

Parastichopus regalis, principal hôte de *Carapus acus* dans les eaux tempérées de la mer Méditerranée et du nord-est de l'océan Atlantique

Mercedes González-Wangüemert^{1,*}, Camilla Maggi², Sara Valente¹,
Jose Martínez-Garrido¹ et Nuno Vasco Rodrigues³

Résumé

L'aurin, *Carapus acus*, vit en association avec plusieurs espèces d'holothuries. Sa fréquence d'association dépend en grande partie de la disponibilité des hôtes et de leur répartition depuis les secteurs potentiels de concentration larvaire. Les relations entre *Carapus acus* et six espèces d'holothuries de la mer Méditerranée et du nord-est de l'océan Atlantique ont été évaluées. L'aurin n'a été observé que chez *Parastichopus regalis*. Les 21 spécimens d'aurin découverts venaient du sud-est de l'Espagne et mesuraient entre 7 et 21,5 cm. Deux holothuries situées à proximité de Valence hébergeaient deux poissons adultes chacune. Ces couples d'aurins, observés pendant la période estivale, ont pu se reproduire à l'intérieur de leur hôte, un phénomène qui avait déjà été signalé par d'autres auteurs. L'aurin ne semble pas choisir son hôte en fonction de sa taille, la corrélation entre la longueur du poisson et le poids de l'hôte ne présentant aucune valeur significative.

Introduction

Les relations inter-espèces sont communes dans le milieu marin. Il s'agit de relations étroites entre des organismes d'espèces distinctes pouvant prendre plusieurs formes : mutualisme, commensalisme ou parasitisme (Eeckhaut 2003). Plus de 800 espèces ont développé des associations avec différents membres de l'embranchement des échinodermes (Lyskin et Britaev 2005), le plus grand nombre de relations inter-espèces étant observé chez les Holothuroïdes (Eeckhaut et al. 2004).

Un large éventail de poissons, le plus couramment des aurins, sont capables de s'associer à différents invertébrés, notamment aux holothuries. Les aurins appartiennent à la famille des carapidés, qui comprend deux sous-familles, les Pyramodontinae et les Carapinae, et deux tribus : les Echiodontini et les Carapini (deux genres : *Carapus* et *Encheliophis*) (Parmentier et al. 2000). Les membres de la tribu des Carapini sont de petits poissons anguilliformes qui ont développé une relation symbiotique avec les holothuries : le poisson élit domicile dans l'arbre respiratoire ou la cavité coelomique de l'animal, qui lui sert de rempart aux prédateurs, de source de nourriture et d'abri jusqu'à l'âge adulte (Trott 1981). Les aurins blessent légèrement l'échinoderme au moment de l'association, puisqu'ils percent le tube digestif et l'arbre respiratoire de l'holothurie quand ils pénètrent ou quittent leur hôte.

Carapus acus (Brünnich, 1768) est présent dans toute la mer Méditerranée et la côte ouest d'Afrique du Nord, à des profondeurs allant de 1 à 150 mètres (Nielsen et al.

1999). L'espèce est communément observée dans la partie occidentale de la mer Méditerranée, surtout au large de l'Italie, de l'Espagne et de la France. On la trouve également en mer Adriatique et en mer Égée. Elle est souvent observée en association avec les holothuries *Parastichopus regalis* et *Holothuria tubulosa* (Gmelin 1790). L'aurin est un poisson filiforme, dépourvu d'écaillles. Ses longues nageoires dorsale et anale se rejoignent à l'extrémité de sa nageoire caudale effilée (figure 1). Les spécimens de *Carapus acus* ont une gueule arrondie, une dentition robuste et une bouche largement fendue. Ils possèdent une rangée externe de grandes dents coniques incurvées et plusieurs petites dents du côté interne (Parmentier et al. 1998, 2000). Leur corps anguilliforme est translucide et présente une quinzaine de taches or-argenté irisées sur les flancs, au niveau de l'opercule et de la région thoracique. Tout comme ses congénères, *Carapus acus* mesure une vingtaine de centimètres de long, tout au plus. Il se reproduit entre juillet et septembre (Trott et Olney 1986). Avant de s'introduire à l'intérieur de l'holothurie, les spécimens de *C. acus* sont capables d'émettre des sons, qui ne leur servent pas à détecter la présence d'un autre inquilin, mais se déclenchent en présence de congénères déjà installés dans l'hôte (Eeckhaut et al. 2004).

Dans le présent article, nous faisons état de la présence de *C. acus* (Brünnich, 1768) chez l'hôte *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) dans la partie occidentale de la mer Méditerranée et décrivons certains des attributs anatomiques, morphologiques et comportementaux de *C. acus* qui pourraient contribuer à une meilleure compréhension de l'espèce.

¹ Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal

² Università Politecnica delle Marche, Piazza Roma 22, 60121, Ancona, Italy

³ GIRM-School of Tourism and Maritime Technology, Marine Resources Research Group, Polytechnic Institute of Leiria, 2520-641 Peniche, Portugal

* Auteur à contacter : mwanguemert@ualg.pt

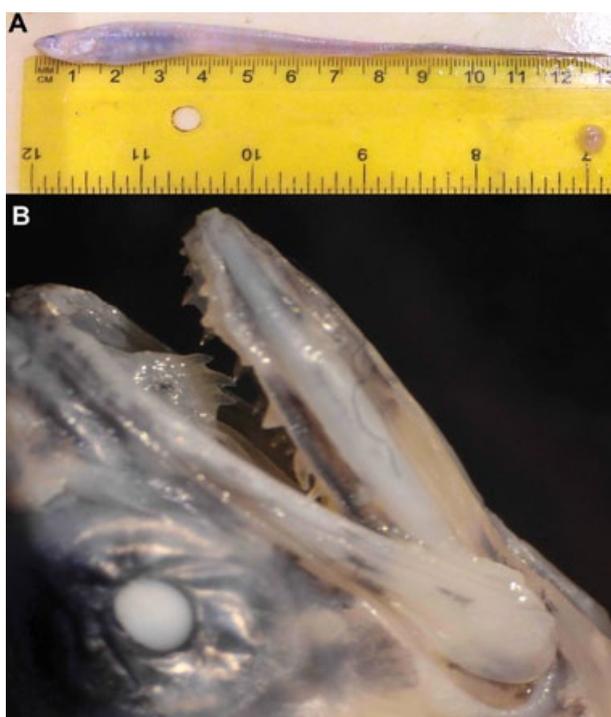


Figure 1. A) Spécimen de *Carapus acus* prélevé dans le sud-est de l'Espagne et conservé dans de l'éthanol ; B) Vue détaillée de sa dentition.

Matériel et méthodes

Sites étudiés

Avec le soutien du projet CUMFISH⁴, des holothuries ont été prélevées dans leur milieu naturel afin d'analyser la fréquence d'association de *Carapus acus*. Au cours des échantillonnages, des spécimens de plusieurs espèces ont été prélevés : *Holothuria poli* (Delle-Chaije, 1823), *H. mammata* (Grube, 1840), *H. tubulosa*, *H. sanctori* (Delle Chiaje, 1823), *H. arguinensis* (Koehler et Vaney, 1906) et *Parastichopus regalis*. Les sites échantillonnés couvraient les aires de répartition des espèces visées en mer Méditerranée et dans l'océan Atlantique (González-Wangüemert et al. 2013). La plupart des individus ont été capturés par des plongeurs en scaphandre autonome, à l'exception des spécimens de *P. regalis* qui vivent en eau profonde. Ces derniers ont été pêchés entre mai et juillet 2013 par l'Institut espagnol d'océanographie (IEO, <http://www.ieo.es>) au cours de campagnes MEDITS (campagne internationale de chalutage démersal en Méditerranée) réalisées le long du plateau continental et de la pente au large du littoral sud-est espagnol. Les spécimens de Sicile ont été chalutés entre 2012 et 2013 avec la collaboration de l'Institut pour l'environnement marin côtier du Centre national de recherche (IAMC-CNR, <http://www.iamc.cnr.it/IAMC/>).

Analyse

La fréquence d'association de *Carapus acus* avec des holothuries a été établie. Chaque aurin a été photographié à l'intérieur de son hôte et a été mesuré et pesé (longueur totale et poids total). Les spécimens ont ensuite été conservés dans de l'éthanol à 100 %. Un petit échantillon de tissu (3–5 mg) a été prélevé au niveau du muscle dorsal de chaque poisson et immergé dans de l'éthanol absolu à des fins d'analyses génétiques plus poussées. La relation entre le poids de l'hôte et la taille du poisson a été calculée.

La longueur totale et le nombre de vertèbres des spécimens de *C. acus* associés à *P. regalis* ont été définis en tant que variables méristiques (indiquant le nombre de parties du corps dénombrées selon une segmentation préétablie du corps). Les informations relatives au squelette axial ont été obtenues grâce au système Kodak DXS 400 (radiographie numérisée d'échantillons), qui offre la meilleure résolution du marché pour ce type d'appareil.

Résultats et discussion

Au cours du projet CUMFISH, 1 880 spécimens de différentes espèces d'holothuries ont été prélevés : *Holothuria tubulosa* (n = 390), *H. mammata* (n = 427), *H. poli* (n = 397), *H. sanctori* (n = 100), *H. arguinensis* (n = 269) et *Parastichopus regalis* (n = 297). La fréquence d'association de *Carapus acus* variait fortement selon l'espèce hôte considérée et son origine géographique. Sur les six espèces d'holothuries étudiées (appartenant à deux genres distincts), seule l'espèce *Parastichopus regalis* entretenait une relation de commensalisme avec *C. acus*. En Sicile, sur les 51 spécimens de *P. regalis* prélevés, 21 individus (41,17 %) abritaient *C. acus*. Au total, 241 individus de l'espèce ont été collectés le long de la côte est de l'Espagne : 39 en Catalogne, 74 à Valence, 37 à Alicante, 9 au cap de Gate, 9 à Castell de Ferro et 73 en mer d'Alboran. Vingt et un aurins ont été découverts à l'intérieur de spécimens d'holothuries (*P. regalis*) recueillis dans trois localités : Alicante, Valence et cap de Gate (tableau 1) : 6 à Alicante, 14 à Valence et seulement 1 au cap de Gate (longueur totale = 12,1 cm ; poids total = 1,94 g). Les fréquences d'association étaient respectivement de 16,2 % à Alicante, de 18,9 % à Valence et de 11,1 % au cap de Gate.

Les aurins prélevés dans le sud-est de l'Espagne mesuraient entre 7 et 21,5 cm et pesaient entre 0,28 et 16,78 g (tableau 1). À deux reprises, on a observé deux poissons au sein du même hôte (figure 2). Il s'agissait ici de deux holothuries pêchées à proximité de Valence (codes d'échantillon : RVL48 et RVL55). Ce phénomène a déjà été décrit dans la littérature scientifique (Trott et Olney 1986 ; Eeckhaut et al. 2004). La taille et le poids de chaque membre du couple ont été comparés : les deux spécimens du premier couple mesuraient 18 et 18,5 cm et pesaient 7,71 et 11,46 g, contre 18 et 20 cm et 6,6 et 8,45 g pour le second couple. On a ainsi considéré qu'il s'agissait de poissons adultes, même s'il n'a pas été possible de déterminer leur sexe en raison de l'état de conservation insuf-

⁴ Holothuries : nouvelle ressource pour une pêche vorace, PTDC/MAR/119363/2010 ; <http://www.ccmr.ualg.pt/cumfish/>

Tableau 1. Caractéristiques morphométriques des spécimens de *Carapus acus* retrouvés dans les holothuries *Parastichopus regalis* du sud-est de l'Espagne. Les valeurs minimales et maximales relevées pour chaque localité sont indiquées en gras.

| Localité | Code d'échantillon | Longueur totale (cm) | Poids total (g) |
|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------|
| Alicante (AC) | RAC7 | 13,10 | 2,23 |
| | RAC20 | 14,80 | 3,33 |
| | RAC21 | 17,00 | 8,08 |
| | RAC22 | 15,00 | 3,62 |
| | RAC34 | 14,10 | 3,12 |
| | RAC37 | 8,10 | 0,41 |
| Moyenne ± écart-type | | 13,70 ± 3,02 | 3,47 ± 2,54 |
| Valencia (VL) | RVL9 | 14,00 | 2,79 |
| | RVL15 | 7,50 | 0,28 |
| | RVL25 | 12,00 | 5,20 |
| | RVL27 | 13,00 | 2,24 |
| | RVL33 | 7,00 | 0,68 |
| | RVL42 | 21,50 | 11,35 |
| | RVL48a | 18,00 | 7,71 |
| | RVL48b | 18,50 | 11,46 |
| | RVL50 | 17,00 | 16,78 |
| | RVL52 | 17,50 | 9,68 |
| | RVL54 | 14,50 | 3,40 |
| | RVL55a | 18,00 | 6,60 |
| | RVL55b | 20,00 | 8,45 |
| | RVL58 | 16,00 | 4,59 |
| Moyenne ± écart-type | | 15,32 ± 4,31 | 6,52 ± 4,71 |

STD = standard deviation.



Figure 2. A) *Parastichopus regalis* abritant deux *Carapus acus* ;
B) *Carapus acus* fixé à l'arbre respiratoire de l'holothurie.

faisant des gonades. Le comportement de reproduction de la tribu des Carapini n'a jamais été décrit en détail, mais différents éléments donnent à penser qu'un accouplement à l'intérieur de l'hôte serait possible. Les observations dans le milieu naturel ont montré qu'un même hôte peut abriter plusieurs individus, parfois des carapidés adultes du sexe opposé. La présence de couples porte à croire que les holothuries pourraient également servir de milieu de reproduction à leur commensal (Eeckhaut et al. 2004) ; une reproduction siégeant dans l'arbre respiratoire favoriserait considérablement la réunion des gamètes et offrirait aux adultes et à leurs œufs un rempart temporaire contre la prédation au cours de la fécondation (Parmentier et Vandewalle 2005). D'après la littérature, la reproduction de *C. acus* se produit entre juillet et septembre (Trott et Olney 1986). Il se peut donc que les deux couples extraits de *P. regalis* pendant notre étude étaient en phase de reproduction, puisqu'il s'agissait de poissons adultes (d'après les relevés de taille et de poids) prélevés en été, pendant leur saison de reproduction.

Une analyse dimensionnelle a été réalisée afin de comparer le poids des holothuries hôtes et la longueur des poissons (figure 3). Étant donné que les holothuries ont naturellement tendance à se contracter, c'est le poids qui a été retenu pour établir les relations de taille entre les holothuries et les poissons commensaux. La corrélation entre longueur du poisson et poids de l'hôte n'était ni forte, ni significative sur le plan statistique. On peut donc en conclure que les aurins ne choisissent probablement pas leur hôte sur des critères de taille.

Des spécimens de *C. acus* de taille similaire ont été examinés par radiographie afin de dénombrer leurs vertèbres. Seuls des individus de même taille ont été étudiés afin d'éviter tout biais lié aux différents stades de développement du poisson. En général, le processus de calcification est moins prononcé dans la région distale de l'animal, si bien que le comptage des vertèbres était moins précis au niveau de la nageoire caudale. Le dénombrement des vertèbres nous a donné une fourchette de 84 à 92 (figure 4). La courbure du corps des poissons varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais certains attributs non musculaires (comme le nombre de vertèbres) sont réputés influencer la souplesse du squelette axial de individus, en particulier chez les espèces du genre *Carapus* (Schwarz et al. 2012).

En conclusion, *C. acus* n'a été retrouvé que chez des spécimens de *P. regalis*, alors que plus de 1 800 individus appartenant à six espèces distinctes d'holothuries ont été examinés. De nouvelles études faisant appel aux techniques de marquage moléculaire nous permettront de mieux comprendre cette espèce, en particulier sa connectivité génétique et sa diversité, et d'appréhender les facteurs susceptibles de la relier à ses hôtes.

Remerciements

Nous tenons à remercier Elena Barcala-Bellod, Angel Fernández-González, Fernando Ramos, Javier Delgado et Jorge Tornero, chercheurs à l'Institut espagnol d'océanographie, pour les travaux d'échantillonnage de *Parastichopus regalis* réalisés le long du littoral sud-est espagnol durant la campagne MEDITS 2013. Nous remercions également Tomás Vega et Manfredi Di Lorenzo pour leur assistance sur le terrain et l'organisation logistique en Sicile, ainsi que Catarina Antunes, qui nous a trans-

mis les échantillons de *P. regalis* de Quarteira (sud du Portugal). Maria Segovia et Nathalie Marquet nous ont aidés à disséquer les holothuries. Karim Erzini et Jorge Gonçalves de l'équipe ressources marines, biodiversité et conservation du CCMAR nous ont permis d'utiliser leur laboratoire humide pour les dissections. Camané Afonso a partagé avec nous son temps au laboratoire et ses connaissances pointues de la faune marine. Enfin, Paulo Gavia nous a ouvert l'accès à son matériel de radiologie. Cette étude a été réalisée avec le soutien du projet CUMFISH (PTDC/MAR/119363/2010; <http://www.ccmар.ualg.pt/cumfish/index.html>), financé par la Fundação para Ciência e Tecnologia (FCT, Portugal). M. González-Wangüemert a bénéficié d'une bourse de recherche postdoctorale FCT (SFRH/BPD/70689/2010), Jose Martínez Garrido et Sara Valente ont obtenu une bourse de recherche pour leurs travaux (CCMAR/BI/0003/2012 et CCMAR/BI/0023/2012 respectivement), et Camilla Maggi a bénéficié d'une bourse de stage Erasmus.

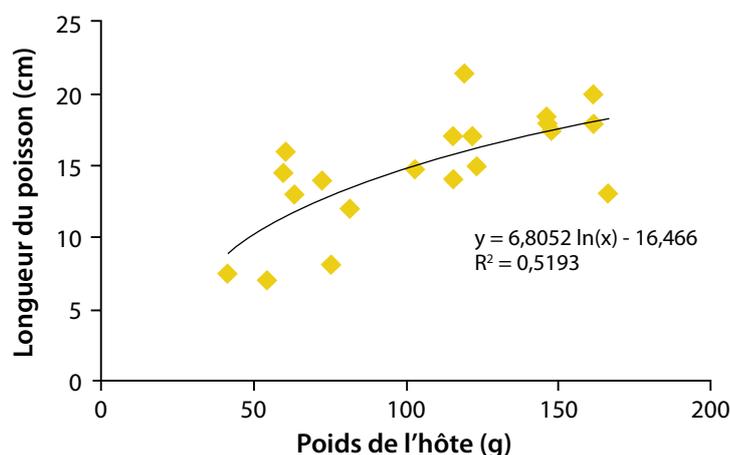


Figure 3. Courbe de régression représentant la relation entre le poids de l'holothurie hôte et la longueur du poisson inquilin.



Figure 4. Radiographie numérisée du squelette de *Carapus acus*.

Bibliographie

- Eeckhaut I. 2003. Symbiosis. p. 31–34. In: McDade M.C. (ed). Grzimeck's Animal Life Encyclopedia. Farmington Hills, MI: The Gale Group.
- Eeckhaut I., Parmentier E., Becker P., Gomez da Silva S. and Jangoux M. 2004. Parasites and biotic diseases in field and cultivated sea cucumbers. p. 311–325. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper, 463. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 24 p.
- González-Wangüemert M., Conand C., Uthicke S., Borrero-Pérez G., Aydin M., Erzini K. et Serrao E. 2013. Holothurians: nouvelle ressource pour une pêche vorace (CUMFISH). Projet PTDC/MAR/119363/2010 [Communications]. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 33:65–66.
- Lyskin S.A. and Britaev T.A. 2005. Symbionts of holothurians from South Vietnam: Intra- and interspecific interactions. Doklady Biological Sciences 401:116–119.
- Nielsen J.G., Cohen D.M., Markle D.F. and Robins C.R. 1999. Ophidiiform fish of the world (Order Ophidiiformes). An annotated and illustrated catalogue of pearlfish, cusk-eels, brotulas and other ophidiiform fish known to date. FAO Fisheries Synopsis 125(18). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 178 p.
- Parmentier E. and Vandewalle P. 2005. Further insight on carapid-holothuroid relationships. Marine Biology 146(3):455–465.

- Parmentier E., Chardon M., Poulicek M., Bussers J.C. and Vandewalle P. 1998. Morphology of the buccal apparatus and related structures in four species of Carapidae. *Australian Journal of Zoology* 46(4):391–404.
- Parmentier E., Castro-Aguirre J.L. and Vandewalle P. 2000. Morphological comparison of the buccal apparatus in two bivalve commensal Teleostei, *Encheliophis dubius* and *Onuxodon fowleri* (Ophidiiformes, Carapidae). *Zoomorphology* 120(1):29–37.
- Schwarz C., Parmentier E., Wiehr S. and Gemballa S. 2012. The locomotory system of pearlfish *Carapus acus*: What morphological features are characteristic for highly flexible fish? *Journal of Morphology* 273:519–529.
- Trott L. 1981. A general review of the pearlfish (Pisces, Carapidae). *Bulletin of Marine Science* 31(3):623–629.
- Trott L.B. and Olney J.E. 1986. Carapidae. p. 1172–1176. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J. and Tortonese E. (eds). *Fish of the northeastern Atlantic and the Mediterranean*, Vol 3. Paris: UNESCO.