

Déplacement de la zone naturelle de constriction de *Holothuria atra* (Aspidochirotida, Holothuriidae, Echinodermata)

Pradina Purwati¹, Sigit A.P. Dwiono², Lisa F. Indriana² et Varian Fahmi²

Résumé

Lorsque la scission est induite c'est le point de constriction qui détermine la zone de division. En cas de scission naturelle des Aspidochirotes et des Dendrochirotes, on n'observe qu'un seul point de constriction. Le présent article montre, par diverses expériences, qu'il est possible de modifier le point de constriction naturel des holothuries. Ces expériences ont été réalisées en juillet 2007 : deux régions ont été stimulées sur vingt individus *Holothuria atra*. De nouveaux tentacules et un nouvel anus ont commencé à apparaître au cours de la septième semaine suivant la division chez les individus antérieurs (A) et postérieurs (P) respectivement. Les individus moyens, ne présentant ni bouche ni anus (groupe M), se régénéraient un peu plus lentement que les groupes A et P. Les onze individus moyens ont développé de nouveaux tentacules et un anus durant la neuvième semaine, leur nombre augmentant par la suite. À la fin de l'expérience (douzième semaine), le taux de survie s'élevait à 96,67 %. Lorsque la scission est induite, il est très peu probable que le point de constriction naturelle corresponde à une zone très précise de division ; par conséquent, dans ce genre d'expériences, on peut davantage constater la grande capacité de régénération des holothuries que le phénomène de reproduction asexuée induite.

Introduction

La grande capacité de régénération des holothuries est illustrée par les phénomènes d'éviscération et de reproduction asexuée scissipare. Le phénomène d'éviscération consiste en une expulsion, par l'holothurie, de la plupart de ses organes internes, en raison d'un changement physiologique ou en réaction à divers facteurs externes. Après l'éviscération, l'holothurie met un certain temps à reconstituer de nouveaux organes internes et vit ensuite normalement. La régénération des organes internes se produit également lors de la reproduction asexuée.

Dans le milieu naturel, la reproduction asexuée par scission consiste en une division de l'individu en une partie postérieure et une partie antérieure. Le point de constriction tend à être propre à chaque population scissipare. Il se situe dans différentes régions, par exemple au niveau du tiers antérieur de la longueur chez *Holothuria leucospilota* (Purwati, 2004), à 44 % de la longueur totale, dans la partie antérieure, chez *H. atra* (Chao, Chen et al., 1993), ou au milieu du corps chez *H. parvula* et *H. surinamensis* (Crozier, 1917 ; Kille, 1942). Chaque région scindée se reconstitue en individu entier.

L'intérêt que suscite la stimulation de la scission, à savoir une induction de la division de l'holothurie, s'est accru ces vingt dernières années. La technique d'induction présente un intérêt particulier dans les zones surexploitées où la densité de population ne permet plus la fécondation naturelle. L'induction de la scission permet, quand elle est réussie, de doubler le nombre initial d'individus au moyen d'un procédé de faible technicité et de faible coût.

Cette méthode peut être employée par les communautés du littoral (Purwati et Dwiono, 2008).

La stimulation de la scission a prouvé son efficacité tant chez les holothuries scissipares que non scissipares. Parmi les scientifiques qui ont écrit sur ce sujet, on compte Reichenbach et al. (1996), Purwati et Dwiono (2007), Laxminarayana (2006) et Razek et al. (2007). Les expériences qu'ils ont réalisées consistent principalement à imiter la reproduction asexuée observée dans les habitats naturels des holothuries, à savoir en introduisant un plan unique de constriction. Les pourcentages de survie sont élevés chez les individus résultant de la scission, chaque animal développant de nouveaux tentacules et un nouvel anus en deux à trois mois. Lorsque la scission est induite chez des holothuries non scissipares, telles que *H. arenicola* et *Bohadschia marmorata*, le fort potentiel de régénération observé semble plus pertinent que la capacité de l'animal de se reproduire par voie asexuée.

Jusqu'à aujourd'hui, pour induire la scission, on n'envisageait qu'un seul point de constriction par individu, proche du point de scission naturelle. D'après les expériences réussies de scission induite chez des espèces non scissipares, nous avons déduit que la zone de scission naturelle des holothuries scissipares n'est peut-être pas la seule zone de division possible et qu'il est, par conséquent, envisageable de déplacer le point de constriction et même d'en stimuler plusieurs. On pourrait ainsi induire la division d'un individu en plusieurs endroits au cours d'une même expérience de stimulation, ce qui serait une véritable avancée sur le plan de la physiologie et de la reproduction de l'animal et contribuerait également aux efforts de multiplication des populations.

Matériel et méthodes

Nous avons décrit, dans un précédent article, une expérience réussie de scission induite chez *H. atra*, où nous avons doublé deux groupes de 10 et 30 individus au cours de deux expériences distinctes avec des taux de survie respectifs de 85 % et 100 % (Purwati et Dwiono, 2005, 2007 ; Dwiono et al., sous presse).

Pour prouver que le plan naturel de scission peut être déplacé, nous avons, de juillet à septembre 2007, tenté d'induire une scission chez 20 individus *H. atra* en deux points : au tiers et aux deux tiers de la longueur de l'animal en partant de la région antérieure. Le poids de départ des individus entiers, avant stimulation, était de 35–143 grammes. Nous avons suivi des méthodes d'induction et de croissance similaires à celles décrites par Purwati et Dwiono (2005). Un tuyau en caoutchouc servant de chambre à air de vélo (disponible quasiment partout en Indonésie) a été utilisé pour étrangler fermement le corps des holothuries. Les trois parties ainsi obtenues (A : région antérieure avec bouche ; P : région postérieure avec anus ; et M : région moyenne sans bouche ni anus) étaient de la même longueur environ. Au cours de la stimulation, les holothuries ont été placées dans des seaux remplis d'eau de mer fraîchement collectée et ventilés lentement. Aucun aliment n'a été ajouté.

Une fois la division effectuée, les trois parties résultantes (A, P et M) ont été placées dans un seau, puis dans un filet suspendu à environ sept mètres de profondeur dans la colonne d'eau. La méthode de suspension a prouvé son efficacité (rapport non publié de Dwiono). L'aspect morphologique des zones de scission a été observé chaque semaine pour surveiller la nouvelle croissance

des tentacules et anus ainsi que le taux de survie. Nous avons observé l'état de régénération des individus M aux deux extrémités scindées. L'expérience a pris fin une fois qu'un nouvel anus et/ou de nouveaux tentacules sont apparus chez la plupart des individus. À ce stade, les individus doivent être nourris et d'autres techniques de grossissement doivent être adoptées.

L'intensité de la régénération (R) a été mesurée par la formule suivante (où X représente les individus A, M ou P) :

$$R(X) \text{ (exprimé en \%)} = (\text{nombre d'individus en cours de régénération} / \text{total d'individus}) \times 100 \%$$

Résultats

Durant la première semaine suivant la scission, un individu du groupe M est mort. Chez les animaux qui ont survécu, les blessures ont guéri en trois semaines, au cours desquelles la zone de scission s'est refermée, formant principalement une surface concave. La phase de régénération, caractérisée par une surface convexe ou une protrusion de la zone de scission, a débuté au cours des semaines 3, 4 et 6 pour les individus des groupes A, P et M respectivement. La régénération était complète à la neuvième semaine chez les individus A et à la septième semaine pour les individus P.

Dans les groupes A et P, la nouvelle croissance d'anus ou de tentacules a commencé après 7 à 9 semaines, contre 8 à 11 semaines pour le groupe M (figure 1). La guérison de la blessure au point de constriction était plus longue chez les individus du groupe M, mais leur régénération était plus rapide.

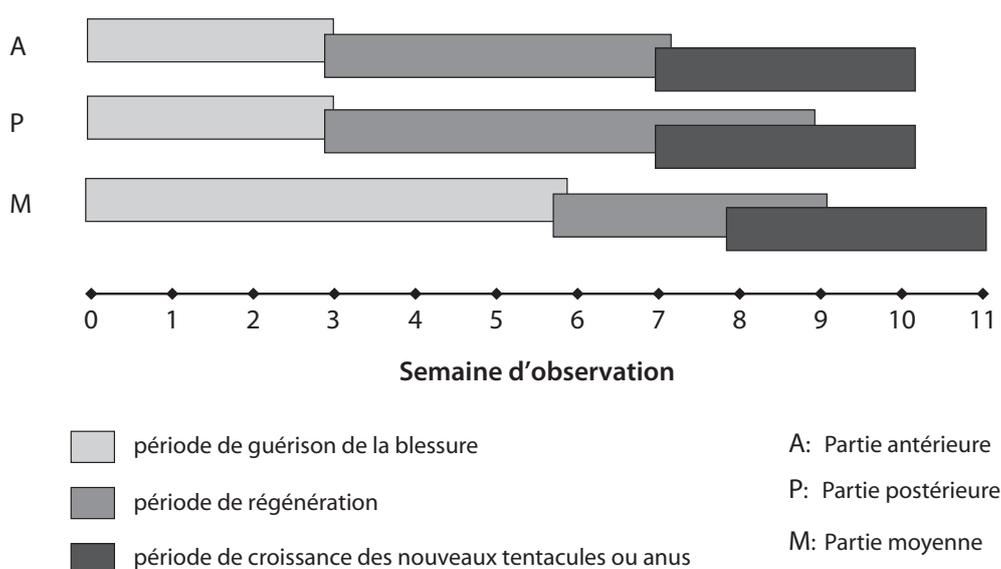


Figure 1. Régénération des individus A, P et M

Tableau 1. Temps nécessaire à l'apparition de nouveaux tentacules et de l'anus. Les chiffres indiqués sur le tableau correspondent au pourcentage d'individus.

Temps (en semaines)	7		8		9		10		11	
	t	a	t	a	t	a	t	a	t	a
Individus (%)										
Antérieur		10		15		30		40		85
Postérieur	5		35		65		95			
Moyen			10	5	45	15	50	30	85	55

T : nouveaux tentacules

A : nouvel anus

Il a fallu attendre la septième semaine pour voir apparaître un orifice anal chez les individus A, semaine où sont également apparus de nouveaux tentacules chez les individus P. Au cours de la huitième semaine, un individu du groupe M a reconstitué un anus, tandis que deux autres ont développé des tentacules. Parmi eux, un individu présentait à la fois de nouveaux tentacules et un nouvel orifice anal. Au cours de la neuvième semaine, dix individus supplémentaires du groupe M ont reconstitué leurs tentacules et anus, et six autres ont développé de nouveaux tentacules (tableau 1). Il semble que les tentacules soient apparus peu avant l'orifice anal. À la fin de l'expérience, après onze semaines, 29 individus sur 30, issus de 10 parents, avaient survécu. Le taux total de survie était de 96,67 %.

Discussion

Si les échinodermes ne sont pas classés à la base de la phylogénie animale aux côtés des groupes chez qui la scission ou d'autres formes de reproduction asexuée (bourgeonnement, etc.) sont très fréquentes (Porifera, Cnidaria, etc.), ils partagent certains attributs de ces groupes de base, comme la capacité de se reproduire par voie asexuée (Carneveli, 2006). Par ailleurs, bien qu'il soit prouvé que la scission naturelle se produit en un point de constriction spécifique à chaque espèce scissipare, l'induction de la scission montre que ce point naturel n'a peut-être pas grande importance.

On ne peut dissocier la reconstitution des organes externes de l'appareil digestif de celle des tissus internes de l'organisme. Le mésentère est un tissu membranaire qui maintient en place les organes digestifs antérieurs (œsophage, estomac et partie antérieure de l'intestin grêle) et les relie aux interradius médiodorsaux. D'après Hyman (1955) et Bai (1994), le mésentère dorsal est à l'origine de la nouvelle croissance des organes digestifs manquants chez les individus scindés. Selon cette hypothèse, la reconstitution du tube digestif est possible tant que la scission induite et les méthodes de croissance n'endommagent pas les tissus mésentériques.

La nature a très certainement de bonnes raisons de conserver un seul point de constriction lors de la reproduction asexuée. Il faut garantir pendant tout le processus que chaque partie divisée reformera un individu normal, afin de satisfaire l'objectif de la reproduction, à

savoir le maintien et la mise en valeur de la population. La survie des individus obtenus par reproduction asexuée scissipare est supérieure à celle des individus issus de la reproduction sexuée, étant donné que le premier mode de reproduction ne comprend pas de stade larvaire critique, se fait sans la présence d'un partenaire et est moins exposé à la pression des prédateurs (Purwati, 2002 ; Purwati, 2004). Quand la scission naturelle donne plus de deux individus, les régions moyennes, qui ne présentent ni bouche ni anus, sont probablement plus faibles que les autres régions appelées à se régénérer, puisqu'elles ont besoin de plus d'énergie et de temps pour développer de nouveaux complexes antérieur et postérieur. Cette hypothèse étant posée, la réussite d'une scission induite devrait être mesurée par le taux de survie et le temps nécessaire à la reconstitution d'un individu complet. L'expérience présentée ici a donné de bons résultats et la reconstitution des régions moyennes ne différerait pas beaucoup de celle des régions antérieures et postérieures.

Les individus antérieurs et postérieurs se sont rétablis en sept semaines, à savoir des résultats proches de ceux obtenus dans les expériences de Purwati et Dwiono (2007), mais assez précoces comparés aux résultats obtenus par Dwiono et al. (2008) avec un point de constriction unique. Dwiono et al. (2008) ont mesuré le poids égoutté lors de leurs relevés hebdomadaires, ce qui peut avoir induit un stress chez les animaux et retardé le développement des organes manquants. Pour les besoins de l'expérience décrite dans cet article, les perturbations des individus ont été réduites au minimum.

À titre de comparaison, la période de régénération chez *H. parvula* (sauf nouvelle croissance des gonades) est, d'après la littérature, de trois semaines (Kille, 1942) et des articles portant sur d'autres expériences avec la même espèce font état d'une régénération plus rapide chez les individus postérieurs que chez les antérieurs. Ils commencent à s'alimenter après deux mois (Emson et Mladenov, 1987). Chez *Stichopus chloronotus* et *Thelenota ananas*, l'alimentation commence respectivement après 3 et 5 à 7 mois (Reichenbach et Holloway, 1995).

L'observation de la scission naturelle chez *H. atra* et *H. leucospilota* (Chao et al., 1993 ; Conand et al., 1997 ; Purwati, 2004) a montré que les individus postérieurs ont plus de chances de rester dans leur habitat que les individus antérieurs. Il est difficile de savoir si les

individus antérieurs sont emportés par le courant, s'ils sont victimes de prédation ou s'ils meurent. Lorsque la scission est induite, tant les individus antérieurs que postérieurs survivent en grand nombre, ce qui pourrait indiquer que la disparition des individus antérieurs de leur habitat naturel après division naturelle est due à des facteurs externes.

Conclusion

Il n'est guère difficile d'obtenir deux ou trois individus avec des taux de survie de 90 % à 100 %. La scission induite en laboratoire protège les individus des prédateurs et des variations écologiques extrêmes. Dans le même temps, notre expérience montre que chaque partie scindée a à peu près les mêmes possibilités de se reconstituer en un individu complet. La possibilité d'obtenir quatre individus, voire plus, est probablement fonction de la somme d'énergie requise pour reconstituer les organes manquants, et cela vaut surtout pour les parties moyennes. La survie des individus dépend également de la capacité multipotente du mésentère. Cette expérience montre que (i) le point naturel de constriction n'a peut-être plus grande importance pour l'induction de la scission et qu'il peut être manipulé, (ii) ce genre de situations met à contribution la grande capacité de régénération des holothuries, plutôt que le phénomène de reproduction asexuée à proprement parler, même chez les espèces scissipares, et (iii) la technique d'induction de la scission peut potentiellement être appliquée à des espèces d'holothuries non scissipares pour accroître leurs effectifs.

Remerciements

Ces recherches ont été soutenues par l'Institut indonésien des sciences (*Competitive Program*)/*Census of Marine Life*. Nous remercions le lecteur anonyme des corrections et suggestions qu'il a formulées sur ce texte.

Bibliographie

- Bai M.M. 1994. Studies on generation in the holothurian *Holothuria* (*Metriatyla*) *scabra* Jaeger. Bulletin of the Central Marine Research Institute 46:44–50.
- Carneveli M.D.C. 2006. Regeneration in Echinoderms: repair, regrowth, cloning. Invertebrate Survival Journal 3:64–76.
- Chao S.-M., Chen C.-P. and Alexander P.S. 1993. Fission and its effect on population structure of *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuroidea) in Taiwan. Marine Biology 116:109–115.
- Conand C., Morel C. and Mussard R. 1997. Une nouvelle observation de reproduction asexuée chez les holothuries : scission dans des populations de *Holothuria leucospilota* à La Réunion, Océan Indien. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 9:5–11.
- Crozier W.J. 1917. Multiplication by fission in holothurians. The American Naturalist 51: 560–566.
- Dwiono S.A.P., Indriana L.F., Purwati P. and Fahmi V. in press. Perbanyakakan *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuroidea) melalui stimulasi pembelahan. OLDI.
- Emson R.H. and Mladenov P.V. 1987. Studies of the fissiparous holothuria *Holothuria parvula* (Selenka)(Echinodermata: Holothuroidea). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology III:195–211.
- Hyman L.H. 1955. Echinodermata, The Invertebrates. McGraw-Hill Book Co., New York. 121–244.
- Jangoux, M., Rasolofonirina R., Vaitilingon D., Ouin J.-M., Seghers G., Mara E. and Conand C. 2001. Un projet pilote d'écloserie et de mariculture d'holothuries à Tuléar, Madagascar. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 14:2–5.
- Kille F.R. 1942. Regeneration of the reproductive system following binary fission in the sea cucumber *Holothuria parvula* (Selenka). The Biological Bulletin 83:55–66.
- Laxminarayana A. 2006. Reproduction asexuée par scission transversale induite chez les espèces holothuries *Bohadschia marmorata* et *Holothuria atra*. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 23:35–37.
- Purwati P. 2002. Pemulihan populasi teripang melalui fission, mungkinkah ? Oseana XXVII(1):19–25.
- Purwati P. 2004. La scissiparité chez *Holothuria leucospilota* dans les eaux tropicales de Darwin (territoire du Nord de l'Australie). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 20:26–33.
- Purwati P. and Dwiono S.A.P. 2005. Induction de la scission chez les holothuries indonésiennes. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 22:11–15.
- Purwati P. and Dwiono S.A.P. 2007. Fission inducement in *H. atra*: changing in morphology and body weight. Marine Research Indonesia 32(1):1–6.
- Purwati P. and Dwiono S.A.P. 2008. Reproduksi aseksual sebagai alternatif pemulihan populasi teripang. Indonesian Journal of Marine Science 13(1):37–42.
- Razek F.A.A., Rahman S.H.A., Mona M.H., El-Gamal M.M. and Moussa R.M. 2007. Observation de l'effet des conditions environnementales sur la scission induite de l'holothurie des sables méditerranéenne, *Holothuria arenicola* (Semper, 1868) en Égypte . La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 26:33–34.
- Reichenbach N., Holloway S. 1995. Potential for asexual propagation of several commercial important species of tropical sea cucumber (Echinodermata). Journal of the World Aquaculture Society (3):272–278.
- Reichenbach N., Nishar Y. and Saeed A. 1996. Species and size related trends in asexual propagation of tropical sea cucumber (Holothuroidea). Journal of the World Aquaculture Society 27(4):475–482.