

(Tuticorin) d'avoir fourni les micro-algues ayant servi à l'alimentation des larves.

Bibliographie

- Battaglione, S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. *Naga* 22(4):4-11.
- Chen, C.P. et C.S. Chian. 1990. Larval development of the sea cucumber, *Actinopyga echinites* (Echinodermata. Holothuroidea). *Bull. Inst. Zool. Acad. Sci.* 29:127-133.
- ICLARM Coastal Aquaculture Centre. 1993. Annual report. 22 p.
- James, D.B. 2001. Twenty sea cucumbers from seas around India. *Naga* 24(1-2):4-7.
- James, D.B., M.E. Rajapandian, B.K. Basker et C.P. Gopinathan. 1988. Successful induced spawning and rearing of the holothurian *Holothuria (Metriatyla) scabra* Jaeger at Tuticorin. *Mar. Fish. Infor. Ser., T & E. Ser.*, 87:30-33.
- James, D.B. et M. Badrudeen. 1997. Observations on the landings of the sea cucumber *Holothuria spinifera* at Rameswarm by Chanku madi. *Mar. Fish. Infor. Ser., T & E. Ser.*, 149:6-8.
- Preston, L.G. 1993. Beche-de-mer. In: A. Wright and L.Hill, eds. *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*. IPS, Suva; FFA, Honiara and ICOD, Canada. 371-408.
- Ramofafia, C., M. Gervis et J.D. Bell. 1995. Reproduction et élevage de larves *Holothuria atra*. *La Bêche de mer, Bulletin d'information de la CPS* 7:2-6.

Réactions des larves de concombre de mer *Apostichopus japonicus* à une forte baisse de salinité à la surface de l'eau : étude en laboratoire

Svetlana D. Kashenko¹

Introduction

Le développement larvaire du concombre de mer *Apostichopus* (= *Stichopus*) *japonicus* Selenka avant sa fixation se déroule dans la colonne d'eau et s'étale sur 13 à 20 jours, selon la température et le taux de salinité de l'eau de mer. Aux premiers stades — blastula et gastrula —, les larves nagent en surface; par la suite, aux stades dipleurula, auricularia et doliolaria, elles migrent vers des eaux plus profondes. Les pluies de la mousson d'été et les débordements de fleuves qui se jettent dans la baie de Vostok (baie de Pierre le Grand, mer du Japon) abaissent considérablement le taux de salinité superficielle, ce qui affecte la survie des larves de *A. japonicus* (Kashenko 1992, 1997, 1998) et d'autres invertébrés. La distribution et les migrations verticales des larves d'invertébrés qui vivent sur les fonds marins et leur comportement face à des variations de salinité dans les différentes couches de la colonne d'eau ont fait l'objet d'études approfondies. Les conclusions avancées par les chercheurs ne sont toutefois pas exemptes d'ambiguïté (Harder, 1968; Mileikovskiy 1974, 1981; Seliger *et al.*, 1982; Mann, 1986, 1988; Scheltema, 1986; Stancyk et Feller, 1986; Sulkin et van Heukelem, 1986; Tremblay et Sinclair, 1990; Jonsson *et al.*, 1991; Pedrotti et Fenaux, 1992; Young, 1995; Vazquez et Young, 1996; Metaxas et Young, 1998; Garrison, 1999; Welch *et al.*, 1999).

Aucune étude n'a encore été consacrée aux réactions des larves de concombre de mer *A. japonicus*, à leur

comportement et à leur distribution verticale sous l'effet de l'abaissement de la salinité superficielle. L'objectif de la présente recherche est d'étudier ce problème dans des conditions de laboratoire.

Matériel et méthodes

Des expériences ont été réalisées en juillet et en août 1992 à la station de biologie marine de Vostok, qui relève de l'Institut de biologie marine FEB RAS (baie de Vostok, mer du Japon).

On a pêché des concombres de mer au stade de la pré-ponte le 15 juillet, à 6 m de profondeur, à une température de 19,6° C et à une salinité de 32,7 pour mille. Le frai a commencé le même jour, dans des récipients distincts pour les femelles et les mâles. La fécondation, le maintien à l'état fixé et toutes les expériences se sont déroulés à une température de 22-23° C et à une salinité de 32 pour mille (Kashenko 1992). Les larves ont été élevées dans trois systèmes de culture larvaire. L'eau de mer des aquariums, filtrée et stérilisée aux UV, a été renouvelée tous les jours ou tous les deux jours. Saturée en oxygène, elle était agitée à l'aide d'un microcompresseur soufflant de l'air à la surface de l'eau par des capillaires de verre, de manière à ne pas abîmer les larves. Les jeunes larves auricularias ont été nourries avec les petites microalgues *Nannochloris maculata* et *Pavlova lutheri*, et les larves au milieu et à la fin du stade auricularia, avec les algues plus grandes *Phaeodactylum tricornerutum* et *Dunaliella salina*.

1. Laboratoire de physiologie, Institut de biologie marine, section Extrême-Orient, Académie des sciences de Russie, Vladivostok, 690041, Russie. Téléphone : (4232)310905; télécopieur : (4232) 310900; mél : inmarbio@primorye.ru

Au laboratoire, on a étudié les réactions, le comportement et la distribution verticale d'*A. japonicus* aux différents stades larvaires (blastula, fin de gastrula, transition entre gastrula et dipleurula, début d'auricularia, milieu d'auricularia au bout de dix jours, fin d'auricularia avec nodules hyalins, doliolaria) en fonction de la dilution de la couche superficielle d'eau de mer non agitée. Des éprouvettes graduées d'un litre, d'un diamètre de 6 cm pour une colonne d'eau de 50 cm, ont été utilisées. La surface de l'eau a été diluée en versant lentement de l'eau moins salée à l'eau à salinité normale (32‰) sur la paroi du récipient. Le gradient de densité dans les éprouvettes n'a pas été modifié pendant plus d'une journée, c'est-à-dire que la couche d'eau nettement moins salée a été à peine mélangée à de l'eau de plus grande densité.

Des volumes spécifiques de culture larvaire ont été transvasés dans des éprouvettes témoins et expérimentales remplies d'eau de mer, à une profondeur de 19–20 cm avant de créer une couche d'eau diluée. À chaque expérience, on a maintenu à peu près la même densité de larves dans les éprouvettes. On a mesuré des larves (30 individus) à certains stades et estimé leur âge depuis la fécondation.

L'expérience a été réalisée selon deux variantes, afin de modéliser la situation réelle dans le milieu naturel. La variante I se caractérisait par une forte dilution. On a ajouté à l'éprouvette 25 ml d'eau douce sur 1 cm de hauteur environ. La variante II consistait dans une dilution progressive : on a ajouté d'abord 25 ml d'eau de mer à 20 pour mille, puis 25 ml à 12 pour mille. Les récipients ont été placés devant une source lumineuse. Nous avons utilisé de la lumière naturelle, mais pas d'ensoleillement direct provenant de la fenêtre. Cela permet d'observer la première réaction à la dilution, de suivre le comportement, de compter le nombre de larves présentes dans le récipient, et de prélever des échantillons d'eau dans les couches diluées, clairement identifiables visuellement.

Pour déterminer la salinité et compter les larves, au bout d'une heure d'expérience, on a prélevé 0,3 mm d'eau à l'aide d'une pipette Pasteur à extrémité longue et mince, de manière à éviter de mélanger des couches de salinité différente. On a prélevé l'eau à différentes profondeurs : en surface (0–0,2 cm et 0,2–1 cm) où l'on n'observe pas de concentrations de larves; à 1–2 cm, où les larves se concentrent le plus souvent; à 2–3 cm, où les larves sont peu nombreuses, voire absentes; puis à 3–4 cm, 6–7 cm, 18–19 cm et à plus grande profondeur. Dans certains cas, les observations de larves et les échantillonnages d'eau ont été faits une fois toutes les 3 ou 4 heures ou une fois par jour. La salinité, exprimée en micro-volumes d'eau, a été mesurée à 0,5 pour mille près, à l'aide d'un dispositif spécialement conçu à cet effet (Tyurin,

1994). On a compté les larves soit dans une chambre de Bogorov, soit dans des éprouvettes graduées. On a ensuite calculé la densité moyenne des larves (six expériences en parallèle : trois cultures larvaires pour chacune des deux variantes). La salinité pour laquelle les larves parvenues à un stade de développement donné se concentrent est identique dans les deux variantes, de même que les densités larvaires dans des couches diluées; on a donc regroupé les données sur les tableaux I et II. On a estimé les densités des larves à différentes profondeurs dans les éprouvettes témoins, afin de déterminer leur distribution verticale normale. Les procédures analytiques étaient inspirées d'Urbakh (1963). Pour chacune des expériences, l'hypothèse selon laquelle les traitements administrés au cours d'une expérience donnée présentaient des écarts significatifs ($p \leq 0,05$) était vérifiée.

Résultats

Dans les variantes I et II, l'épaisseur de la couche d'eau diluée, où il n'y avait pas de concentration larvaire, ne dépassait pas 0,3–0,5 cm. Dans les récipients expérimentaux, cette couche se trouvait généralement à une profondeur de 1 à 1,5 cm.

Dans les éprouvettes témoins, les blastulas (à l'âge de 16 heures, taille $195 \pm 24 \mu\text{m}$) ne cessaient de monter et de descendre. Dans la couche superficielle, leur nombre était supérieur (tableau 1). Lorsque l'eau de la couche supérieure était diluée à 9,5–13 pour mille, les blastulas s'accumulaient dans la couche à 20–20,5 pour mille. Une fois entrées en contact avec l'eau moins salée, les larves perdaient de leur mobilité sous l'effet du choc osmotique et grossissaient par hydratation. Elles recouvraient toutefois rapidement leur activité locomotrice et survivaient longtemps dans cette couche, sans pouvoir la quitter (tableau 1).

Tableau 1. Distribution des larves blastula d'*Apostichopus japonicus* dans la colonne d'eau, une heure après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes ($n = 6$), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)		Salinité, ‰
	Témoin, salinité 32‰	Variante I et II	Variante I et II
0–0,2	$7,50 \pm 1,12$	0	–
0,2–1	$3,33 \pm 0,64$	0	5,5–14
1–1,4	0	$34,6 \pm 6,91$	20–20,5
2–3	$0,10 \pm 0,01$	0,08	30–31
3–4	$0,12 \pm 0,01$	0,08	32
6–7	$0,12 \pm 0,01$	0,08	32
18–19	$0,34 \pm 0,04$	0,08	32

– : non déterminé

Une expérience particulière a été effectuée sur des larves en fin de stade gastrula (âgées de 31 heures) (tableau 2). Dans l'éprouvette témoin, la répartition des larves en phase de transition de gastrula à dipleurula était uniforme dans la colonne d'eau, sauf dans la couche supérieure à 0–1 cm. De grands groupes de larves se déplaçaient vers le haut et vers le bas. Après la formation de la couche supérieure d'eau diluée (6,5–17‰), les larves commençaient à s'immobiliser dans la couche à 20–20,5‰. Une perturbation des mouvements ciliaires et une hydratation étaient observées chez ces larves. Au bout d'une heure d'expérience, leur densité dans la couche atteignait $17,4 \pm 1,8$ individus par ml (tableau 2). Cependant, trois heures après, des larves avaient déjà repris leur mouvement ciliaire normal et ont

commencé à quitter la couche diluée (tableau 2). En même temps, la majeure partie de la masse de larves dans les éprouvettes témoins descendaient à une profondeur inférieure à 10 cm, et se répartissaient de manière homogène dans la colonne d'eau. Au bout de quatre heures, toutes les larves des récipients expérimentaux avaient quitté la couche diluée; elles s'étaient métamorphosées en dipleurulas.

C'est le stade auricularia qui est le plus long chez le concombre de mer. C'est pourquoi il a été étudié en détail. Dans l'éprouvette témoin, les jeunes auricularias (mesurant $538 \pm 29 \mu\text{m}$ à l'âge de 61 heures) étaient réparties de manière uniforme dans la colonne d'eau, et se déplaçaient en groupes vers le haut et le bas, mais sans pénétrer dans la couche supérieure

Tableau 2. Distribution des larves d'*Apostichopus japonicus* en phase de transition entre gastrula et dipleurula dans la colonne d'eau, 1 heure, 3 heures et 4 heures après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes (n = 6), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)					Salinité, ‰
	Témoin, salinité 32‰		Variantes I et II			Variantes I et II
	(en 1 h)	(en 4 h)	(en 1 h)	(en 3 h)	(en 4 h)	
0–0,2	0	0	0	0	0	–
0,2–1	0	0	0	0	0	6,5–17,0
1–1,3	$0,82 \pm 0,14$	0	$17,4 \pm 0,18$	$16,5 \pm 0,24$	0	20–20,5
2–3	$0,60 \pm 0,12$	0	0	0	0	27–26
3–4	$0,40 \pm 0,08$	0	0	0	0	32
6–7	$0,50 \pm 0,10$	0	$0,10 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,04$	0	32
12–13	$0,50 \pm 0,07$	$1,00 \pm 0,13$	$0,24 \pm 0,06$	$0,90 \pm 0,12$	$1,58 \pm 0,31$	32
18–19	$0,50 \pm 0,00$	$1,20 \pm 0,18$	$0,97 \pm 0,11$	$1,00 \pm 0,14$	$1,72 \pm 0,38$	32

– : non déterminé

Tableau 3. Distribution des larves d'*Apostichopus japonicus* au début (âge : 61 h) et au milieu (âge : 10 jours) du stade auricularia dans la colonne d'eau, une heure et un jour après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes (n = 6), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)					Salinité, ‰	
	Témoin, salinité 32‰		Variantes I et II			Variantes I et II	
	(en 1 h) Début	(en 1 h) Milieu	(en 1 h) Début	(en 1 h) Milieu	(en 1 jour) Milieu	(en 1 h) Début	(en 1 h) Milieu
0–0,2	0	0	0	0	0	–	–
0,2–1	0	$0,22 \pm 0,09$	0	0	0	5–15,5	4–15
1–1,5	$0,82 \pm 0,17$	$0,12 \pm 0,01$	0	$13,02 \pm 0,24$	$12,93 \pm 1,08$	20–21	20
2–3	$1,04 \pm 0,24$	$0,24 \pm 0,07$	0	$1,14 \pm 0,36$	$0,36 \pm 0,05$	28–29	26–27
3–4	$0,72 \pm 0,09$	$0,24 \pm 0,05$	$2,71 \pm 0,72$	$0,20 \pm 0,04$	$0,38 \pm 0,04$	31–32	31–30
6–7	$0,62 \pm 0,03$	$0,32 \pm 0,06$	$1,02 \pm 0,28$	$0,15 \pm 0,03$	$0,18 \pm 0,03$	32	32
18–19	$0,69 \pm 0,18$	$0,48 \pm 0,10$	$1,51 \pm 0,22$	$0,12 \pm 0,03$	–	32	32

– : non déterminé

0–1 cm (tableau 3). Lorsque la salinité superficielle était abaissée à 5–15,5‰, les larves descendaient dans la colonne d'eau vers la couche à 31–32‰ et ne pénétraient pas dans les couches à salinité réduite.

Dans les éprouvettes témoins, les larves au milieu du stade auricularia (mesurant $925 \pm 43 \mu\text{m}$ à l'âge de dix jours) étaient réparties régulièrement dans la colonne d'eau, et se déplaçaient lentement vers le haut et le bas, dans un mouvement de va-et-vient, sans entrer dans la couche supérieure (tableau 3). Plus la profondeur augmentait, et plus les larves étaient nombreuses. Lorsque la salinité de la couche supérieure atteignait 4–15 pour mille les larves auricularia se concentraient dans l'eau à 20 pour mille et, au bout d'une heure, leur densité était de $13,02 \pm$ individus par ml. Les larves ne bougeaient plus, sous l'effet du choc osmotique, et étaient manifestement déshydratées. Au bout d'une journée, le schéma de distribution verticale était quelque peu différent. Les larves qui avaient pénétré la couche à 20 pour mille bougeaient peu, et certaines larves avaient quitté la couche à 25–26‰.

Dans l'éprouvette témoin, les larves en fin de stade auricularia à nodules hyalins n'avaient pas pénétré la couche superficielle (tableau 4). Elles étaient plus nombreuses près du fond. Pour une salinité de 5–18,5‰ de la couche superficielle, les larves migraient vers une profondeur de 18 cm où la salinité était de 32‰. Les auricularias âgées étaient plus mobiles et beaucoup moins grandes ($763 \pm 35 \mu\text{m}$).

Au stade doliolaria, la majeure partie de la masse de larves témoins restait au fond, et seule une faible quantité de larves s'approchaient de la surface. Elles

aussi s'éloignaient activement de la couche superficielle diluée (5–15‰) pour nager vers une profondeur de 17–18 cm à salinité normale (tableau 4).

Discussion

La plupart des études des mécanismes de distribution larvaire dans les estuaires ou dans les eaux littorales ont été effectuées sur des crustacés, des mollusques et des poissons. Les larves des invertébrés réagissent de diverses manières à des perturbations de leur environnement. Dans les estuaires, le transport larvaire est en grande partie fonction des facteurs écologiques à évolution rapide, des courants et de la turbulence des eaux. Les mécanismes et l'importance du transport larvaire ne sauraient être isolés de la biologie globale des organismes (Stancyk et Feller, 1986). La dispersion des larves d'invertébrés marins est liée à la circulation des masses d'eau des océans et des estuaires ainsi qu'à la durée de leur développement dans le plancton, à leur âge et à leur faculté d'adaptation à chaque stade de développement. Certains auteurs ont conclu que les larves sont ou bien capables de se disperser activement — c'est-à-dire qu'elles maîtrisent leur répartition spatiale dans la colonne d'eau — (Mileikovsky, 1974, 1981; Mann, 1986, 1988; Scheltema, 1986, Stancyk et Feller, 1986; Jonsson *et al.*, 1991; Young, 1995; Vazquez et Young, 1996; Metaxas et Young, 1998; Welch *et al.*, 1999), ou bien transportées passivement par des courants ou par dérive dans les systèmes estuarins (Seliger *et al.*, 1982; Sulkin et van Heukelem, 1986; Garrison, 1999).

On connaît la répartition verticale des larves de concombres de mer *Apostichopus japonicus* aux différents stades de leur développement. Tout comme

Tableau 4. Distribution des larves d'*Apostichopus japonicus* en fin de stade auricularia, présentant des nodules hyalins et au stade doliolaria dans la colonne d'eau, une heure après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes (n = 6), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)				Salinité, ‰	
	Témoin, salinité 32‰		Variantes I et II		Variantes I et II	
	Fin de stade auricularia	Doliolaria	Fin de stade auricularia	Doliolaria	Fin de stade auricularia	Doliolaria
0–0,2	0	0	0	0	–	–
0,2–1	0	0	0	0	5–18,5	5–15
1–2	$0,18 \pm 0,05$	0	0	0	23–25	25–26
2–3	$0,24 \pm 0,04$	0	0	0	31	31–31,5
3–4	–	0,01	0	0	32	32
6–7	$0,28 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,01$	0	0	32	32
18–19	$0,36 \pm 0,06$	150	$0,27 \pm 0,07$	$0,04 \pm 0,01$	32	32
25–26	$0,32 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,02$	$0,53 \pm 0,09$	$0,08 \pm 0,01$	32	32
36–37	$0,78 \pm 0,06$	$0,76 \pm 0,12$	$0,89 \pm 0,16$	$0,98 \pm 0,04$	32	32

– : non déterminé

d'autres échinodermes (Rumrill, 1989; Pedrotti et Fenaux, 1992; Metaxas et Young, 1998), les larves de *A. japonicus* commencent par se développer dans les eaux superficielles, tandis qu'à la fin de leur croissance, elles migrent vers des couches plus profondes. On ne dispose d'aucune information sur les migrations verticales effectuées en 24 heures par des larves de concombres de mer dans leur milieu naturel. Les déplacements ascendants et descendants des larves dans les éprouvettes témoins et expérimentales observés au cours de notre étude reflètent probablement leur comportement en eaux calmes dans la nature. En même temps, les blastulas et gastrulas sont généralement présentes près de la couche superficielle, tandis qu'à des stades ultérieurs, les larves restent dans la partie inférieure des éprouvettes.

Dans la baie de Vostok, l'eau de surface peut être sensiblement rafraîchie (1-10‰) par de fortes pluies et, en l'absence de vent, la colonne d'eau stratifiée peut se maintenir telle quelle pendant longtemps (Kashenko, 1997). Le matin, la salinité de l'eau superficielle peut baisser jusqu'à 24-27 pour mille par temps calme. C'est à ce moment que les blastulas qui viennent d'éclore remontent à la surface par des mouvements ciliaires; d'après nos observations, les concombres de mer adultes pondent le soir ou vers minuit. Lorsqu'elles rencontrent la couche diluée, les blastulas cessent de remonter, la salinité provoquant un choc osmotique. Les larves ne tardent pas à s'adapter à un taux de 20 pour mille et commencent par nager, mais sans pouvoir quitter l'horizon dilué parce que leur densité diminue dans l'environnement isosmotique, comme en témoigne leur grossissement par hydratation, et elles ne peuvent pas surmonter le gradient de densité et pénétrer dans la couche sous-jacente où la densité est plus élevée. Les blastulas et gastrulas ne peuvent descendre qu'en arrêtant leurs mouvements ciliaires.

Les gastrulas, comme les blastulas, n'ayant pas d'organe locomoteur, ne peuvent quitter la couche diluée. Des études précédentes ont montré que si les larves aux stades blastula et gastrula sont exposées à une salinité réduite (20‰), aux stades ultérieurs, elles deviennent plus résistantes à une salinité réduite (Kashenko, 2000). Une expérience effectuée avec des larves en transition des stades gastrula à dipleurula a montré qu'à certains stades, les larves peuvent réagir activement à une salinité réduite. Chez la dipleurula, le système nerveux est déjà constitué (Dautov *et al.*, 1991) et l'organe locomoteur de la larve, une bandelette ciliée, apparaît. Les dipleurulas sont donc probablement capables de quitter la couche à salinité réduite. Une fois le système nerveux et l'organe locomoteur formés, les larves commencent à réagir activement à des conditions défavorables, en particulier la variation de salinité.

Dans la couche à 20 pour mille, on observe aussi des larves qui ont atteint le milieu du stade auricularia. Il a été démontré que, pour une salinité de 22-24 pour mille, les larves auricularias peuvent recouvrer leur

activité locomotrice en 2,5 jours. À ce stade, les larves sont plus vulnérables et périssent à un taux de 20 pour mille (Kashenko, 1992). En outre, au milieu du stade auricularia, les larves sont de bien plus grandes dimensions et ont une forme corporelle beaucoup plus complexe que les autres larves. Cela ne leur permet sans doute pas de réagir rapidement à des variations brutales de l'environnement. Scheltema (1986) a noté qu'en cas de changement des conditions ambiantes, "la réaction d'une larve bipinnaria d'astérie ou de polychète est donc nécessairement différente de celle d'une larve de bivalve ou de décapode."

Nos recherches ont montré que les jeunes auricularias, les auricularias âgées à nodules hyalins et les doliolarias sont capables de réagir à certains signaux du milieu ambiant et d'éviter les couches à salinité réduite dans des eaux non turbulentes. Ainsi, à ses premiers stades larvaires, le concombre de mer ne peut pas activement éviter des conditions ambiantes défavorables, alors qu'aux stades ultérieurs, les larves manifestent une réaction préférentielle aux variations de salinité.

Harder (1968), qui a étudié les organismes planctoniques, a constaté que la plupart d'entre eux arrêtaient tout mouvement à l'interface entre eau douce et eau salée. Cette réaction a été corrélée avec des caractéristiques fortement différenciées de densité dans ces couches. Une réaction similaire, observée pour des larves de trois bivalves Mactridae, a été attribuée à un comportement différentiel selon le gradient de salinité (Mann *et al.*, 1991). Dans la colonne d'eau stratifiée, les larves de coquilles Saint-Jacques *Placopecten magellanicus* présentaient des pics de concentration sous la surface, au-dessus de la pycnocline (Tremblay et Sinclair, 1990). Pedrotti et Fenaux (1992) ont aussi remarqué que la stratification de la colonne d'eau fait que les larves d'échinodermes restent près des eaux superficielles. Des chercheurs chinois (Zhenzu et Wenxiong, 1993) estiment que la stratification de la salinité dans les environnements naturels influe grandement sur les migrations verticales des larves d'huîtres *Crassostrea gigas*. Metaxas et Young (1998) ont aussi montré que les larves d'oursins qui traversent une halocline rencontrent de l'eau de moindre salinité qui peut déclencher un stress osmotique. De ce qui précède, on peut conclure que la stratification de la colonne d'eau dans les estuaires et les baies conduit à l'accumulation de larves d'invertébrés marins dans les eaux à salinité réduite, ce qui provoque un choc osmotique et la perte d'activité locomotrice chez les larves. Celles-ci sont capables de quitter les eaux de moindre salinité ou restent sur place, selon leur âge et leur adaptabilité. On peut supposer que c'est l'une des raisons pour lesquelles les larves sont retenues près de la surface, ou au-dessus ou au-dessous de la pycnocline.

Conclusions

En cas de baisse de salinité de l'eau superficielle, les larves de *A. japonicus* aux stades blastula, gastrula,

dipleurula et auricularia perdent de leur mobilité et s'accumulent dans les couches où la salinité de l'eau de mer provoque un choc osmotique. Les blastulas et gastrulas se concentrent dans une couche à 20–20,5 pour mille. Bien qu'elles ne soient pas capables de quitter cette couche, les blastulas y survivent. Les larves métamorphosées de gastrula en dipleurula dans la couche diluée la quittent. Les larves en milieu de stade auricularia ne sont pas capables de quitter la couche à 20 pour mille et périssent. En cas de dilution de l'eau superficielle, les auricularias jeunes et âgées et les doliolarias migrent vers des eaux plus profondes de salinité normale. Ainsi, leur souplesse d'adaptation et leurs mécanismes de comportement permettent à des larves de concombre de mer *A. japonicus* ayant atteint certains stades de survivre et d'éviter les effets néfastes d'une baisse de salinité dans les couches superficielles de l'eau de mer.

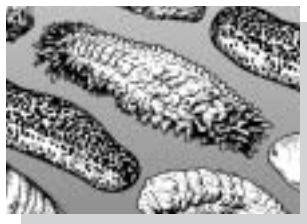
Bibliographie

- Dautov, S.Sh., S.D. Kashenko et E.S. Kornienko. 1991. Changing of the topography of neurone catecholamine in lava of the sea cucumber *Stichopus japonicus* during development. Doklady RAN, 320:723–725. (Publié en russe)
- Garrison, L.P. 1999. Vertical migration behaviour and larval transport in brachyuran crabs. Marine Ecology Progress Series 176:103–113.
- Harder, W. 1968. Reactions of plankton organisms to water stratification. Limnology and Oceanography 13:156–168.
- Jonsson, P.R., C. Andre et M. Lindegarth. 1991. Swimming behaviour of marine bivalve larvae in a flume boundary-layer flow: evidence for near-bottom confinement. Marine Ecology Progress Series 79:67–76.
- Kashenko, S.D. 1992. Effect of desalination on development of far eastern trepang. Russian Journal of Marine Biology 18(3–4):43–52.
- Kashenko, S.D. 1997. Effects of salinity acclimation of the sea cucumber *Stichopus japonicus* on the adaptive capabilities of its different stages of development. Russian Journal of Marine Biology 23(2):78–85.
- Kashenko, S.D. 1998. Effects of temperature and salinity on the early development of the Japanese sea cucumber (trepang) *Stichopus japonicus*. Russian Journal of Marine Biology 24(2):100–105.
- Kashenko, S.D. 2000. Acclimation of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* to decreased salinity at the blastula and gastrula stages: its effects on the desalination resistance of larvae at subsequent stages of development. Russian Journal of Marine Biology 26(6):422–426.
- Mann, R. 1986. *Arctica islandica* (Linne) larvae: active depth regulators or passive particles. American Malacological Union Spec. Ed. 3:51–57.
- Mann, R. 1988. Distribution of bivalve larvae at a frontal system in the James River, Virginia. Marine Ecology Progress Series 50:29–44.
- Mann, R., B.M. Campos et M.W. Luckenbach. 1991. Swimming rate and responses of larvae of three mactrid bivalves to salinity discontinuities. Marine Ecology Progress Series 68:257–269.
- Metaxas, A. et C.M. Young. 1998. Behaviour of echinoid larvae around sharp haloclines: effects of the salinity gradient and dietary conditioning. Marine Biology 131:443–459.
- Mileikovskiy, S.A. 1974. Types of larval development in marine bottom invertebrates: an integrated ecological scheme. Thalassia jugosl. 10(1/2): 171–179.
- Mileikovskiy, S.A. 1981. Ecology of reproduction of marine benthos. Izdatelstvo 'Nauka,' Moscow. 91 p. (Publié en russe)
- Pedrotti, M.L. et L. Fenaux. 1992. Dispersal of echinoderm larvae in a geographical area marked by upwelling (Ligurian Sea, NW Mediterranean). Marine Ecology Progress Series 86:217–227.
- Rumrill, S.S. 1989. Population size structure, juvenile growth and breeding periodicity of the sea star *Asterina miniata* in Barkley Sound, British Columbia. Marine Ecology Progress Series 56:37–47.
- Scheltema, R.S. 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. Bulletin of Marine Science 39(2):290–322.
- Seliger, H.H., J.A. Boggs, R.B. Rivkin, W.H. Biggley et K.R.H. Aspden. 1982. The transport of oyster larvae in an estuary. Marine Biology 71:57–72.
- Stancyk, S.E. et R.J. Feller. 1986. Transport of non-decapod invertebrate larvae in estuaries: an overview. Bulletin of Marine Science 39(2):257–268.
- Sulkin, S.D. et W.F. Van Heukelem. 1986. Variability in the length of the megalopal stage and its consequence to dispersal and recruitment in the portunid crab *Callinectes sapidus* Rathbun. Bulletin of Marine Science 39(2):269–278.
- Tremblay, M.J. et M. Sinclair. 1990. Sea scallop larvae *Placopecten magellanicus* on Georges Bank: vertical distribution in relation to water column stratification and food. Marine Ecology Progress Series 61:1–15.
- Tyurin, A.N. 1994. Methods of measuring of sea water salinity in microvolumes. Biologiya Morya 20:82–83. (Article en russe, résumé en anglais.)
- Urbakh, V.Yu. 1963. Mathematical Statistics for Biologists and Physicians. Izdatelstvo AN SSSR, Moscow. 323 p. (Article en russe.)
- Vazquez, E. et C.M. Young. 1996. Responses of compound ascidian larvae to haloclines. Marine Ecology Progress Series 133:179–190.

Welch, J.M., R.B. Forward Jr. et P.A. Howd. 1999. Behavioral responses of blue crab *Callinectes sapidus* postlarvae to turbulence: implications for selective tidal stream transport. *Marine Ecology Progress Series* 179:135-143.

Zhenzu, X. et W. Wenxiong. 1993. Effect of salinity on vertical distribution of the larvae of *Crassostrea gigas*. *Haiyang yuhuzhao (Oceanology et Limnology sin)* 24(3):226-233. (Article en chinois, résumé en anglais.)

Young, C.M. 1995. Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life. In: L.R. McEdward, ed. *Ecology of marine invertebrates larvae*. Boca Raton, Florida: CRC Press. 249-278.



Nouvelles des marchés la bêche-de-mer

Prix des bêtes-de-mer sur les marchés d'Asie (août 2001 – avril 2002)

Espèces	Taille		Prix indicatif en USD/kg (C&F) Août 2001 – Avril 2002										Marché	Origine
			Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.			
Holothurie blanche à mamelles (avec la peau)	3-5 pc/kg	A	25,0	23,0	24,0	23,0	21,0	21,0	23,0	23,0	23,0	Ports	Asie SE	Pacif. Sud
		B	18,0	16,0	16,0	16,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	Ports	Asie SE	Pacif. Sud
Holothurie ananas (<i>Thelenota ananas</i>)	6-15 pc/kg		12,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	12,0	12,0	12,0	Ports	Asie SE	Pacif. Sud
Holothurie noire à mamelles	3-5 pc/kg	A	18,0	17,0	17,0	15,0	15,0	15,0	18,0	18,0	18,0	Ports	Asie SE	Australie
		B	15,0	14,0	14,0	13,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	Ports	Asie SE	Australie
Holothurie de sable		A	33,0	30,0	32,0	32,0	32,0	32,0	34,0	34,0	34,0	Singapour		Indonésie
	10-30 pc/kg		58,0	50,0	50,0	45,0	43,0	45,0	45,0	45,0	45,0	Singapour		Australie
	15-40 pc/kg		40,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	40,0	40,0	40,0	Singapour		Pacif. Sud
Trévang vert (<i>Stichopus chloronotus</i>)	50-120 pc/kg		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	13,0	13,0	13,0	Singapour		Pacif. Sud
Lollyfish (<i>H. atra</i>)			2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	Singapour		Pacif. Sud
Stonefish (<i>A. lecanora</i>)			15,0	14,0	15,0	15,0	15,0	12,0	14,0	14,0	14,0	Singapour		Indonesia
Holothurie brune des brisants (<i>A. mauritiana</i>)	15-35 pc/kg		12,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	Singapour		Pacif. Sud
Holothurie léopard	25-55 pc/kg		3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	Singapour		Pacif. Sud
Holothurie brune (?) (<i>Boadschia marmorata</i>)	25-110 pc/kg		3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	Singapour		Pacif. Sud
Trévang curry (<i>Stichopus variegatus</i>)	30-50 pc/kg		17,0	15,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	Singapour		Pacif. Sud
	70-120 pc/kg		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	Singapour		Pacif. Sud
Holothurie à trompe d'éléphant	3-8 pc/kg		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	Singapour		Pacif. Sud

Source: *Infofish Trade News*. Pour plus d'information sur les publications d'INFOFISH, vous pouvez contacter infish@po.jaring.my ou +603 2691804 (fax) ou visiter le site Internet: <http://www.infofish.org>