

Des Coraux, des oiseaux et des métaux: comment le guano fertilise les récifs coralliens.

Contexte scientifique

Le sujet de stage vise à analyser les métaux traces dans divers matrices (eau de mer, particules, guano, macroalgues, coraux) suite à la campagne CACAO qui a eu lieu en juillet 2023 sur 2 îlots des récifs éloignés d'Entrecasteaux (Surprise et Huon, Nouvelle-Calédonie) pour évaluer les flux en jeu et l'assimilation de ces métaux par différents maillons des réseaux trophiques.

Les oiseaux marins, se nourrissant exclusivement en mer et se reproduisant sur les îlots, jouent un rôle écologique important de transfert de nutriments entre les écosystèmes terrestres et marins (Fig. 1). Plusieurs études récentes se sont penchées sur le bénéfice de ces apports sur la productivité et la santé des écosystèmes coralliens (Lorrain et al. 2017, Graham et al. 2018, Benkwitt et al. 2019, 2021, Thibault et al. 2022). Le guano par ses apports d'azote et de phosphates boosterait par exemple la croissance des coraux (Savage 2019) et la productivité des récifs attenants aux îlots (Benkwitt et al. 2021).

Ces études se sont principalement focalisées sur les apports en azote et n'ont pas évalué l'enrichissement des eaux côtières en métaux via le guano ni les flux associés et leur intégration dans les réseaux trophiques. Or il a été démontré que des apports modérés de métaux pouvaient avoir un impact positif sur le métabolisme des coraux (Biscéré et al. 2015, 2017). Une étude récente a également démontré que les quantités de métaux excrétées étaient conséquentes (i.e., 39.3 Mg de Cd, 35.7 Mg de Hg et 27.2 Mg de Pb annuellement) avec des formes chimiques labiles qui pourraient être facilement assimilables par les organismes marins (De La Peña-Lastra et al. 2022). Très peu d'études évaluant ces flux et leur influence sur les réseaux trophiques sont cependant disponibles, notamment en zone tropicale.

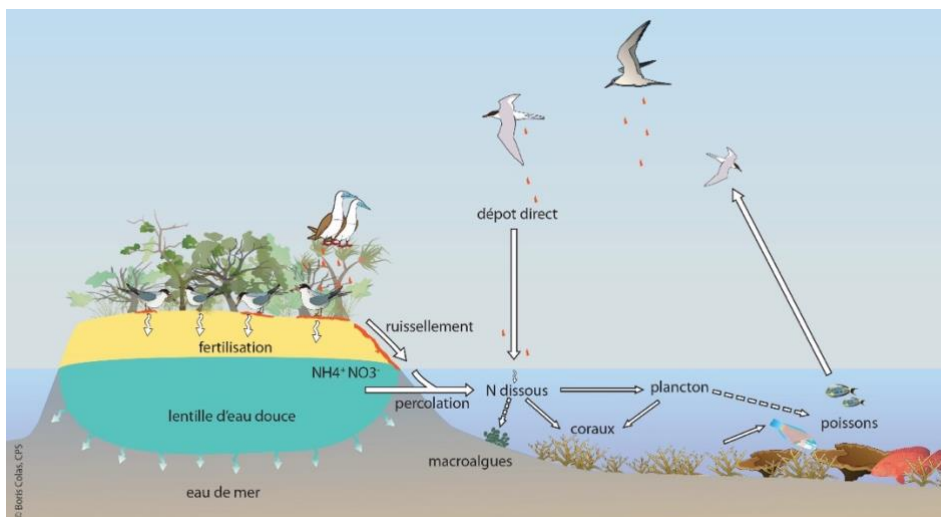


Figure 1. Diagramme schématique de l'entrée d'azote provenant du guano dans l'écosystème corallien. Modifié d'après Lorrain et al. 2017.

Ainsi, si depuis 2017, les études se sont succédées pour confirmer le rôle des nutriments issus du guano sur les écosystèmes coralliens (Lorrain et al. 2017, Graham et al. 2018, Benkwitt et al. 2019, 2021, Thibault et al. 2022), il apparaît désormais primordial (i) de comprendre par quels mécanismes ces nutriments sont relargués dans le milieu marin, en particulier par percolation et apport par décharges d'eaux souterraines (ii) d'étudier les apports en métaux liés à ce guano, (iii) d'estimer les flux associés, et enfin (iv) de voir en quelles proportions ces métaux sont incorporés dans les premiers maillons du réseau trophique (algues et coraux).

Objectifs et attendus du stage

La campagne CACAO a permis de mesurer les isotopes du radium sur plusieurs radiales ainsi que dans la lentille d'eau douce présente sous les îlots (eau souterraine). Sur ces mêmes radiales, des échantillons de métaux traces dissous et particulaires ont été prélevés à la même résolution. Une fois ces échantillons analysés, les données permettront de calculer des flux de métaux sur des gradients cote large à proximité des 2 îlots Huon et Surprise abritant de larges colonies d'oiseaux.

En plus des échantillons d'eau (eaux filtrées, non filtrées et particules N = 35), des échantillons de Guano (N = 7), macroalgues (N = 56), et coraux N = 50 ont été prélevés. Ils seront minéralisés puis analysés par l'étudiant(e) par ICP-MS au PSO à Brest afin de déterminer les concentrations en 17 éléments traces (Planquette et Sherrell, 2012). Les données de biomasse des oiseaux par espèce sont également disponibles et permettront de calculer les quantités de guano déversées.

Plusieurs objectifs sont attendus de ce stage :

1. Étudier la distribution des éléments traces dans les phases dissoutes (Fe, Mn, Cu, Co, Ni, Zn, Pb) et particulaire (P, Fe, Mn, Cu, Co, Ni, Zn, Cd, Al, Ti, V, Cr, Mo, Y, Sr, Ba and Pb) des eaux souterraines (lentille) et récifales, filtrées et non filtrées et du guano.
2. Confirmer le rôle de ces eaux souterraines et du guano sur les apports de métaux et quantifier les flux associés sur plusieurs radiales côte large proches des îlots.
3. Évaluer comment ces métaux sont intégrés dans les macroalgues et les coraux

Ce stage sera encadré (50% équipe CHIBIDO, 50% équipe DISCOVERY)

Anne Lorrain, préparation des échantillons de macroalgues et coraux, interprétation des données

Hélène Planquette/Emilie Leroy, analyses de métaux dissous et particulaires, interprétation et calculs de flux à partir des isotopes Ba

Matthieu Waeles, analyses métaux guano, coraux, macroalgues, interprétation

Bibliographie

- Benkwitt CE, Gunn RL, Le Corre M, Carr P, Graham NAJ (2021) Rat eradication restores nutrient subsidies from seabirds across terrestrial and marine ecosystems. *Curr Biol* 31:2704-2711.e4.
- Benkwitt CE, Wilson SK, Graham NAJ (2019) Seabird nutrient subsidies alter patterns of algal abundance and fish biomass on coral reefs following a bleaching event. *Glob Change Biol* 25:2619–2632.
- Biscéré T, Lorrain A, Rodolfo-Metalpa R, Gilbert A, Wright A, Devissi C, Peignon C, Farman R, Duvicilbourg E, Payri C, Houlbrèque F (2017) Nickel and ocean warming affect scleractinian coral growth. *Mar Pollut Bull* 120:250–258.
- Biscéré T, Rodolfo-Metalpa R, Lorrain A, Chauvaud L, Thébault J, Clavier J, Houlbrèque F (2015) Responses of Two Scleractinian Corals to Cobalt Pollution and Ocean Acidification. *PLOS ONE* 10:e0122898.
- De La Peña-Lastra S, Pérez-Alberti A, Ferreira TO, Huerta-Díaz MÁ, Otero XL (2022) Global deposition of potentially toxic metals via faecal material in seabird colonies. *Sci Rep* 12:22392.
- Graham NAJ, Wilson SK, Carr P, Hoey AS, Jennings S, MacNeil MA (2018) Seabirds enhance coral reef productivity and functioning in the absence of invasive rats. *Nature* 559:250–253.
- Lorrain A, Houlbrèque F, Benzoni F, Barjon L, Tremblay-Boyer L, Menkes C, Gillikin DP, Payri C, Jourdan H, Boussarie G, Verheyden A, Vidal E (2017) Seabirds supply nitrogen to reef-building corals on remote Pacific islets. *Sci Rep* 7:3721.
- Savage C (2019) Seabird nutrients are assimilated by corals and enhance coral growth rates. *Sci Rep* 9:4284.
- Thibault M, Houlbreque F, Duprey NN, Choisnard N, Gillikin DP, Meunier V, Benzoni F, Ravache A, Lorrain A (2022) Seabird-Derived Nutrients Supply Modulates the Trophic Strategies of Mixotrophic Corals. *Front Mar Sci* 8.