

Les récifs en quête de diazotrophes

Valentine Meunier, Sophie Bonnet, Anne Lorrain, Mar Benavides, Mercedes Camps, Olivier Grosso et Fanny Houlbrèque



Polypes de corail déployés en quête de nourriture. © G. Boussarie

Le corail, ce prédateur vorace

Les récifs coralliens représentent un véritable puits de diversité et constituent des réserves écologiques majeures. Bien qu'ils se développent dans des eaux oligotrophes, c'est-à-dire pauvres en éléments nutritifs, ils sont considérés comme l'un des écosystèmes les plus productifs de la planète. Une telle réussite évolutive est en grande partie expliquée par l'association entre les coraux et des microalgues symbiotiques présentes au sein de leurs tissus, les *Symbiodinium*, qui transfèrent au corail la majeure partie du carbone photosynthétisé. Mais, pour combler totalement leurs besoins en nutriments et en

énergie, les coraux ont la capacité d'utiliser un deuxième mode de nutrition. En effet, la plupart sont de redoutables prédateurs capables de se nourrir sur une large gamme de proies (nutrition hétérotrophe) (HOULBREQUE et FERRIER-PAGES, 2009). Leur régime alimentaire inclut des particules sédimentaires, de la matière organique dissoute et du plancton présent dans la colonne d'eau. Le corail utilise plusieurs procédés pour capturer ses proies, par exemple la décharge de filaments urticants (les nématocystes) qui injectent une substance toxique paralysante, la production de mucus pouvant piéger des proies de très petite taille ou la capture par leurs tentacules permettant de ramener directement le butin dans la cavité buccale.

De l'azote à tout prix !

L'azote est un élément indispensable au bon développement des coraux. Il est nécessaire notamment à la synthèse de leurs protéines, molécules présentes chez tous les êtres vivants. Pour combler ses besoins journaliers en azote, le corail utilise différents mécanismes (fig. 1) : il abrite dans ses tissus des bactéries et cyanobactéries capables de fixer le diazote atmosphérique (N_2), il peut assimiler des composés azotés dissous (organiques et inorganiques) dans l'eau de mer environnante avec l'aide de ses *Symbiodinium*. Il obtient également de l'azote par les proies et les particules qu'il ingère.

L'océan Pacifique sud-ouest est reconnu pour être un « hotspot » de la fixation d'azote atmosphérique. Autour des archipels mélanésiens et notamment en Nouvelle-Calédonie, les taux de fixation d'azote sont parmi les plus élevés au monde (BONNET *et al.*, 2017). En effet, de fortes abondances de bactéries et cyanobactéries planctoniques fixatrices d'azote y sont présentes. Ces organismes, aussi appelés « diazotrophes », ont la capacité de fixer le diazote atmosphérique N_2 dissous dans la couche de surface de l'océan et de le réduire en ammonium pour satisfaire leurs besoins azotés. Une partie de cet azote est relarguée dans le milieu environnant et transférée aux autres organismes du plancton n'ayant pas cette

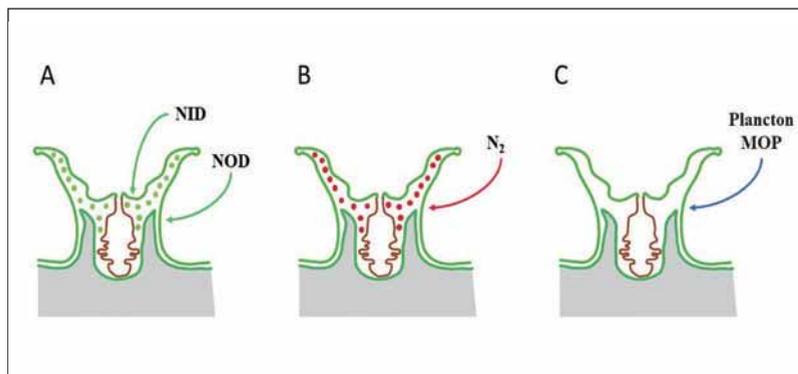


Figure 1 : Principales stratégies de prélèvement de l'azote pour les coraux.
A : Sous forme dissoute inorganique ou organique (NID ou NOD) par le tissu corallien et les *Symbiodinium* (représentés par les points verts).
B : Sous forme de diazote par les bactéries et cyanobactéries présentes à l'intérieur des tissus (représentés par les points rouges).
C : Sous forme de matière organique particulaire (MOP) et de plancton par le corail.

capacité (BONNET *et al.*, 2016). Ainsi, la fixation d'azote soutient en période estivale la quasi-totalité de la production nouvelle planctonique dans le lagon néo-calédonien (BERTHELOT *et al.*, 2015). Il a été montré également qu'une part importante du plancton est rapidement exportée vers le fond du lagon, profitant potentiellement aux organismes fixés tels que les coraux.

Des diazotrophes pour un corail

Les coraux étant de très importants prédateurs de plancton, les organismes fixateurs d'azote ou le plancton ayant bénéficié de la fixation d'azote pourraient ainsi constituer une source de nourriture pour les coraux au travers de leur nutrition hétérotrophe. Cependant, le rôle de la fixation d'azote planctonique dans la nutrition des coraux a été jusque-là peu exploré. Une équipe de chercheurs de l'IRD de Nouméa s'est intéressée au cheminement de l'azote depuis l'atmosphère, assimilé par le plancton, lui-même ingéré par le corail.

L'azote naturel présent dans l'atmosphère terrestre correspond essentiellement à l'isotope ^{14}N . Ainsi en réalisant des marquages isotopiques avec un autre isotope, le ^{15}N , cela permet de suivre le cheminement de l'azote depuis l'atmosphère jusque dans les organismes du plancton et enfin potentiellement dans les coraux. Dans nos expériences, des boutures de corail appartenant à l'espèce *Stylophora pistillata*, très commune et abondante dans le lagon néo-calédonien, ont été incubées pendant 12 h en présence d'eau de mer et de plancton marqué au $^{15}N_2$. La concentration en plancton a été quantifiée avant et après incubation pour déterminer les taux d'ingestion par les coraux.

Des analyses ont été réalisées afin de connaître la composition isotopique exacte du tissu corallien et de ses symbiotes. Cela a permis de mettre en évidence un enrichissement significatif en ^{15}N à l'intérieur même des *Symbiodinium*, ce qui signifie que l'azote en provenance de la diazotrophie est assimilé et directement alloué et stocké au sein des symbiotes. L'absorption de diazotrophes planctoniques ou de plancton issu de la diazotrophie apporterait six fois plus d'azote que ce qu'apporte quotidiennement l'ingestion de plancton de petite taille.



La forte abondance et l'activité de diazotrophes dans le lagon de Nouvelle-Calédonie suggèrent donc que ces organismes représentent une source d'azote importante pour les coraux tropicaux (BENAVIDES *et al.*, 2016). Cependant, les voies de transfert de l'azote issu de la diazotrophie au sein du corail ainsi que son utilisation préférentielle par les symbiontes restent un mystère et des expériences complémentaires s'avèrent indispensables.

L'azote à la rescousse !

Depuis ces trente dernières années, les phénomènes de blanchissement corallien ne cessent de se répéter à des fréquences de plus en plus élevées à travers le monde. Épargnés jusqu'alors, les récifs néo-calédoniens frangeants et intermédiaires ont été fortement impactés en février 2016 par un épisode de blanchissement massif, touchant également l'ensemble des récifs mondiaux (chap. 25). Lorsque les coraux sont blanchis, ils sont dépourvus de leurs *Symbiodinium*. Ils perdent leur coloration et ne bénéficient plus de leur source d'énergie principale. Dans ce contexte, de nombreux travaux ont permis de démontrer qu'en cas de stress environnemental, tel que l'augmentation de la température de l'eau de mer, les coraux étaient capables d'augmenter leur nutrition sur le plancton et la matière organique (PALARDY *et al.*, 2008). Ce constat soulève donc l'hypothèse que les coraux pourraient tirer profit de la présence de plancton diazotrophe pour combler leurs besoins en azote lors d'un événement de blanchissement. Des expériences préliminaires ont montré la capacité de *Stylophora pistillata* à augmenter sa consommation de plancton diazotrophe ou bien d'incorporer davantage les composés issus de ces diazotrophes, pendant un épisode de blanchissement. Les coraux blanchis pourraient compenser le manque d'énergie et d'azote lié à la perte de ses symbiontes. Reste à savoir si cet apport en azote permet d'augmenter, sur le long terme, la résilience des coraux après un événement de blanchissement.

Références bibliographiques

- BONNET S. *et al.*, 2016 Diazotroph derived nitrogen supports diatoms growth in the South West Pacific: a quantitative study using nanoSIMS. *Limnology and Oceanography*. doi : 10.1002/lno.10300.
- BONNET S. *et al.*, 2017 Hot spot of N₂ fixation in the western tropical South Pacific pleads for a spatial decoupling between N₂ fixation and denitrification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.*, 114 (14) : E2800-E2801.
- BENAVIDES M. *et al.*, 2016 Diazotrophs : a non-negligible source of nitrogen for the tropical coral *Stylophora pistillata*. *Journal of Experimental Biology*, 219 (17) : 2608-2612.
- BERTHELOT H. *et al.*, 2015 Dinitrogen fixation and dissolved organic nitrogen fueled primary production and particulate export during the Vahine mesocosm experiment (New Caledonia lagoon). *Biogeosciences*, 12 : 4099-4112.
- HOULBREQUE F., FERRIER-PAGES C., 2009 Heterotrophy in tropical Scleractinian corals. *Biological Reviews*. 84 : 1-17.
- PALARDY J. E., RODRIGUES L. J., GROTTOLI A. G., 2008 The importance of zooplankton to the daily metabolic carbon requirements of healthy and bleached corals at two depths. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*, 367 : 180-188.

Meunier V., Bonnet Sophie, Lorrain Anne,
Benavides M., Camps M., Grosso O.,
Houlbrèque Fanny.

Les récifs en quête de diazotrophes.

In : Payri Claude (ed.), Moatti Jean-Paul
(pref.). Nouvelle-Calédonie : archipel de
corail. Marseille (FRA), Nouméa : IRD, Solaris,
2018, p. 63-66.

ISBN 978-2-7099-2632-4