriture à la majorité de ces consommateurs. En effet, la signature de la plupart des consommateurs diffère nettement de la signature des plantes constitutives de l'herbier, par contre elle est très proche de celle du microphytobenthos.

Mais la source de nourriture de l'animal le plus abondant sur l'herbier, un petit gastéropode appelé hydrobie (*Hydrobia ulvae*), restait indéterminée à l'aide de ces méthodes, car les ratios isotopiques de ce consommateur étaient proches de ceux de deux sources de nourriture : les feuilles de l'herbier et des microalgues épiphytes, qui se développent à la surface même de ces feuilles, et qui peuvent jouer un rôle important dans l'alimentation de ces consommateurs. «En étudiant au microscope électronique les feuilles de zostères, nous avons observé qu'elles sont recouvertes de petites algues qui poussent à leur surface : des diatomées et que ces diatomées étaient peut-être la ressource utilisée par les petits gastéropodes, telle l'hydrobie», rappelle Benoit Lebreton. La détermination du régime alimentaire de l'hydrobie était un enjeu crucial de la thèse de Benoit Lebreton. «Des collègues du laboratoire ont mis en évidence que l'hydrobie peut représenter une ressource de nourriture très importante pour certaines espèces d'oiseaux limicoles, notamment le bécasseau maubèche (*Calidris canutus*).»

Vasières à zostères.
Le mot *zoster*, qui signifie ruban en grec, est utilisé ici en référence à la forme des feuilles.

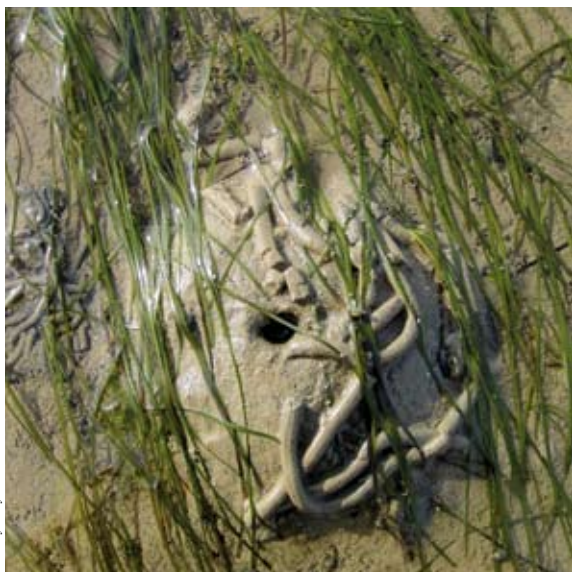
COMMENT DISTINGUER DEUX SOURCES PRIMAIRES AYANT LA MÊME SIGNATURE ISOTOPIQUE ?

Débuté alors un débat scientifique conclu à ce jour grâce une autre méthode : la comparaison des compositions en acides gras des sources avec celles des consommateurs. Les acides gras synthétisés par les végétaux leur sont parfois très spécifiques, ce qui permet de les classer en différents groupes. Ainsi, les microalgues dont font partie les diatomées ne produisent pas les mêmes acides gras que les phanérogames dont font partie les zostères. «Parce que les invertébrés marins possèdent de faibles activités de synthèse de certains acides gras, comme certains

oméga 3 ou oméga 6, il est possible de retrouver les acides gras synthétisés par les plantes dans la composition des tissus des consommateurs», souligne Benoit Lebreton. Ces molécules ne sont pas modifiées lors de la digestion par les consommateurs. «Ensuite, le principe est le même que pour les isotopes sauf qu'on est à l'échelle moléculaire cette fois», précise le chercheur. Il a ainsi pu être mis en évidence que les feuilles de l'herbier n'étaient pas la ressource utilisée par l'hydrobie. Finalement, les herbiers de zostères servent avant tout de support aux diatomées, elles-mêmes consommées par d'autres organismes, mais jouent surtout un rôle très important en tant qu'habitat, car ils abritent une diversité importante de consommateurs, qui sont eux-mêmes mangés par des consommateurs supérieurs, notamment des poissons ou des oiseaux.

D'AUTRES APPLICATIONS AUX ISOTOPES STABLES DANS L'ÉTUDE DES RÉSEAUX TROPHIQUES

Les travaux menés sur le fonctionnement des réseaux trophiques de l'herbier ne représentent qu'une toute petite partie de ce qui est réalisé au sein de l'UMR Liens. En effet, l'utilisation des isotopes stables pour l'étude des réseaux trophiques se répand de plus en plus et l'appareil d'analyse appelé spectromètre de masse de rapports isotopiques a ainsi vu défiler différents types d'échantillons provenant de calmar géant, de plumes de manchots, de serpent de mer ou encore de moustaches de phoques ! ■



Le trou dans la vase est fait par un arénicole, *Arenicola marina*. Ci-dessous, *Hydrobia ulvae*.

Thierry Guyot / Liens



Thierry Guyot / Liens