

## La gamétogénèse se produit-elle naturellement dans le manteau de l'huître perlière ?

Pedro E. Saucedo<sup>1</sup> et Eliana Gómez-Robles

### Importance du manteau

Chez les bivalves de mer et d'eau douce, le manteau remplit un certain nombre de fonctions spécialisées: c'est le siège des capacités sensorielles, il assure le stockage des éléments nutritionnels, l'orientation des flux nutritifs et la synthèse des substances intervenant dans la minéralisation de la coquille et la formation de la perle (Addadi et Weiner, 1997; Checa, 2000; Barik et al., 2004; Acosta-Salmón et Southgate, 2005). En outre, chez les mytilidés le manteau joue un rôle majeur comme principal support de la gamétogénèse (Lowe et al., 1981; Bayne et al., 1982). Les mytilidés sont actuellement la seule famille de bivalves connue au sein de laquelle le développement gonadique se produit naturellement dans le manteau aux dépens des cellules souches et des réserves stockées (Mourazos et al., 2001). Plusieurs études ont permis de décrire l'anatomie microscopique du manteau de la moule commune (*Mytilus edulis*) et ont mis en évidence la présence d'éléments cellulaires tels que les amœbocytes contenant du glycogène qui fournissent l'énergie nécessaire à la gamétogénèse (Lozada et Reyes, 1981; Gabbott et Peek, 1991). Au sein de la même espèce, d'autres types de cellules de stockage, telles que les cellules adipogranulaires (ADG) et les cellules vésiculaires du tissu conjonctif (VCT) ont été décrites comme intervenant dans la gamétogénèse, non seulement en tant que sources d'énergie, mais également en tant que précurseurs des neurosécrétions (Peek et Gabbott 1989; Lubet et Mathieu 1990; Mathieu et Lubet 1993; Mathieu et al. 1991). Certains de ces précurseurs sont des protéines dénommées polypeptides du tissu conjonctif du manteau (MCPT); elles se situent dans les cellules ADG du manteau, et leur expression est directement proportionnelle au volume de tissus conjonctifs du manteau et inversement proportionnelle au volume des acini des gonades (Mikhailov et al., 1996).

Chez l'huître perlière, les études de la composition histologique, histochimique, biochimique et ultrastructurale du manteau se concentrent plutôt sur les aspects de la minéralisation de la coquille et la formation des perles que sur la reproduction. Il en est ainsi de *Pinctada maxima* (Dix, 1972, 1973; Dong, 1999), *P. margaritifera* (Jabbour et al., 1992), *P. fucata* (Wada, 1973), et *P. mazatlanica* (García-Gasca et al. 1994; Vite-García 2005).

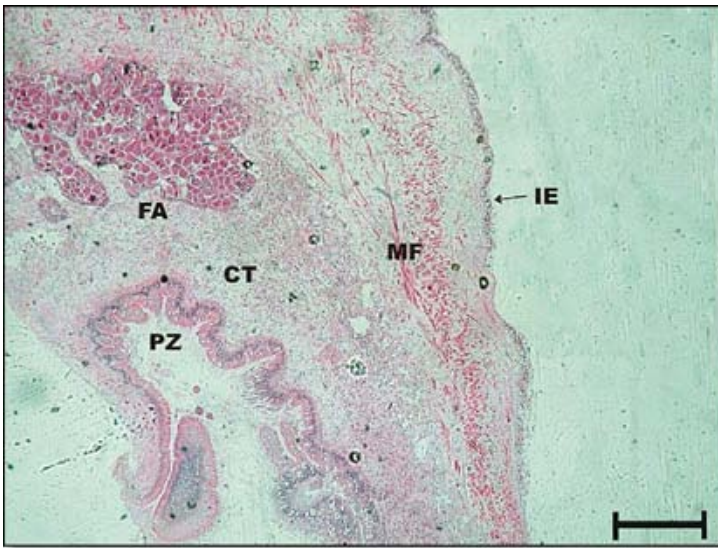
### Premiers éléments indicateurs du développement gonadique dans le manteau de *Pinctada mazatlanica*

Dans le cadre d'un projet de grande envergure portant sur l'étude de la reproduction de l'huître *P. mazatlanica*

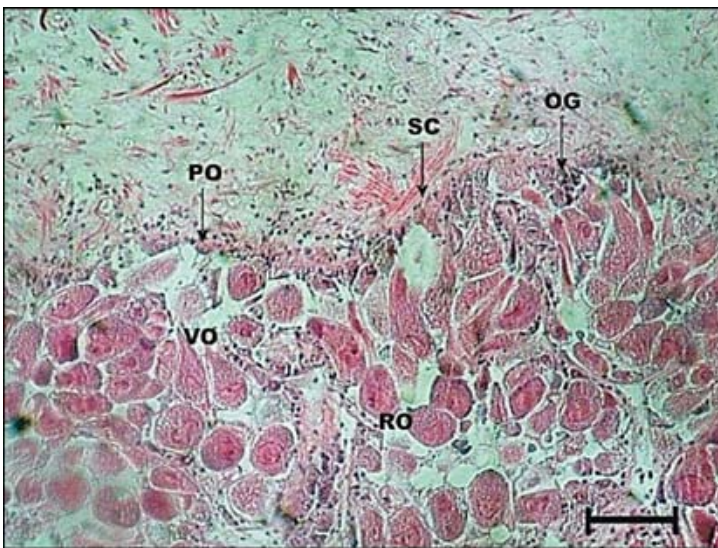
(Hanley, 1856), nous mettons en évidence les premiers éléments indiquant la présence de gonade dans le manteau. Sur les 180 échantillons analysés pendant un cycle annuel, 1,1 pour cent (soit deux huîtres) présentaient des acini femelles dans la zone périphérique, où l'on distingue clairement une matrice de tissu conjonctif diffus accompagnée de nombreux paquets de fibres musculaires longitudinales et radiales (Fig. 1). Dans ces échantillons prélevés en janvier dans une eau à 20,5 °C (correspondant au stade sexuel indifférencié ou au stade succédant au stade de maturité sexuelle), l'intégrité et le développement des gamètes femelles paraissaient normaux et on pouvait observer sans difficulté, tapissant les parois des acini ou les remplissant complètement, plusieurs groupes de cellules souches, d'oogones et d'ovocytes prévitellogènes (petites gamètes immatures dépourvues de vitellus), vitellogènes (toujours immatures mais en phase de production de cellules en forme de pédoncule) et postvitellogènes (totalement matures, et présentant diverses formes de polygone) (Fig. 2).

À notre connaissance, c'est la première fois au monde que l'on met en évidence, chez un bivalve marin autre qu'un mytilidé, une activité gamétogénétique dans le manteau. Cependant, étant donné que les acini mâles ou femelles n'apparaissent pas naturellement dans le manteau des Pteriidae, l'incertitude demeure quant à l'origine et au mécanisme de ce phénomène. À la différence du tissu du manteau des mytilidés où la présence de cellules souches et d'autres types d'éléments cellulaires de stockage (amœbocytes, cellules VCT et ADG) et de substances actives telles que les MCPT a déjà été confirmée (Lozada et Reyes, 1981; Peek et Gabbott, 1989; Lubet et Mathieu, 1990; Gabbott et Peek, 1991; Mathieu et Lubet, 1993; Mathieu et al., 1991; Mikhailov et al., 1996), nous devons pour l'instant nous contenter de formuler l'hypothèse suivante: si, chez les mytilidés, le manteau favorise la gamétogénèse aux dépens de ses propres cellules souches et de ses réserves, il est possible que le manteau d'autres bivalves, tels que les huîtres perlières, dispose d'éléments cellulaires et de réserve analogues, ou de cellules souches non exprimées génétiquement, qui entrent en action dans des circonstances particulières, sous l'influence par exemple des conditions de culture (la densité notamment) ou de l'état reproductif, physiologique et/ou épidémiologique de l'huître (inversion sexuelle, stress, maladie ou infections parasitaires par exemple). Si cette hypothèse ne peut encore être confirmée, des observations réalisées par le passé sur le manteau de l'huître *P. mazatlanica* permettent de l'envisager. Ainsi García-Gasca et al. (1994) ont identifié différents types de cellules dans la zone

<sup>1</sup> Auteur à contacter. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz BCS, 23090, Mexique. Courriel : psauedo04@cibnor.mx; tél: +52 612 1238484.



**Figure 1.** Microphotographie de la coupe longitudinale (4X) de la zone périphérique du manteau de l'huître *Pinctada mazatlanica*, montrant la présence d'acini femelles (FA). CT = matrice du tissu conjonctif du manteau; PZ = zone palléale; IE = épithélium interne; MF = fibres musculaires radiales et longitudinales. Échelle = 100 µm.



**Figure 2.** Microphotographie de la coupe longitudinale (20X) de la zone périphérique du manteau de l'huître *Pinctada mazatlanica*, montrant le développement de gamètes femelles. SC = cellules souches; OG = oogones; PO = ovocytes prévitellogènes; VO = ovocytes vitellogènes; RO = ovocytes postvitellogènes (matures). Échelle = 100 µm.

périphérique et palléale du manteau qui non seulement synthétisent certains enzymes entrant en jeu dans le mécanisme de minéralisation de la coquille, mais stockent également des réserves de glycogène, de protéines et de lipides qui peuvent, si les conditions sont réunies, déclencher et entretenir la gamétogénèse. Saucedo et al. (2001) ont observé dans des fermes perlicoles que les huîtres chez lesquelles un allogreffon de manteau avait été introduit dans la gonade pour provoquer la formation d'une perle ronde affichaient un état reproductif de meilleure qualité (développement gonadique plus important et ovocytes postvitellogènes plus nombreux et de plus grande taille) et présentaient une composition biochimique nettement différente des

huîtres non greffées (taux de protéines, de lipides et de triglycérides plus élevé dans la gonade et réserves de protéines moins importantes dans le muscle). L'évolution biochimique constatée chez les huîtres greffées est indicatrice d'une réorientation des flux énergétiques du muscle adducteur vers les acini, ceci pour favoriser la prolifération active des gamètes et la maturation rapide de la gonade (Saucedo et al., 2001). A contrario, de récentes études sur les variations saisonnières de la composition biochimique du manteau tendent à prouver que les réserves internes ne sont pas mises à contribution au cours de la gamétogénèse (Vite-García, 2005).

### Impact sur la mariculture

Les résultats obtenus précédemment par Saucedo et al. (2001), ainsi que nos propres constatations sur la présence de gonades dans le manteau sont susceptibles de trouver une application dans la production commerciale de naissain en éclosion, et en particulier pour assurer la maturation des gonades sans être tributaire du conditionnement traditionnel des reproducteurs dans des conditions « contrôlées ». En d'autres termes, ces résultats préliminaires pourraient constituer le point de départ d'une biotechnologie faisant appel au tissu du manteau d'huîtres donneuses pour déclencher la maturation des gonades chez les huîtres receveuses. Si cette perspective nécessite une validation supplémentaire, son application n'en est pas moins prometteuse car le conditionnement traditionnel des gonades n'est pas exempt de sérieuses difficultés dont notamment: 1) la conservation des reproducteurs pendant des périodes prolongées (30 à 50 jours en moyenne), 2) la nécessité d'assurer un régime alimentaire constitué de grandes quantités de microalgues, très coûteux en temps et en argent et 3) l'obligation de fournir un régime alimentaire comportant le niveau adapté de lipides et d'acides gras hautement insaturés, indispensable autant à la production de gamètes de bonne qualité, qu'à la viabilité des larves et à l'obtention de rendements continus et suffisants de naissain en éclosion.

À ce jour, nos images numériques constituent la toute première indication du développement des gonades dans le manteau d'une espèce d'huître perlière. D'autres recherches sur l'incidence des allogreffes de manteau sur les cycles des réserves énergétiques, la régulation endocrinienne de la gamétogénèse, la réponse physiologique et le bilan énergétique des spécimens greffés et non greffés devraient confirmer notre hypothèse et apporter les éléments



autorisant la validation d'une biotechnologie qui permettra de déclencher la maturation des reproducteurs par le biais d'une allogreffe du manteau. Pareille technique permet d'envisager des programmes de reproduction d'espèces de mollusques de régions subtropicales et tempérées nécessitant un conditionnement en dehors de la saison limitée de leur reproduction naturelle. Cela concerne la plupart des espèces de coquillages vivant dans les eaux peu profondes du Golfe de Californie.

### Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier Ira Fogel (*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste – CIBNOR*) qui les a aidés à améliorer leur style et leur expression en anglais, ainsi que Hector Acosta-Salmón (*James Cook University, Australie*) pour ses observations et suggestions précieuses. La présente étude a été réalisée dans le cadre d'un projet interne du CIBNOR.

### Références

- Acosta-Salmón H. and Southgate P.C. 2005. Mantle regeneration in the pearl oysters *Pinctada fucata* and *Pinctada margaritifera*. *Aquaculture* 246:447–453.
- Addadi L. and Weiner S. 1997. A pavement of pearl. *Nature* 389:912–914.
- Barik S.K., Jena J.K. and Janaki-Ram K. 2004. CaCO<sub>3</sub> crystallization in primary culture of mantle epithelial cells of freshwater pearl mussel. *Current Science* 86:730–734.
- Bayne B.L., Babel A., Gabbott P.A., Livingstone D.R., Lowe D.M. and Moore M.N. 1982. Glycogen utilisation and gametogenesis in *Mytilus edulis* L. *Marine Biology Letters* 3:89–105.
- Checa A. 2000. A new model for periostracum and shell formation in Unionidae (Bivalvia, Mollusca). *Tissue & Cell* 32:405–416.
- Dix T.G. 1972. Histochemistry of mantle and pearl sac secretory cells in *Pinctada maxima*. *Australian Journal of Zoology* 20:359–368.
- Dix T.G. 1973. Histology of the mantle and pearl sac of the pearl oyster *Pinctada maxima* (Lamellibranchia). *Journal of the Malacological Society of Australia* 2:365–375.
- Dong D.X. 1999. Ultrastructure of epithelial cells of the mantle of *Pinctada maxima*. *Acta Zoologica Sinica* 45:246–251.
- Gabbott P. and Peek K. 1991. Cellular biochemistry of the mantle tissue of the mussel *Mytilus edulis* L. *Aquaculture* 94:165–176.
- García-Gasca A., Ochoa-Báez R.I. and Betancourt M. 1994. Microscopic anatomy of the mantle of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856). *Journal of Shellfish Research* 13:297–303.
- Jabbour R., Chagot D., Blanc F. and Grizel H. 1992. Mantle histology, histochemistry and ultrastructure of pearl oyster *Pinctada margaritifera* (L.). *Aquatic Living Resources* 5:287–298.
- Lowe D.M., Moore M.N. and Bayne B.L. 1981. Aspects of gametogenesis in the marine mussel *Mytilus edulis* L. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom* 62:133–145.
- Lozada E. and Reyes R. 1981. Reproductive biology of a population of *Perumytilus purpuratus* at El Tabo, Chile. *The Veliger* 24:147–154.
- Lubet P. and Mathieu M. 1990. Les régulations endocriniennes chez les mollusques bivalves. *Année Biologique* 29:235–252.
- Mathieu M. and Lubet P. 1993. Storage tissue metabolism and reproduction in marine bivalves: a brief review. *Invertebrate Reproduction and Development* 23:123–129.
- Mathieu M., Robbins I. and Lubet P. 1991. The neuroendocrinology of *Mytilus edulis*. *Aquaculture* 94:213–223.
- Mikhailov A.T., Torrado M., Méndez J. and López M.J. 1996. Annual cycle of expression of connective tissue polypeptide markers in the mantle of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Biology* 126:77–89.
- Mourazos M.J., Torrado M. and Mikhailov A.T. 2001. Reproductive-tract formation in the mantle of post-metamorphic mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819): model system for studying gonad duct morphogenesis. *Serie Monográfica Instituto Canario de Ciencias Marinas* 4:538–543.
- Peek K. and Gabbott P.A. 1989. Adipogranular cells from the mantle tissue of *Mytilus edulis* L. I. Isolation, purification and biochemical characteristics of dispersed cells. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 126:203–216.
- Saucedo P.E., Racotta I.S., Bervera-León H., Villarreal H. and Monteforte M. 2001. Differential gonadal development of grafted and ungrafted specimens of the Calafia mother-of-pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1856). *Invertebrate Reproduction and Development* 39:183–193.
- Vite-García M.N. 2005. Almacenamiento y utilización de reservas energéticas en relación con la reproducción de las ostras perleras *Pteria sterna* y *Pinctada mazatlanica* (Bivalvia: Pteriidae) Master's thesis, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, México: 95 p.
- Wada, K. 1973. Enzyme histochemistry of mantle tissue of some bivalves. *Bulletin of Natural Pearl Resource Laboratory* 17:2059–2074.