

## Capacité de sélection des particules sédimentaires et de la matière organique chez les holothuries

Karim Mezali<sup>1\*</sup> et Dina Lila Soualili<sup>1</sup>

### Résumé

La sélectivité des détritivores vis-à-vis des particules joue un rôle important dans l'écologie des espèces benthiques. Les holothuries, elles-mêmes détritivores, se nourrissent de la matière organique recouvrant les sédiments et les particules détritiques. Ainsi, partant de la stratégie optimale de prospection alimentaire, les auteurs posent que la taille des particules peut être un élément de différenciation des niches. Selon les auteurs, les préférences granulométriques interspécifiques peuvent réduire la compétition interspécifique entre les détritivores benthiques.

Les espèces ciblées d'holothurie ont été échantillonnées dans deux zones situées dans des eaux peu profondes d'Algérie et leurs contenus digestifs ont été analysés. Les résultats montrent la spécificité de chaque espèce : on distingue les holothuries ingérant le sédiment grossier et fin [*Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *H. (Roweothuria) poli* et *H. (H.) stellati*] et les holothuries sélectionnant le sédiment fin et très fin [*H. (Panningothuria) forskali* et *H. (Platyperona) sanctori*]. En ce qui concerne la sélection vis-à-vis de la matière organique, *H. (P.) forskali* est l'espèce la plus sélective, suivie de *H. (Platyperona) sanctori*, *H. (H.) tubulosa*, *H. (H.) stellati* et *H. (R.) poli*. Le comportement alimentaire a été examiné selon les espèces et les sites étudiés.

**Mots clés :** Holothuries aspidochirotés, bassin algérien, matière organique, herbiers à *Posidonia oceanica*, stratégie optimale de prospection alimentaire.

### Introduction

Les holothuries détritivores appartenant au groupe des aspidochirotés ingèrent des sédiments non vivants et des débris organiques (Coulon et al. 1991 ; Coulon et Jangoux 1993) pour en extraire des particules nutritives et des micro-organismes tels que bactéries (Yingst 1976 ; Moriarty 1982 ; Birkeland 1989 ; Plotieau et al. sous presse), cyanobactéries (Sournia 1976), méiofaune (Berthon 1987), microalgues et fragments de phanérogames marins (Massin et Jangoux 1976 ; Traer 1980 ; Verlaque 1981). Ce comportement alimentaire comprend plusieurs processus : sélection des aliments, manipulation, ingestion, digestion et assimilation (Massin 1982b).

En se nourrissant, les holothuries influencent les processus microbiologiques qui ont lieu au niveau de l'interface eau-sédiment (Amon et Herndel 1991a, 1991b) ainsi que la bioaccumulation des particules chimiques et organiques (Lappanen 1995). De plus, le rejet de boulettes fécales enrichit le sédiment marin en matière organique, ce qui attire d'autres détritivores (Amon et Herndel 1991a, 1991b). En sélectionnant les particules qu'elles ingèrent, les holothuries détritivores peuvent influencer sur les propriétés physico-chimiques du sédiment (Taghon 1982). Elles remanient en effet le sédiment de façon active et modifient la stabilité des fonds (Massin 1982a, 1982b). Ce

phénomène, appelé renouvellement, influence l'intégration de la matière organique dans la couche sédimentaire sous forme de particules fines (Roberts et Bryce 1982 ; Francour 1989) pouvant être assimilées par le meiobenthos et le microbenthos (Mann 1978).

La présente étude s'est concentrée sur la granulométrie des particules ingérées par les holothuries et sur la matière organique trouvée dans leur tractus digestif. Nous avons analysé les contenus digestifs et leur teneur en matière organique. Nous avons ensuite comparé ces données à celles concernant le sédiment environnant. La sélection des particules alimentaires a été étudiée en comparant la distribution granulométrique des particules du sédiment environnant à celle des particules du sédiment trouvé dans le tube digestif de cinq espèces d'holothurie vivant dans les herbiers à *Posidonia oceanica* de deux zones contiguës du littoral algérien.

### Matériel et méthodes

#### Sites d'échantillonnage

Les recherches ont été menées sur deux sites à des profondeurs comprises entre 1 et 9 mètres. Le premier site se situe dans la partie est de la baie d'Alger (Tamentefoust)

<sup>1</sup> Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abelhamid Ibn Badis-Mostaganem, BP 300 rue Hocine Hamadou, 27000, Mostaganem, Algérie

\* Courriel : mezialikarim@yahoo.fr

et le second dans la baie de Bou Ismaïl (Sidi Fredj). Le site de Tamentefoust, crique semi-fermée, est une zone bien protégée des vents dominants mais influencée par les eaux du fleuve Oued El-Hamiz. Les holothuries y fréquentent les fonds rocaillieux aux algues photophiles, notamment *Colpomenia sinuosa* présente toute l'année, clairsemés d'herbiers à *Posidonia oceanica* (Semroud 1993) et constellés de faune benthique telle que *Fosliella* sp. et *Ulva rigida* selon les saisons. Il s'agit d'une zone polluée par les activités portuaires et les eaux usées domestiques.

Le site de Sidi Fredj est éloigné de la zone très industrialisée d'Alger. Il se situe dans la baie de Bou Ismaïl, une zone beaucoup moins touchée par les eaux usées domestiques que Tamentefoust et moins polluée (Soualili et al. 2008), mais plus exposée aux vents dominants (Guettaf et al. 2000). La presqu'île de Sidi Fredj se trouve dans une zone semi-protégée (on y trouve un centre de thalassothérapie) constituée d'un plateau rocheux abritant des bandes de sable hétérogènes où foisonnent les phanérogames marins. L'herbier à *Posidonia oceanica* y est en meilleure santé qu'à Tamentefoust. On y trouve également un herbier à *Cymodocea nodosa*.

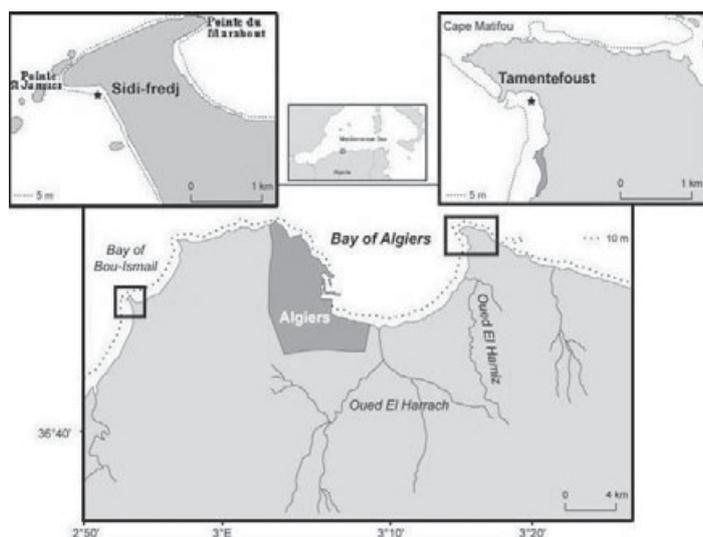


Figure 1. Situation géographique des deux sites d'échantillonnage : Tamentefoust et Sidi Fredj.

Tableau 1. Densités moyennes [écart-type] sur 240 m<sup>2</sup> des espèces d'holothurie étudiées dans les deux sites (Mezali 1998, 2008).

Espèce	Sidi Fredj	Tamentefoust
<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>	0,942 [0,113]	0,396 [0,045]
<i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>	0,400 [0,068]	0,096 [0,022]
<i>Holothuria (Holothuria) stellati</i>	0,050 [0,017]	0,038 [0,014]
<i>Holothuria (Panningothuria) forskali</i>	0,225 [0,036]	0,054 [0,024]
<i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>	0,250 [0,051]	0,050 [0,026]

### Collecte et préparation des échantillons

Il est courant de trouver les trois espèces d'holothurie détritivores *Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *H. (Roweothuria) poli* et *H. (Panningothuria) forskali* dans les herbiers à *Posidonia* de la Méditerranée. Dans les herbiers à *Posidonia* algériens, en plus de ces trois espèces, on rencontre *H. (Platyperona) sanctori* et *H. (Holothuria) stellati*. Le tableau 1 recense les densités moyennes de ces espèces pour les sites de Sidi Fredj et de Tamentefoust (Mezali 1998, 2008).

Les holothuries ont été ramassées au printemps par des plongeurs en scaphandre autonome à des profondeurs situées entre 1 et 9 mètres. Des lots d'échantillons, chacun composé de dix individus de chaque espèce (longs de 150 mm au moins à l'état de contraction), ont été prélevés sur les deux sites. Chaque individu a été mesuré et placé dans un sachet en plastique avec du sédiment prélevé dans son environnement. Une boîte en plexiglas, ouverte à l'une de ses extrémités, a été utilisée pour échantillonner les premiers millimètres de sédiment. Chaque individu a été disséqué par incision longitudinale en laboratoire pour en prélever avec

précaution l'appareil digestif. Pour calculer le pourcentage de matière organique, les sédiments extraits du tube digestif des dix individus de chaque espèce ont été mis en commun. Nous avons utilisé la formule suivante : % MO = (1-PC/PS) x 100 où PS est le poids sec, PC le poids des cendres et MO la matière organique (Massin 1980). Le même protocole a été suivi pour le sédiment prélevé sur les fonds marins. La teneur en matière organique du sédiment prélevé dans les tubes digestifs et celle du sédiment environnant ont été comparées pour chaque site.

La technique granulométrique utilisée est illustrée dans la figure 2. Pour chaque espèce, le sédiment du tube digestif des 10 individus prélevés a été mis en commun pour obtenir des échantillons suffisants pour une analyse granulométrique ( $\geq 150$  g) (Roberts 1979). Le sédiment recueilli a été séché au four (24 heures à 105 °C) puis pesé (poids initial = 150 g). Une fraction fine a été obtenue par tamisage sous eau courante (tamis 40  $\mu$ m) (figure 2). Le reste du sédiment a été séché, pesé (poids final) puis tamisé mécaniquement à l'aide de tamis normalisés AFNOR. Chaque refus de tamis a été pesé et exprimé en pourcentage du poids initial. Les pourcentages des différentes fractions, sédiment grossier (600–2 000  $\mu$ m), moyen (200–600  $\mu$ m), fin (60–200  $\mu$ m) et très fin (40–60  $\mu$ m), ont ainsi été déterminés (Berthois 1975).

Une comparaison multiple des taux moyens a été effectuée à l'aide d'un test statistique non paramétrique [analyse de variance de Kruskal-Wallis par rangs ( $P < 0.05$ ) (Statistica 6.0)]. Avant de procéder à cette analyse, on a appliqué une transformation arcsinus aux pourcentages ( $x' = \arcsin(x)$ ).

Résultats

Sélection de la taille des particules de sédiment

L'analyse révèle que les pourcentages des différentes classes de taille des deux sites diffèrent selon que l'on considère le sédiment environnant ou le sédiment prélevé dans les tubes digestifs des holothuries. Le sédiment environnant comprenait une proportion élevée de fraction fine (59,87 % à Sidi Fredj et 55,13 % à Tamentefoust, tableau 2). Sur le site de Sidi Fredj, toutes les espèces d'holothurie ont affiché une préférence pour la fraction

fine (42,76–57 % ; 49 % ± 5,7 en moyenne, tableau 2). Sur ce site, c'est *Holothuria (R.) poli* qui a présenté la sélectivité la plus significative vis-à-vis de cette fraction ( $P < 0,01$ ).

Sur le site de Tamentefoust, *Holothuria (R.) poli* a également sélectionné la fraction fine (31,92 %, tableau 2). Sur le site de Sidi Fredj, *H. (P.) forskali* et *H. (P.) sanctori* choisissaient de préférence la fraction très fine (22,09–31,32 %, tableau 2). Sur le site de Tamentefoust, les pourcentages les plus élevés pour cette fraction (200–600 µm) ont été relevés chez *H. (H.) tubulosa* et *H. (R.) poli* : respectivement 60,26 et 40,36 %, contre 35,12 %

dans le sédiment environnant (tableau 2). Ces deux espèces ont donc sélectionné de manière significative la fraction moyenne (40,36–60,26 %, tableau 2) sur ce site, *H. (H.) tubulosa* ayant été plus sélective que *H. (R.) poli* ( $P < 0,01$ ). Cette sélectivité vis-à-vis de la fraction moyenne n'a pas été observée pour ces espèces sur le site de Sidi Fredj. En comparant les fractions du sédiment des contenus digestifs et celles du sédiment environnant sur les deux sites, nous avons remarqué que *H. (R.) poli* faisait preuve d'une capacité d'adaptation à son environnement. Ainsi, la fraction la plus ingérée était celle située entre 60 et 200 µm à Sidi Fredj et celle entre 200 et 600 µm à Tamentefoust (tableau 2).

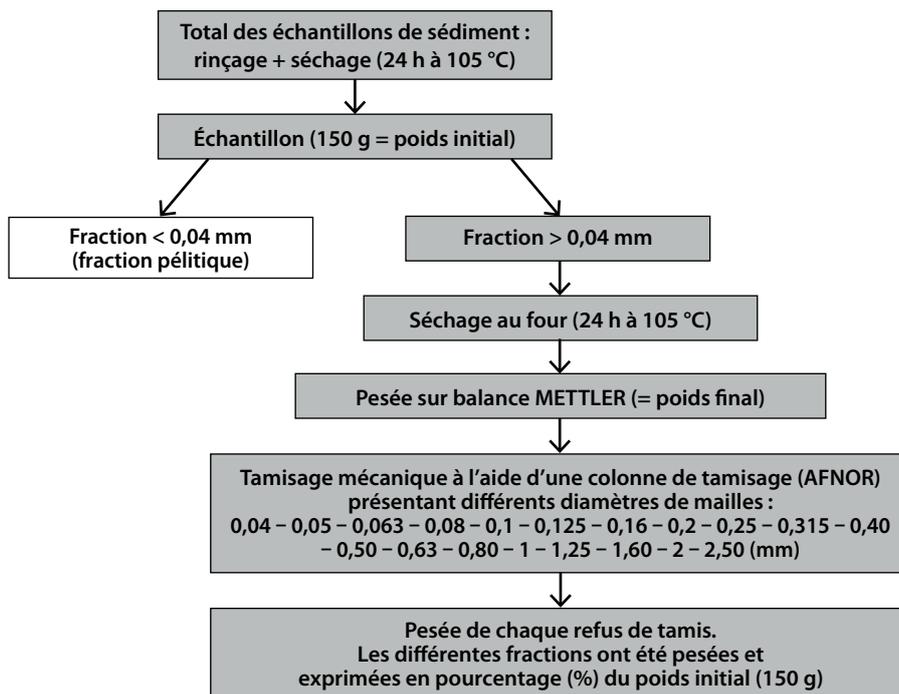


Figure 2. Analyse granulométrique des sédiments présents dans le tube digestif des holothuries et des sédiments environnants.

Tableau 2. Distribution granulométrique en pourcentage du poids sec par classe de taille du sédiment prélevé dans le tube digestif des holothuries et du sédiment environnant.

\* : classification de Berthois (1975). T = Tamentefoust ; SF = Sidi Fredj.

La première ligne des classes de taille correspond à la moyenne tandis que la seconde ligne indique l'écart-type.

Fraction* (µm)	Substrat	<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>	<i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>	<i>Holothuria (Holothuria) stellati</i>	<i>Holothuria (Panningothuria) forskali</i>	<i>Holothuria (Platyperona) sanctori</i>
	T/SF	T/SF	T/SF	---/SF	---/SF	---/SF
< 40	3,50/4,59 [1,20/2,40]	4,81/6,05 [1,00/2,30]	2,89/4,32 [2,30/2,70]	6,86 [2,00]	5,06 [2,30]	6,16 [2,70]
40–60	3,70/18,80 [2,40/2,50]	1,75/9,81 [3,30/2,50]	9,10/10,20 [1,70/2,10]	8,96 [2,50]	22,09 [2,50]	31,32 [2,10]
60–200	55,13/59,87 [3,50/2,30]	17,32/42,76 [4,00/3,50]	31,92/57,09 [2,10/3,40]	47,21 [2,30]	52,56 [2,50]	45,64 [1,40]
200–600	35,12/4,54 [2,10/2,34]	60,26/13,35 [5,50/2,80]	40,36/11,34 [3,10/2,20]	9,57 [2,34]	11,00 [2,80]	10,68 [2,20]
600–2 000	2,55/12,20 [2,20/2,30]	15,86/28,03 [2,70/2,30]	15,73/17,05 [1,20/2,70]	27,40 [2,10]	9,29 [3,40]	6,20 [2,20]

### Assimilation de la matière organique

Le taux élevé de matière organique présente dans le contenu digestif de *Holothuria* (*R.*) *poli* et de *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* sur le site de Tamentefoust [respectivement 6,67 % et 8,70 % (Kruskal-Wallis,  $P < 0,01$ ), tableau 3] montre que les deux espèces ont tendance à sélectionner les particules organiques du sédiment environnant (3,18 %, tableau 3). Ce résultat vaut aussi pour *Holothuria* (*P.*) *forskali* et *H.* (*P.*) *sanctori* sur le site de Sidi Fredj (respectivement 8,58 % et 7,72 %, tableau 3) ( $P < 0,01$ ) mais n'a pas été obtenu pour *H.* (*R.*) *poli*, *H.* (*H.*) *tubulosa* et *H.* (*H.*) *stellati* (respectivement 2,49 % ; 4,31 % et 3,55 %, tableau 3). La teneur en matière organique chez *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* sur le site de Sidi Fredj (4,31 %) était plus proche de celle du substrat (4,77 %) (tableau 3). En revanche, les pourcentages de matière organique relevés chez *H.* (*P.*) *forskali* sur le site de Sidi Fredj et chez *H.* (*H.*) *tubulosa* sur le site de Tamentefoust ( $P > 0,01$ ) ne différaient pas significativement. À Tamentefoust, la concentration de matière organique dans l'appareil digestif de *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* était environ trois fois supérieure à celle du sédiment environnant, alors que *Holothuria* (*P.*) *forskali* a pu concentrer une teneur en matière organique près de deux fois supérieure à celle du sédiment environnant (tableau 3).

### Discussion

Le taux élevé de fraction fine trouvée dans le sédiment environnant s'explique par les facteurs environnementaux des zones d'échantillonnage (les deux sites sont relativement protégés), d'une part, et par la concentration en matière organique, d'autre part. En effet, selon Berthois et al. (1968), le taux de matière organique augmente avec le volume de fraction fine présente dans le sédiment. Cela a pu être observé sur le site de Tamentefoust chez *H.* (*R.*) *poli* qui tend à sélectionner cette fraction (31,92 %). Plotieau et al. (résultats non publiés) ont émis l'hypothèse que la valeur nutritionnelle des sédiments fins serait plus élevée que celle des sédiments grossiers, en raison du grand nombre de micro-organismes nutritifs présents dans les sédiments fins. *H.* (*H.*) *tubulosa* et *H.* (*R.*) *poli* ont aussi montré une nette préférence pour la fraction moyenne (200–600  $\mu\text{m}$ ).

Les résultats obtenus confirment les observations de Massin et Jangoux (1976) sur *H.* (*H.*) *tubulosa*, capable d'accumuler environ trois fois plus de matière organique que le sédiment environnant. La variation des concentrations en matière organique dans les contenus digestifs des différentes espèces pourrait s'expliquer par la micro-répartition des holothuries dans l'herbier à *Posidonia oceanica* (richesse en matière organique du biote de prédilection). *H.* (*H.*) *tubulosa* a été observée entre les feuilles de *Posidonia* (30 % des individus, Mezali 2004). Or, Blanc (1958) a démontré que la longueur des feuilles de *Posidonia* détermine le niveau de décantation et d'accumulation de la matière biodétritique et terrigène. *H.* (*H.*) *tubulosa* a également été observée sur les fonds mixtes (33 % des individus, Mezali 2004) où la nourriture s'accumule. *Holothuria* (*R.*) *poli* préfère les fonds sablonneux (40 % des individus, Mezali 2004) où l'hydrodynamisme disperse la nourriture.

La différence de concentration en matière organique observée dans les contenus digestifs est également due à la morphologie des tentacules. En effet, selon Massin et Jangoux (1976), *H.* (*H.*) *tubulosa* est capable de reconnaître les particules couvertes de matière organique.

Nous pouvons en conclure que ces espèces d'holothurie aspidochirote sont des détritivores se nourrissant des matières présentes au niveau de l'interface eau-sédiment. Elles se nourrissent de façon sélective et sont capables de différencier les particules riches en éléments nutritifs des particules pauvres et de sélectionner les plus riches. Les récepteurs gustatifs situés sur les tentacules sont sans aucun doute à l'origine de cette capacité. Les préférences alimentaires des holothuries sont fonction de la taille des individus (Paine 1976), ce qui a de grandes conséquences sur la répartition et l'abondance des éléments nutritifs.

La capacité des holothuries aspidochirotés à choisir leur nourriture a été étudiée en comparant la composition du sédiment présent dans les tractus digestifs à celle du sédiment environnant. Cette comparaison donne des informations fiables, car les sites étudiés sont relativement homogènes (Khrpounoff et Sibuet 1982). Le détritus (matière organique morte ou en décomposition) est une source nutritive essentielle pour ces animaux benthiques : les spécimens *H.* (*R.*) *poli* observés sur le site de Tamentefoust présentent la plus forte sélectivité pour la matière organique.

**Tableau 3.** Pourcentages (%) de matière organique (MO) dans le sédiment prélevé dans le tube digestif des holothuries et dans le sédiment environnant des deux sites.  
T = Tamentefoust ; SF = Sidi Fredj ; ET = écart-type.

MO	Substrat	<i>Holothuria</i> ( <i>Holothuria</i> ) <i>tubulosa</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Roweothuria</i> ) <i>poli</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Holothuria</i> ) <i>stellati</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Panningothuria</i> ) <i>forskali</i>	<i>Holothuria</i> ( <i>Platyperona</i> ) <i>sanctori</i>
	T/SF	T/SF	T/SF	---/SF	---/SF	---/SF
Moyenne	3,18/4,77	8,70/4,31	6,67/2,49	3,55	8,58	7,72
ET	---/---	4,83/2,92	2,34/1,67	2,82	6,05	4,46

L'analyse granulométrique des contenus digestifs illustre la spécificité alimentaire de *H. (H.) tubulosa* et de *H. (R.) poli*. Ces deux espèces ingèrent les fractions moyenne et fine du sédiment. L'analyse granulométrique des contenus digestifs nous a permis de classer les holothuries en deux groupes : (1) holothuries ingérant les fractions grossière et fine du sédiment (600–2 000  $\mu\text{m}$  et 60–200  $\mu\text{m}$ ) : *H. (H.) tubulosa*, *H. (R.) poli* et *H. (H.) stellati* ; (2) holothuries ayant tendance à sélectionner les fractions fine et très fine du sédiment (40–200  $\mu\text{m}$  et < 40  $\mu\text{m}$ ) : *H. (P.) forskali* et *H. (P.) sanctori*. Les deux groupes réagissent différemment selon qu'ils se trouvent dans des zones plus ou moins polluées ; leurs réponses physiologiques peuvent être interprétées à la lumière de la théorie de la stratégie optimale de recherche alimentaire.

### Remerciements

Les auteurs aimeraient présenter leurs remerciements les plus sincères à Chantal Conand et à Igor Eeckhaut pour leurs critiques constructives et précieux conseils durant la préparation de cet article. Les auteurs souhaitent également remercier Patrice Francour (du laboratoire ECOMERS à Nice, France) et Valerio Zupo (du laboratoire d'écologie benthique, Stazione Zoologica « A. Dohrn », à Ischia, Italie) pour leur aide et leurs conseils précieux.

### Bibliographie

- Amon R.M.W. and Herndel G.J. 1991a. Deposit Feeding and sediment: I- Inter-relationship between *Holothuria tubulosa* (Holothurioidea: Echinodermata) and the sediment microbial community. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology* 12:163–174.
- Amon R.M.W. and Herndel G.J. 1991b. Deposit feeding and sediment: II- Decomposition of fecal pellets of *Holothuria tubulosa* (Holothurioidea: Echinodermata). *P.S.Z.N.I. Marine Ecology* 12:175–184.
- Berthois L. 1975. Étude sédimentologique des roches meubles : Techniques et méthodes. In: Doin (ed.). *Les roches sédimentaires*. Paris. 278 p.
- Berthois L., Crosnier A. et Le Calvez Y. 1968. Contribution à l'étude sédimentologique du plateau continental dans la baie de Biafra. *Cahier ORSTOM Vol. VI*:1–34.
- Berthon J.F. 1987. Relations trophiques entre quelques espèces d'échinodermes et le phytobenthos dans la baie de Port-Cros (Var, France). DEA. France: Université Pierre et Marie Curie. 72 p.
- Birkeland C. 1989. The influence of echinoderms on coral reef communities. p. 1–79. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). *Echinoderm Studies* 3. Rotterdam: Balkema.
- Blanc J.J. 1958. Études géologiques et sédimentologiques. *Annales de l'Institut Océanographique* 32:123–153.
- Coulon P., Jangoux M. and Bulteel P. 1991. Respiratory rate and assessment of secondary production in the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from the Mediterranean seagrass beds. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology* 13:63–68.
- Coulon P. and Jangoux M. 1993. Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. *Marine Ecology Progression Series* 92:201–204.
- Francour P. 1989. Le taux d'ingestion de sédiment par *Holothuria polii* et *H. tubulosa* (Echinodermata: Holothuroidea) dans un herbier à *Posidonia oceanica*. *Posidonia Newsletter* 2:33–43.
- Guettaf M., San Martin G.A. and Francour P. 2000. Inter-population variability of the reproductive cycle of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in the south-western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 80:899–907.
- Khripounoff A. et Sibuet M. 1982. La nutrition d'échinodermes abyssaux: alimentation des holothuries. *CNEXO Publications et Travaux du Centre Océanologique de Bretagne* 10:43–52.
- Lappanen M. 1995. The rule of feeding behaviour in bioaccumulation of organic chemicals in benthic organisms. *Annal Zoologique Feennici* 32:247–255.
- Mann K.H. 1978. Benthic secondary production. p. 103–118. In: Barnes R.S.K. and Mann K.H. (eds). *Fundamentals of aquatic ecosystems*. Guildford, London and Worcester: Blackwell Science Publications Billing and sons Ltd.
- Massin M. 1980. The sediment ingested by *Holothuria tubulosa* Gmelin (Holothurioidea: Echinodermata). p. 205–208. In: Jangoux M. (ed.). *Echinoderms: Present and Past*. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Massin C. 1982a. Food and feeding mechanisms, Holothuroidea. p. 43–55. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). *Echinoderm Nutrition*. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Massin C. 1982b. Effects of feeding on the environment: Holothuroidea. p. 193–197. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). *Echinoderm nutrition*. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Massin C. et Jangoux M. 1976. Observations écologiques sur *Holothuria tubulosa*, *H. polii* et *H. forskali* et comportement alimentaire de *Holothuria tubulosa*. *Cahier de Biologie Marine France* 17:45–59.
- Mezali K. 1998. Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espèces d'holothuries aspidochiotes [*Holothuria (Holothuria) tubulosa*, *Holothuria (Lessonothuria) polii*, *Holothuria (Holothuria) stellati*, *Holothuria (Panninogothuria) forskali* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*] de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) Delile de la Presqu'île de Sidi-Fredj. Thèse Magister. Alger, Algérie : ISMAL.
- Mezali K. 2004. Micro-répartition des holothuries aspidochiotes au sein de l'herbier de Posidonies de la presqu'île de Sidi-Fredj — Algérie. *Rapports P.V. Commission International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée Vol. 37*. 534 p.

- Mezali, K. 2008. Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries aspidochirotés (Holothuroidea: Echinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat D'état. Alger, Algérie : USTHB. 208 p.
- Moriarty D.J.W. 1982. Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. Australian Journal of Marine and Freshwater Resources 33:255–263.
- Paine R.T. 1976. Size-limited predation: An observational and experimental approach with the *Mytilus-Pisaster* interaction. Ecology 57:858–873.
- Plotieau T., Baele J-M., Vaucher R., Hasler C-A., Koudad D. and Eeckhaut I. (in press). Analysis of the impact of *Holothuria scabra* intensive farming on sediment.
- Roberts D. 1979. Deposit feeding mechanisms and resource partitioning in tropical holothurians. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 37:43–56.
- Roberts D. and Bryce C. 1982. Further observations on tentacular feeding mechanisms in holothurians. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 59:151–163.
- Semroud R. 1993. Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la région d'Alger: Étude de quelques compartiments. Thèse de Doctorat D'état Alger. Algérie : USTHB.
- Soualili D., Dubois Ph., Gosselin P., Pernet Ph. and Guillo M. (2008) Assessment of seawater pollution by heavy metals in the neighbourhood of Algiers: Use of the sea urchin, *Paracentrotus lividus*, as a bioindicator. ICES Journal of Marine Science 65:132–139.
- Sournia A. 1976. Écologie et productivité d'une Cyanophycée en milieu corallien: *Oscillatoria limosa* Agardh. Phycologia 15:363–366.
- Taghon G.L. 1982. Optimal foraging by deposit-feeding invertebrates: Roles of particle size and organic coating. Oecologia 52:295–297.
- Traer K. 1980. The consumption of *Posidonia oceanica* by the echinoids at the island of Ischia. p. 241–244. In: Jangoux M. (ed.). Echinoderms: Present and Past. Rotterdam, Netherlands: Balkema A.A. Publication.
- Verlaque M. 1981. Preliminary data on some *Posidonia* feeders. Rapport de la Commission Internationale Mer Méditerranée, Monaco 27:201–202.
- Yingst J.Y. 1976. The utilization of organic matter in shallow marine sediments by an epibenthic deposit feeding holothurian. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 23:55–69.