

## Enfouissement et alimentation d'*Holothuria scabra* adulte (Échinodermes: Holothurides) en milieu contrôlé

Svea Mara Wolkenhauer<sup>1</sup>

### Résumé

La présente étude vise à déterminer la relation entre la température de l'eau et les comportements fousseur et alimentaire de l'adulte *Holothuria scabra* (holothurie de sable) pendant un cycle de 24 heures. Les animaux ont été placés en aquariums et soumis à un régime lumineux constant (14 heures de clarté/10 heures d'obscurité) ; la température de l'eau a été réduite d'un degré Celsius par jour, passant de 24 °C à 17 °C. L'état d'enfouissement et le comportement des holothuries ont été relevés toutes les deux heures et classés à l'aide d'un système de notation (exemples : enfouissement, alimentation, repos). Les holothuries de sable suivaient un cycle nyctéméral particulier d'enfouissement et d'alimentation ; la plupart d'entre elles étaient visibles et s'alimentaient entre 13h00 et 20h00, tandis qu'elles restaient enfouies et inactives entre 1h00 et 9h00. Les périodes d'enfouissement se sont allongées à mesure que la température diminuait, passant de 6,7 heures par jour dans une eau à 24 °C, à 14,5 heures par jour dans une eau à 17 °C. En revanche, les périodes d'alimentation ont chuté de 9,8 heures par jour dans une eau à 24 °C, à 0,8 heure par jour à 17 °C. Il existe donc une corrélation positive marquée entre la température et les comportements alimentaire et fousseur de l'espèce. D'après les résultats de cette étude, la période qui convient le mieux au recensement des populations d'holothuries de sable dans l'hémisphère Sud serait l'été (de décembre à février) entre le milieu de la journée et la fin de l'après-midi.

### Introduction

Le cycle d'enfouissement de *H. scabra* varie en fonction de l'âge de l'animal (Battaglione 1999 ; Mercier et al. 1999 ; Mercier et al. 2000 ; Uthicke 2001 ; Yamanouchi 1939 ; Yamanouchi 1956). Les juvéniles, probablement en raison des risques accrus de prédation qu'ils courent, suivent un schéma jour/nuit : ils s'enfouissent dans le substrat au lever du jour et refont leur apparition au coucher du soleil (Mercier et al. 1999). Le comportement alimentaire de *H. scabra* n'est pas toujours aligné sur son cycle d'enfouissement, en ce sens que les animaux visibles ne sont pas forcément en train de se nourrir, tandis que les individus enfouis peuvent toujours ingérer des sédiments (Mercier et al. 1999 ; Wiedemeyer 1992 ; Yamanouchi 1939 ; Yamanouchi 1956).

Il est indispensable de comprendre le comportement fousseur des holothuries si l'on veut au maximum réduire la marge d'erreur des études de recensement et de distribution des populations. En outre, les variations saisonnières du comportement de l'holothurie, qu'il s'agisse d'enfouissement ou de nutrition, peuvent avoir un impact sur la fonction écosystémique et le rôle de bioturbation qu'assument les holothuries au sein de

leur habitat. Le but de cette étude était de dévoiler une éventuelle relation entre, d'une part, l'enfouissement et la nutrition des holothuries de sable adultes et, d'autre part, leur température, tout en éliminant les autres facteurs pouvant influencer sur le mode d'enfouissement et d'alimentation de l'animal, tels que les marées, les courants et la lumière.

### Méthodes

Une couche de 10 cm de substrat a été posée dans six aquariums de 100 litres chacun. D'après les résultats d'études antérieures et des observations personnelles (Wiedemeyer 1992 ; Wolkenhauer données non publiées), cette profondeur est suffisante pour que l'adulte *H. scabra* se terre normalement dans les sédiments, puisque l'adulte maintient habituellement son anus en contact permanent avec la colonne d'eau afin de respirer plus aisément.

Des lumières artificielles ont été placées au-dessus de chaque aquarium en vue de simuler les changements naturels de lumière estivale (14 heures de lumière et 10 heures d'obscurité). Dans chaque aquarium a été placée une holothurie de sable adulte (~17 cm de long et

**Tableau 1.** Activité de *H. scabra* en aquarium, classé en fonction du comportement et de l'état d'enfouissement.

Comportement	État			
	complètement enfoui	à moitié enfoui	à découvert	
au repos	1	2	3	
s'enfouissant		4		
émergeant		5		
se nourrissant horizontalement (sur le substrat)			6	
se nourrissant verticalement (sur les parois)			7	
à la recherche de nourriture			8	

1. Centre de recherche océanographique et atmosphérique du Centre australien pour la recherche scientifique et industrielle (CSIRO), PO Box 120, Cleveland, 4163 Queensland, Australie. Courriel : swolkenhauer@hotmail.com

~300 g en poids humide), prélevée dans Moreton Bay, dans le sud-est de l'État du Queensland (Australie). Au début de l'étude, la température a été fixée à 24 °C, abaissée d'un degré par jour pendant sept jours, pour atteindre 17 °C à la fin de l'expérience.

Les aquariums ont été contrôlés toutes les deux heures pendant sept jours et l'activité des spécimens a été relevée et classée à chaque intervalle parmi différentes catégories correspondant à l'état d'enfouissement et au comportement alimentaire de l'animal (tableau 1).

Pour que les données soient adaptées à l'analyse statistique, j'ai converti le système de notation des différentes activités des spécimens sous forme de binômes (vrai/faux) et analysé les réponses à l'aide d'un modèle linéaire généralisé admettant une structure d'erreur binomiale. Chaque état (animal se nourrit/animal ne se nourrit pas ou animal enfoui/animal en surface) a été converti en réponse binaire et la probabilité de chaque comportement a été estimée entre 0 et 1. En outre, des variables explicatives complémentaires ont été tirées de la transformation harmonique des périodes du jour, basée sur les fonctions sinus et cosinus représentant les cycles journaliers d'alimentation et d'enfouissement.

**Résultats**

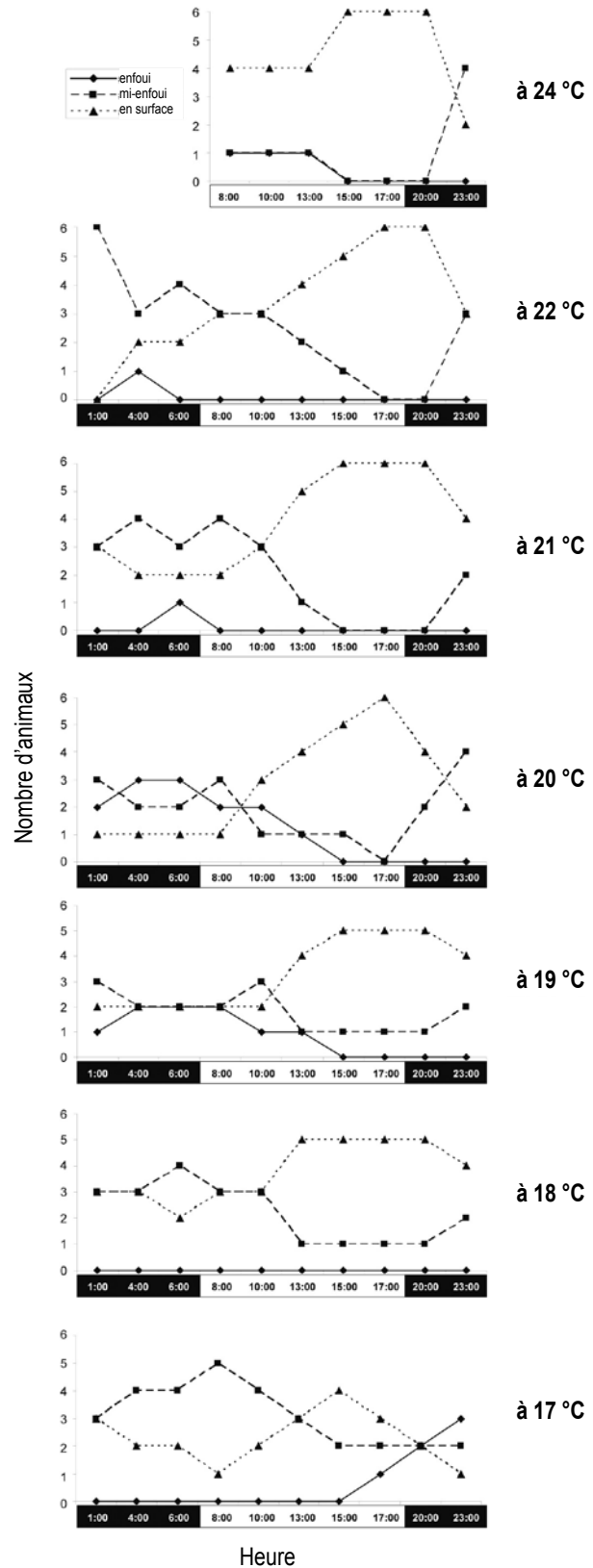
*Holothuria scabra* suit un cycle nyctéméral d'enfouissement particulier (figure 1) : la plupart des animaux étaient visibles et actifs de 13h00 à 22h00, et enfouis et inactifs de 1h00 à 9h00. L'expérience a montré qu'à mesure que la température baisse, le nombre de spécimens actifs en surface décroît, tandis que le nombre d'animaux entièrement ou partiellement enfouis augmente. La corrélation entre enfouissement et température est significative ( $p = 0,002$ ). Notons toutefois que ce sont les périodes d'enfouissement qui se sont rallongées, le comportement fouisseur en journée étant, quant à lui, inchangé. Cet effet était particulièrement visible le matin (8h00–10h00) où seul un animal sur six était enfoui lorsque l'eau était à 24 °C, contre quatre animaux sur six dans une eau à 17 °C (figure 1).

La corrélation entre alimentation et température était, elle aussi, significative ( $p < 0,001$ ). La durée journalière du comportement alimentaire est passée de 9-9,8 heures à 24 °C à environ 0,8 heure à 17 °C.

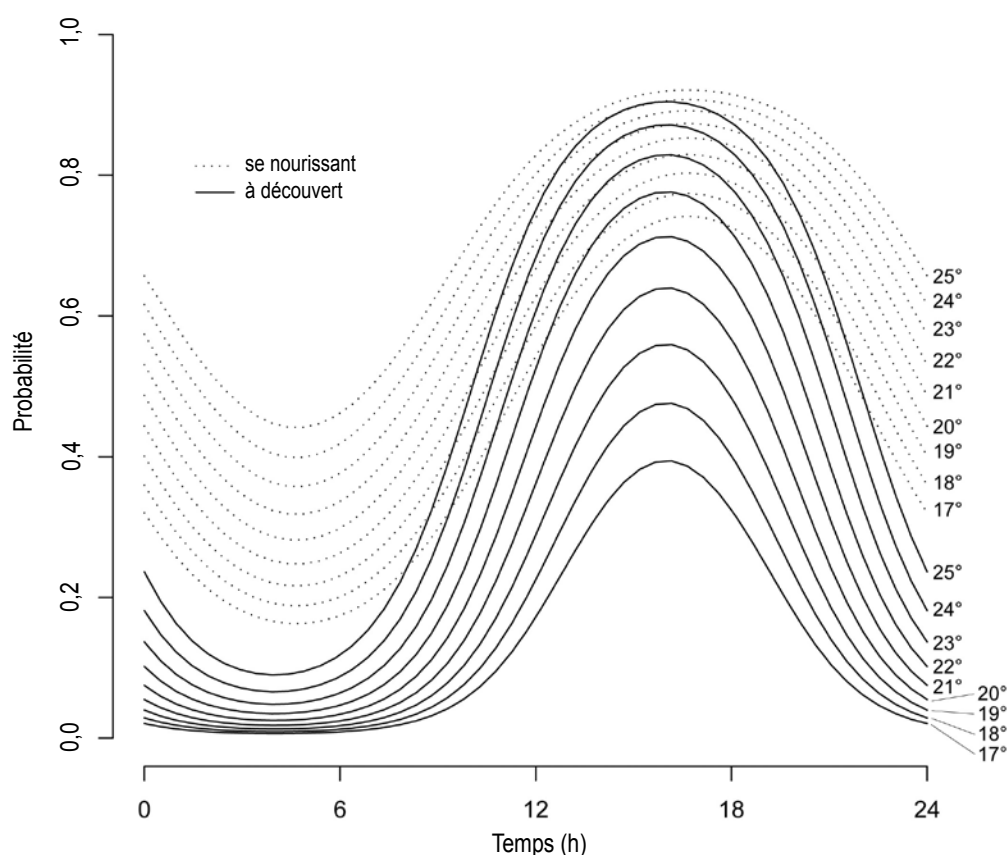
La modélisation du cycle journalier de nutrition et d'enfouissement a révélé que l'augmentation de la probabilité d'une activité alimentaire est directement fonction de l'élévation de la température, indépendamment du moment de la journée (figure 2). En revanche, la probabilité que l'holothurie émerge de son substrat varie en fonction du moment de la journée : cette probabilité ne croît que faiblement lorsque la température s'élève aux petites heures de la matinée, alors qu'en pleine journée, l'ampleur et la durée de ces sorties augmentent rapidement avec la hausse de la température (figure 2).

**Débat**

La présente étude montre que l'adulte *Holothuria scabra* suit un cycle nyctéméral d'enfouissement, comme cela avait été décrit chez les juvéniles (Battaglene et al.



**Figure 1.** Cycle d'enfouissement quotidien de *H. scabra* en relation avec la diminution de la température. Les parties claires et sombres de la barre d'abscisse correspondent à la lumière et l'obscurité.



**Figure 2.** Modèle linéaire généralisé de prédiction de la probabilité des comportements d'enfouissement et de nutrition (fonction cos-sin). Lignes en pointillés = probabilité d'animaux se nourrissant, ligne pleine = probabilité d'animaux à découvert. Les chiffres à droite représentent la température en degrés Celsius pour chaque ligne.

1999 ; Mercier et al. 1999). Par ailleurs, l'étude démontre une forte corrélation entre la durée de l'enfouissement et la température. Purcell et Kirby (2005) ont également observé que pendant la journée, en cas de baisse de température, les holothuries de sable adultes tendent davantage à s'enfouir dans le substrat et pendant des périodes plus longues. Néanmoins, ils n'ont pas précisé la fourchette de température concernée et n'ont pas relevé la durée exacte des périodes passées par l'animal enfoui dans le substrat sur un cycle de 24 heures, leurs observations étant limitées aux périodes de clarté. D'après Mercier et al. (2000), une fois que la température de l'eau dépasse 30 °C, on constate que la plupart des adultes *H. scabra* en surface altèrent leur cycle habituel d'enfouissement.

On sait que d'autres facteurs amènent les holothuries de sable à se terrer dans le substrat pendant des périodes prolongées, notamment le stress (Purcell et al. 2006), les marées de vives-eaux, les courants forts (Skewes et al. 2000), la prédation (Dance et al. 2003), la dessiccation ou l'altération de la salinité (Mercier et al. 2000). Ces facteurs peuvent contrecarrer ou prolonger l'effet qu'a la température sur le cycle d'enfouissement des holothuries dans leur milieu naturel. Or, la présente étude visait justement à éliminer ces variables afin de révéler

le comportement potentiel des holothuries face aux seules variations de température.

Une nouvelle étude sera nécessaire si l'on veut définir les interactions entre la lumière et la température et déterminer si l'adulte *H. scabra* a tendance à inverser son cycle d'enfouissement lorsque les régimes lumineux sont inversés, annulant ainsi l'effet de la température, comme des études l'ont démontré pour les juvéniles de plus petite taille (Mercier et al. 1999).

La baisse de température a également entraîné une réduction sensible du temps que passaient les animaux à s'alimenter. Des études portant sur le comportement alimentaire d'autres échinodermes ont mis en évidence des effets similaires en cas de baisse des températures (Hollertz et Duchêne 2001 ; Schinner 1993 ; Thompson et Riddle 2005). Ainsi, Thompson et Riddle (2005) ont établi que les oursins *Abatus ingens* sont plus mobiles dès que la température grimpe d'un degré.

## Conclusion

D'après les données que j'ai recueillies, les altérations du comportement alimentaire et fousseur de l'adulte

*H. scabra* sont fortement liées aux variations de la température de l'eau. En conséquence, la fonction des holothuries dans l'écosystème varie en fonction des saisons et ces variations doivent être prises en compte si l'on veut définir le rôle écologique de ces espèces au sein de leur habitat. Ces constats peuvent également servir à adapter les inventaires des populations de cette espèce par comptage visuel en plongée. Le moment de la journée et la saison où ces inventaires sont conduits doivent être choisis de façon cohérente afin de permettre une comparaison des résultats avec des données antérieures. Sur la base des données d'enfouissement présentées ci-dessus, la période la plus adaptée aux inventaires des populations de *H. scabra* est la saison estivale du milieu de la journée à la fin de l'après-midi.

### Remerciements

La présente étude a été conduite dans le cadre du treizième séminaire international de biologie, qui s'est tenu à Stradbroke Island, Moreton Bay (Australie), en février 2005. Je tiens à remercier la station de recherche de Moreton Bay (Université du Queensland) qui m'a permis d'utiliser ses installations et le personnel de la station du soutien extraordinaire qu'il m'a apporté. En outre, j'aimerais remercier Matthew Browne de son aide précieuse pour l'analyse statistique. Cette étude s'inscrit dans le cadre de ma thèse doctorale intitulée *Impact of removal - A case study on the ecological role of the commercially important sea cucumber *Holothuria scabra* (Impact du prélèvement - Étude de cas sur le rôle écologique de l'holothurie à forte valeur marchande *Holothuria scabra*)*, financée par l'intermédiaire de la Fondation Daimler-Benz et du Centre de recherche océanographique et atmosphérique du Centre australien pour la recherche scientifique et industrielle (CSIRO). Cette étude sera publiée dans son intégralité dans l'édition spéciale de la revue *Memoirs of the Queensland Museum* à la mi-2008.

### Bibliographie

- Battaglione S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. NAGA, the ICLARM Quarterly 22(4):4-11.
- Battaglione S.C., Seymour J.E. and Ramofafia C. 1999. Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. Aquaculture 178(3/4):293-322.
- Dance S.K., Lane I. and Bell J.D. 2003. Variation in short-term survival of cultured sandfish (*Holothuria scabra*) released in mangrove-seagrass and coral reef flat habitats in Solomon Islands. Aquaculture 220(1-4):495-505.
- Hollertz K. and Duchêne J.-C. 2001. Burrowing behaviour and sediment reworking in the heart urchin *Brissopsis lyrifera* Forbes (Spatangoida). Marine Biology 139(5):951-957.
- Mercier A., Battaglione S.C. and Hamel J.-F. 1999. Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 239(1):125-156.
- Mercier A., Battaglione S.C. and Hamel J.-F. 2000. Periodic movement, recruitment and size-related distribution of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Solomon Islands. Hydrobiologia 440(1-3):81-100.
- Purcell S.W. and Kirby D.S. 2005. Restocking the sea cucumber *Holothuria scabra*: Sizing no-take zones through individual-based movement modelling. Fisheries Research 80:53-61.
- Purcell S., Blockmans B. and Agudo N. 2006. Transportation methods for restocking of juvenile sea cucumber, *Holothuria scabra*. Aquaculture 251:238-244.
- Schinner G.O. 1993. Burrowing behaviour, substratum preference and distribution of *Schizaster canaliferus* (Echinoidea: Spatangoida) in Northern Adriatic Sea. Marine Ecology 14:129-145.
- Skewes T., Dennis D. and Burrige C.M. 2000. Survey of *Holothuria scabra* (sandfish) on Warrior Reef, Torres Strait, in January 2000. CSIRO Marine Research Final Report, April 2000, Brisbane.
- Thompson B.A.W. and Riddle M.J. 2005. Bioturbation behaviour of the spatangoid urchin *Abatus ingens* in Antarctic marine sediments. Marine Ecology Progress Series 290:135-143.
- Uthicke S. 2001. Interactions between sediment-feeders and microalgae on coral reefs: grazing losses versus production enhancement. Marine Ecology Progress Series 210:125-138.
- Wiedemeyer W.L. 1992. Feeding behaviour of two tropical holothurians, *Holothuria (Metriatyla) scabra* (Jaeger 1833) and *H. (Halodeima) atra* (Jaeger 1833), from Okinawa, Japan. p. 853-860. In: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Mangilao Guam. Richmond R.H. (ed). University of Guam Press.
- Yamanouchi T. 1939. Ecological and physiological studies on the holothurians in the coral reef of Palao Islands. Palao Tropical Biological Station Studies 1(4):603-634.
- Yamanouchi T. 1956. The daily activity rhythms of the holothurians in the coral reef of Palao Island. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory 5(3):45-60.