

Mai 2023

ISSN 2777-8282

Bulletin édité par Nicolas Gasco. Contact: dmpa.peche@mnhn.fr

UMR BOREA (Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques), Muséum national d'Histoire naturelle.

CP 26, 43 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05, France

page

Le régime alimentaire des raies	1
Les îles Saint Paul et Amsterdam	3
Croissance et âge de la langouste	5
Un air de famille	6

Le régime alimentaire des raies

Les raies sont régulièrement capturées en tant que prises accessoires dans la pêche palangrière à la légine australe (*Dissostichus eleginoides*) alors que leurs traits d'histoire de vie (croissance lente, maturité tardive) les rendent particulièrement vulnérables à une mortalité accrue. L'acquisition de connaissances sur l'écologie des raies est donc essentielle pour évaluer l'impact de la pression de pêche sur les populations de raies.

La niche trophique d'une espèce décrit principalement les types de proies utilisées : une niche trophique vaste correspond à une importante diversité de proies et/ou de tailles de proies et/ou d'habitats exploités (benthique vs. pélagique). A l'inverse, une niche trophique restreinte désigne une faible diversité de proies et/ou de tailles de proies et/ou d'habitats. Certaines espèces, dites généralistes, sont susceptibles d'être moins vulnérables aux perturbations que d'autres parce que leur vaste niche trophique leur confère la possibilité de se nourrir sur un large choix de proies. Au contraire, les espèces dites spécialistes sont associées à une niche trophique restreinte et sont souvent plus vulnérables aux changements environnementaux.

L'étude de contenus stomacaux fournit des

informations sur la diversité spécifique, l'abondance et l'occurrence des proies consommées par des prédateurs. De plus, les analyses isotopiques sur les tissus sont généralement utilisées en complément pour obtenir des informations sur les relations prédateurs-proies et l'utilisation des ressources dans l'écosystème. En écologie marine, la signature isotopique en carbone ($\delta^{13}\text{C}$) renseigne sur la source de production primaire (photosynthèse ou matière organique) qui informe sur l'habitat, et la signature isotopique en azote ($\delta^{15}\text{N}$) indique la position du prédateur dans la chaîne alimentaire.

A Kerguelen, deux espèces de raies sont principalement capturées, *Bathyrja eatonii* et *B. irrasa*. Des estomacs et des tissus ont été prélevés pendant 3 marées en 2020 et 2021 à bord des navires « Ile de la Réunion II » et « Cap Kersaint » dans le cadre des Plans de Campagnes Expérimentales (Fig.1). Les estomacs ont été analysés en laboratoire grâce à l'aide d'Yves Cherel (spécialiste du régime alimentaire au CNRS de Chizé). Le contenu des estomacs a été pesé et trié en plusieurs catégories puis identifié à l'espèce principalement grâce aux pièces dures (becs de céphalopodes, otolithes de poissons et exosquelette

Copeck:

COntôleur(se) des PEChes

des crustacés). Les échantillons de tissus associés ont, quant à eux, été analysés (pour les isotopes) au Pôle Spectrométrie Océan (Plouzané).

90 estomacs de *B. eatonii* et 91 de *B. irrasa* ont été analysés comptabilisant plus de 1015 proies identifiées provenant de 57 espèces différentes. Cette grande diversité de proies montre que les deux espèces peuvent être considérées comme des prédateurs généralistes avec des régimes alimentaires principalement constitués de crustacés, poissons et annélides. Les contenus stomacaux de *B. eatonii* contenaient en masse une majorité de poissons et de crustacés tandis qu'en nombre, les crustacés étaient prédominants, surtout l'isopode *Ceratoserolis trilobitoides*, proie la plus importante. Les autres proies majeures étaient les décapodes du genre *Pasiphaea* et *Campylonotus capensis* mais aussi les poissons avec la présence de Myctophidés dont *Gymnoscopelus piabilis* et de Paralepididés dont *Magnisudis prionosa*. Les contenus stomacaux de *B. irrasa* contenaient une majorité de crustacés et de céphalopodes en masse. En nombre, les crustacés étaient aussi prédominants, avec notamment les isopodes *Brucerolis bromleyana* et *Sursumura sp.* (une espèce probablement nouvelle pour la science). Les annélides polychètes étaient les proies les plus abondantes après les crustacés, suivis par les poulpes *Muusoctopus thielei* et *Graneledone gonzalezzi*. Bien que les deux espèces se nourrissent sur les mêmes groupes de proies, la proportion en masse et l'occurrence de chaque groupe varient d'une espèce à l'autre. Les résultats montrent que *B. eatonii* se nourrit de proies benthiques et pélagiques alors que *B. irrasa* se nourrit presque exclusivement de proies benthiques. Ces variations interspécifiques dans la composition en proies et l'habitat sont bien connues chez les espèces de raies co-occurentes cependant les analyses isotopiques n'ont pas montré de différence en

$\delta^{13}\text{C}$ entre les deux espèces (Fig. 2). A l'inverse, la signature en azote de *B. irrasa* était supérieure à celle de *B. eatonii* ce qui suggère une plus haute position trophique ou une plus forte affinité avec le réseau trophique benthique (plus enrichi en azote que le réseau trophique pélagique, surtout dans les grandes profondeurs). Aussi, les différences de régime alimentaire pourraient être expliquées par la distribution bathymétrique des deux espèces de raie et l'abondance des proies entre les différentes gammes de profondeur. En effet, *B. eatonii* préfère le plateau continental et le haut de la pente alors que l'on retrouve *B. irrasa* à de plus grandes profondeurs et l'on sait par exemple que les Myctophidés sont des poissons pélagiques qui peuvent devenir accessibles aux prédateurs benthiques lorsqu'ils migrent en profondeur la journée (migrations nyctémérales). Bien que l'on ait la preuve de la présence de ces poissons pélagiques à des profondeurs supérieures à 1000 m, ils deviennent moins abondants quand la profondeur augmente.

Peu d'études ont été menées sur l'écologie alimentaire de la légine à Kerguelen, mais dans d'autres zones de l'Océan austral il a été montré que cette espèce se nourrit de poissons tels que les Myctophidés, les céphalopodes, les crustacés et les annélides polychètes. Les valeurs isotopiques des raies apparaissent inférieures à celle de la légine qui pourrait être un des seuls prédateurs de raies sur le plateau de Kerguelen. La diminution d'abondance de l'une de ces espèces pourrait donc avoir des répercussions sur l'autre.

Enfin, nos résultats pourront être utiles pour évaluer les potentielles améliorations techniques pour réduire la capturabilité des raies. Par exemple, les avançons flottants, actuellement en test en Australie, décollent les hameçons du fond et pourraient permettre aux raies totalement benthiques, comme *B. irrasa*, de les éviter.

Cette étude montre qu'en tant que prédateur supérieur et parmi les espèces benthiques les plus abondantes à Kerguelen, des changements significatifs des populations de raies

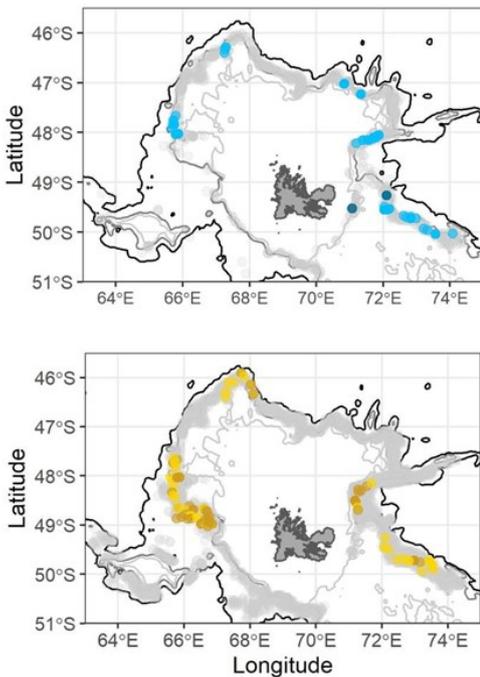


Figure 1: Localisation des captures de raies (en gris) et des échantillons collectés *Bathyraja eatonii* (en bleu) *B. irrasa* (en jaune). Les isobathes 500, 1,000 and 2,000 m sont indiqués.

dus à la mortalité pourraient avoir des effets sur la structure du réseau trophique. Les différences interspécifiques mises en évidence peuvent être la conséquence de la compétition entre les espèces mais peuvent aussi refléter les différences d'abondance des proies en fonction de la profondeur. Ces résultats appuient l'importance de considérer les deux espèces de raies séparément dans le but de trouver des solutions pour réduire leurs captures mais aussi le besoin de quantifier la mortalité par pêche des raies pour être capable de prédire les impacts de leur exploitation sur l'écosystème.

Johanna Faure
(BOREA)

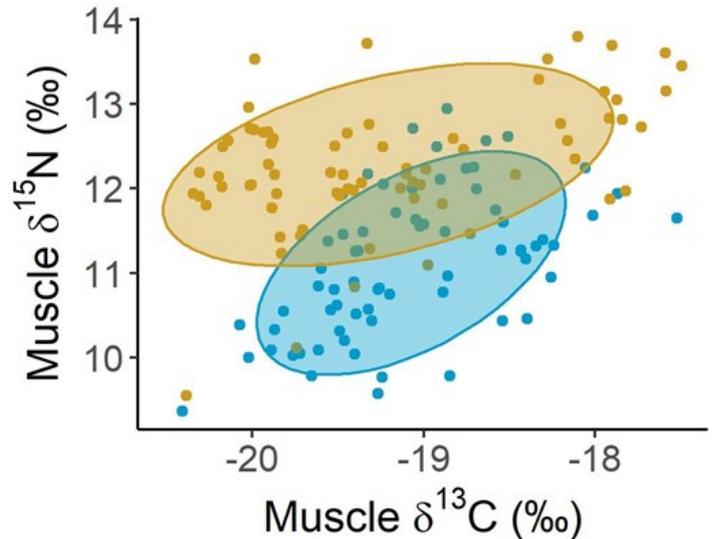


Figure 2: Valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{13}\text{C}$ dans le muscle, avec ellipse (70% des données), de *Bathyraja eatonii* (bleu) et *B. irrassa* (jaune).

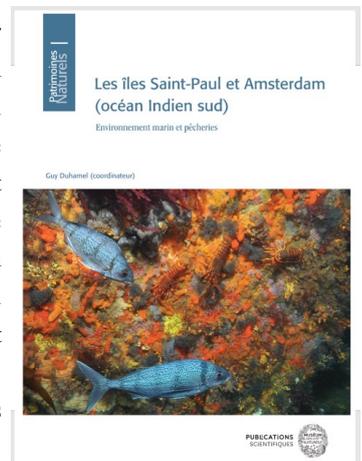
Faure, J., Gasco, N., Bonillo, C., Munaron, J. M., Cherel, Y., & Péron, C. (2023). Feeding ecology of two deep-sea skates bycaught on demersal longlines off Kerguelen Islands, Southern Indian Ocean. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 103980.

Nouvel ouvrage sur les îles Saint-Paul et Amsterdam

Début 1978, un sujet de mémoire de DEA d'océanographie biologique « Dynamique des populations de langouste *Jasus paulensis* aux îles Saint-Paul et Amsterdam » proposé par le Pr. J.-C. Hurreau du MNHN avait attiré le coordinateur de l'ouvrage. Un sujet de thèse avec embarquement sur un navire de pêche se profilait derrière. Toute une carrière scientifique de l'intéressé au MNHN s'ensuivit, consacrée aux poissons et aux pêcheries australes ! Au terme de ce parcours germa l'idée de conclure cette longue carrière au MNHN par la rédaction d'un ouvrage consacré aux îles Saint-Paul et Amsterdam. Certes, le domaine terrestre avait livré une grande partie de ses secrets par des ouvrages de différents auteurs mais le domaine marin, le plus méconnu des Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF), restait inexploré.

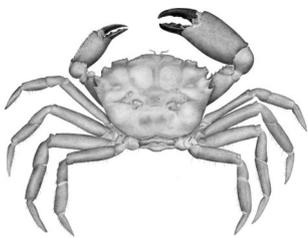
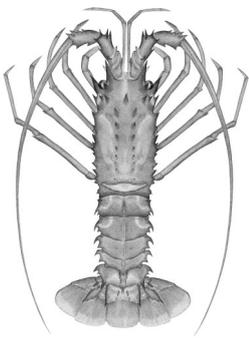
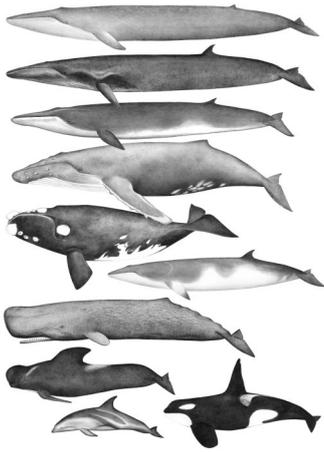
Seul, l'entreprise ne pouvait qu'aboutir à une vision partielle du do-

main concerné, aussi l'idée de s'entourer des meilleurs spécialistes vit le jour en 2017. Une fois ces derniers identifiés, il restait à trouver un éditeur pour produire un ouvrage de qualité. Guy Duhamel avait déjà expérimenté en 2005 la série « Patrimoines naturels » des Editions du Muséum et elle répondait à ces critères. Il présenta le projet « Les îles Saint-Paul et Amsterdam. Environnement marin et pêcheries » à la rédaction qui l'accepta. Alors commença un long travail d'écriture, d'échanges avec les autres auteurs, de recherche de documentation, de contacts oraux et écrits, de demandes d'autorisations de reproduction de documents anciens. Les années de gestation de l'ouvrage furent fertiles : conception du sommaire, découvertes de documents inédits, réflexions pour rendre attrayant à tout public des séries de faits ou des données parfois rébarbatives. Le fonds de sujets semblait inépuisable tant il était riche dans les parties scientifiques et historiques. L'isolement



Couverture du livre.

<https://sciencepress.mnhn.fr/fr/collections/patrimoines-naturels/les-iles-saint-paul-et-amsterdam-ocean-indien-sud>



Illustrations (N. Gasco) issues du livre. De haut en bas: tous les cétacés présents sur la zone, *Projasus parkeri*, *Beuroisia duhameli*.

de ces îles au milieu de l’océan Indien sud n’est pas étranger à l’intérêt qu’elles ont suscité. Même si françaises depuis la fin du XIX^{ème} siècle, ces îles furent découvertes, fréquentées, étudiées et exploitées par de nombreuses nations (Pays-Bas, Autriche, Grande-Bretagne, Etats-Unis d’Amérique, Australie, Afrique du Sud, etc.) qui en conservent des archives originales. Aidé par des géologues, océanographes, biologistes, halieutes et historiens, la collecte des informations fut un long travail. Y contribuèrent aussi nombre d’instituts scientifiques, d’administrations, de musées, de bibliothèques nationales et fonds privés, des armateurs de pêche, des associations et souvent des personnes individuelles dans un esprit très constructif, sans oublier l’apport essentiel des photographes. L’iconographie et la richesse des textes en sont le reflet. Pour ajouter une touche originale à cet ouvrage il a été fait appel à des artistes pour reproduire la diversité des espèces et les paysages, y compris sous-marins. Les remerciements illustrent les très nombreuses contributions obtenues.

Que trouver dans cet ouvrage ? L’origine et l’évolution du socle sous-marin de ces îles, leurs positions par rapport aux masses d’eaux environnantes et les caractéristiques de ces dernières, une description des espèces marines présentes avec les listes faunistiques détaillées et actualisées ainsi que les principaux traits de vie des espèces clés. Ensuite tout l’aspect anthropique est abordé. Des découvertes aux passages réguliers des marchands et colonisateurs des « Indes orientales » et de la « Nouvelle-Hollande », des phoquiers et baleiniers anglais, américains et français. Les premières installations dans le cratère de l’île Saint-Paul de pêcheurs réunionnais et enfin la revendication territoriale qui conduisit

aussi à l’établissement de la station permanente de l’île Amsterdam résultèrent de cette fréquentation. A cela s’ajoutent les campagnes scientifiques à partir de navires d’exploration et la permanence d’une activité de pêche hauturière. Toute cette activité a engendré des excès et une dégradation du milieu qui ont conduit à l’établissement d’une Réserve naturelle nationale pour préserver ces milieux originaux reconnus par l’Unesco. Une abondante bibliographie (comprenant les sites internet consultés) pour retrouver les sources de documentation clôt l’ouvrage.

Il a fallu mettre à jour continuellement les textes et illustrations à la faveur du flux d’informations reçues. Il est certain que l’ouvrage ne peut être exhaustif tant au niveau des passages de navires recensés que des espèces marines présentes autour de ces îles mais c’est un point d’étape que les chercheurs alimenteront à l’avenir.

Avec l’aide de l’éditrice, G. Chavassieu, un long travail de mise en forme, de vérifications ultimes après le travail des relecteurs, de choix d’illustrations a été nécessaire pour aboutir à un volume au nombre de pages conséquent relatant l’environnement marin (du substrat sous-marin aux espèces fréquentant ou évoluant dans la colonne d’eau surplombant) et les pêcheries (prises au sens anglo-saxon, c’est-à-dire incluant la chasse aux mammifères marins et la pêche aux poissons et divers invertébrés marins) avec beaucoup d’histoires humaines heureuses ou tragiques.

La boucle est ainsi bouclée avec cette parution de l’ouvrage début 2023. Saint-Paul et Amsterdam méritaient bien une synthèse marine !

Guy Duhamel

DUHAMEL G. (coord.) 2023. — *Les îles Saint-Paul et Amsterdam (océan Indien sud). Environnement marin et pêcheries*. Muséum national d’histoire naturelle, Paris, 384 p. (Patrimoines naturels ; 84)

Croissance et âge de la langouste

À l'instar des autres crustacés, les langoustes grandissent par phases, marquées par des périodes de mue, durant lesquelles les individus vont abandonner leurs cuticules (enveloppe dure chitineuse qui forme l'exosquelette). Bien que le nombre de mues annuelle soit variable chez de nombreuses espèces de langoustes tropicales, les adultes de l'espèce *Jasus paulensis* ne procéderaient qu'à une seule mue au cours de l'hiver. La croissance, et donc le nombre de mues, diminue avec l'âge, de quelques jours chez les premiers stades à une année voir à dépasser l'année chez les vieux individus. Chez les femelles, la croissance ralentie lorsque la maturité est atteinte. L'énergie est allouée à la production d'oeufs et à la reproduction au détriment de la croissance.

En 1985, le MNHN a lancé la première expérimentation de Capture-Marquage-Recapture (CMR) à Amsterdam, au cours de laquelle 4 489 langoustes ont été marquées à l'aide de marques "spaghettis". Cette campagne précurseur a été suivie par 2 expérimentations successives en 2015 et 2016 à St Paul et Amsterdam puis une expérimentation en 2017 sur le banc des 16 milles. Au total, 15 151 langoustes ont été ainsi marquées puis relâchées dans les eaux de St Paul et Amsterdam. L'objectif de ces expérimentations était axé sur l'estimation des abondances, mais l'observation de l'évolution de la taille des individus entre le marquage et la recapture permet également d'étudier leur croissance. Le taux de croissance dépend de nombreux facteurs biotiques et abiotiques, tels que la température de l'eau ou la disponibilité en nourriture. L'observation de la croissance *in situ* a l'avantage de limiter les biais liés à l'environnement, contrairement aux expériences *in vitro* faites sur les langoustes captives. Cependant, le marquage peut interférer avec la physiologie de la langouste (blessure, infection) et ainsi diminuer

les taux de croissance.

Les taux de croissance annuels observés chez les langoustes de tailles légales (>56 mm de longueur céphalothoracique, LC) à St Paul et Amsterdam varient peu et sont en moyenne de 1,8 mm pour les femelles et de 5 mm pour les mâles (Fig. 1). Sur le banc des 16 milles, les taux de croissance annuels sont beaucoup plus élevés et atteignent 12,3 mm (augmentation d'un facteur 2,5) pour les mâles et 2,6 mm (augmentation d'un facteur 1,5) pour les femelles (Fig. 1). Les particularités de la sous-population et l'influence de l'environnement du banc des 16 milles con-

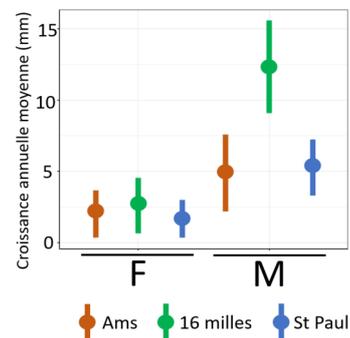


Figure 1 : Croissance annuelle moyenne observée chez les langoustes mâles et femelles à St Paul, Amsterdam et sur le banc des 16 milles.

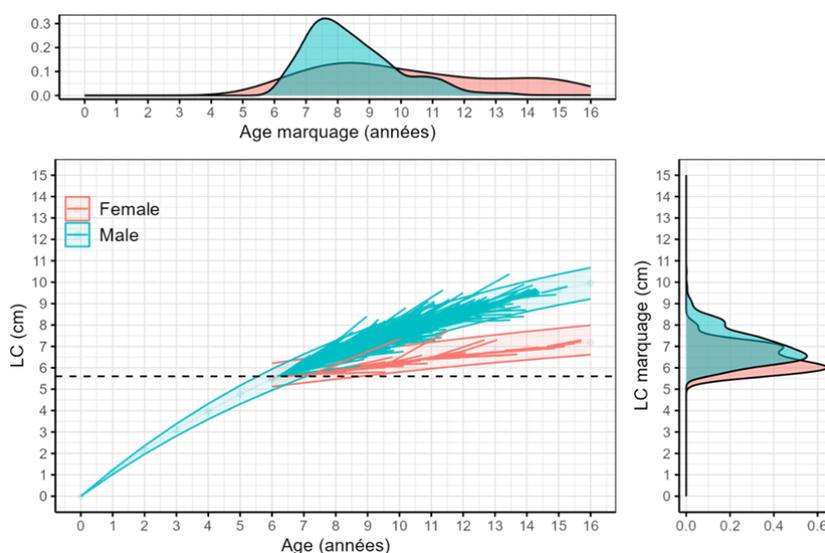


Figure 2 : Courbes de croissance de Von Bertalanffy estimées par sexe à partir des données collectées lors des expérimentations de CMR à St Paul et Amsterdam (hors banc des 16 milles) à bord des navires de pêche (courbes pleines colorées), et trajectoires de croissances individuelles des individus marqués (segments colorés).

duisant à ces taux de croissance particulièrement élevés sont encore à élucider.

Les taux de croissance renseignent sur plusieurs paramètres, dont la longueur asymptotique moyenne de la carapace (LC_{inf}). Ces paramètres sont ensuite utilisés pour calculer les courbes de croissance (Fig. 2), qui sont déduites sans information sur l'âge des individus en s'appuyant sur des informations complémentaires sur la taille (LC) à l'âge théorique, 0 correspondant au stade post-puerulus. La courbe de croissance est une

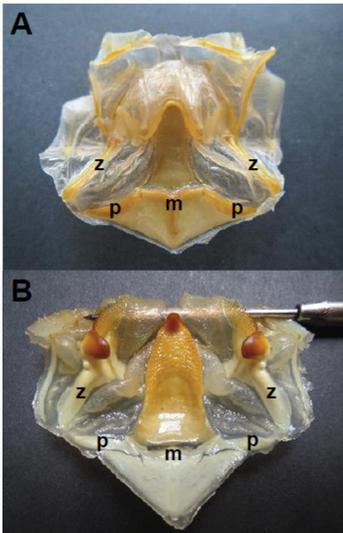


Figure 3 : Moulin gastrique extrait de l'estomac pour exposer l'osselet mesocarde (m), pterocarde (p) and zygo-card (z). A: Vue dorsale et B: Vue ventrale (tiré de Leland, J., & Bucher, D. (2017). Direct age determination with validation for commercially important Australian lobster and crab species: Western, Eastern, Southern and Ornate Rock Lobsters and Crystal, Giant and Mud Crabs. Fisheries Research and Development Corporation and Southern Cross University.)

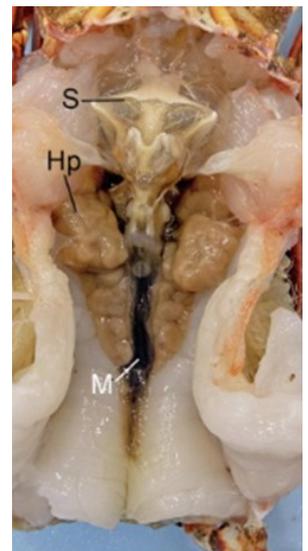
composante essentielle des modèles d'évaluation de stock qui permet de convertir en âge toutes les données en taille collectées à bord par les copecs.

L'âge des individus est un élément essentiel pour comprendre le cycle de vie des populations exploitées, et permettrait de valider les courbes de croissance obtenues par des approches indirectes basées sur des expérimentations de CMR. Pour les téléostéens, l'âge peut être déterminé à partir de la lecture des stries de croissance annuelles sur les otolithes, concrétions calcaires situées dans l'oreille interne. En revanche, l'âge chez les crustacés est difficile à déterminer, car les structures calcifiées sont perdues au fur et à mesure de la croissance et des mues successives au cours desquelles les individus se débarrassent notamment de leurs cuticules. Néanmoins, pour certaines espèces de crustacés, dont le genre *Jasus*, l'âge d'un individu peut être déterminé par l'analyse des marques de croissance déposées séquentiellement dans certaines structures calcifiées dont les osselets des moulins gastriques (Fig. 3). Ces pièces calcifiées articulées situées dans le large estomac (Fig. 4) servent à broyer les

aliments en fines particules. En ce sens, des moulins gastriques ont été prélevés dans le cadre d'un protocole d'échantillonnage mis en place en 2022 portant sur la maturité des langoustes et des tests de lecture d'âge seront réalisés dans le cadre d'un projet porté par le MNHN.

Jules Selles
(BOREA)

Figure 4 : Position de l'estomac et du moulin gastrique. La gonade a été enlevée et l'estomac où l'on peut voir le moulin gastrique (S) et l'intestin moyen (M) sont situés dorsalement à l'hépatopancréas (Hp). (tiré de Leland et al. 2017)



Un air de famille



CR187 photographié à Crozet en 2009 (auteur: N. Gasco) avec sa mère puis en 2022 (auteur: R. Bochart) avec son premier petit.



Tout début 2009 naissait CR187, photographié depuis le navire « Ile de la Réunion » à Crozet.

Le 10 novembre 2022, Romain Bochart, à bord du « Mascareignes », photographiait pour

la première fois CR187 avec son petit !

Nicolas Gasco
(BOREA)