

54704

RECHERCHES SUR LA SEXUALITÉ
D'ECHINASTER SEPOSITUS
(ÉCHINODERME, ASTÉRIDE)
ÉTUDE DES GLANDES GÉNITALES
CHEZ LES ANIMAUX DES CÔTES DE LIVOURNE

par

Giuseppe Cognetti

Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata, Università di Modena

et

Robert Delavault

Laboratoire de Biologie Animale, S.P.C.N., Université de Paris, Centre d'Orsay

Résumé

L'étude histologique et l'analyse des aspects saisonniers des gonades chez l'Étoile de mer *Echinaster sepositus* permettent de se faire une idée du fonctionnement de ces organes. Les ovaires sont capables de fournir des ovocytes toute l'année ; certains d'entre eux sont pondus, en été ou en automne, les autres sont détruits par phagocytose. Les testicules ont un cycle saisonnier.

Echinaster sepositus est une espèce gonochorique où, à Livourne comme à Naples, apparaissent des hermaphrodites, ceux-ci pouvant être des mâles hermaphrodites ou des femelles hermaphrodites ; à Livourne, ils atteignent une proportion d'environ 5 %. Cette espèce présente un gonochorisme labile permettant de la placer, dans un « gradient » des types sexuels, entre les Echinodermes où l'hermaphrodisme domine et ceux où les hermaphrodites n'apparaissent qu'accidentellement.

INTRODUCTION

But du travail

Deux notes préliminaires (Delavault et Cognetti, 1957, 1958) ont fait état de quelques observations relatives à la sexualité de l'Astéride *Echinaster sepositus* vivant en Méditerranée. L'une d'elles en particulier (1957) a montré que, dans cette espèce, considérée comme gonochorique depuis les études de Field (1895), il existe aussi des individus hermaphrodites.

Nous présentons désormais l'ensemble des résultats que nous avons obtenus en étudiant des animaux vivant sur les côtes de Livourne où nos recherches ont été poursuivies grâce à la faculté que nous avons eue de travailler à la Station biologique de cette ville (1).

(1) Nous remercions chaleureusement M. le Professeur Razzauti, Directeur de la Station, qui nous a toujours reçus avec beaucoup de cordialité, mettant à notre disposition tout le matériel nécessaire à nos recherches.

Par ailleurs, l'un de nous (Delavault, 1960) a étudié, aux différentes saisons de l'année, l'état des gonades d'*Echinaster sepositus* vivant dans le golfe de Naples.

Nous étions donc en mesure d'établir une comparaison des observations faites dans ces deux localités et c'est dans ce travail que nous l'avons incorporée.

Méthodes et techniques de recherche

Nous avons utilisé deux méthodes d'investigation. La première consiste à prélever purement et simplement une des gonades chez un grand nombre d'individus. Comme toutes les glandes, chez un même animal, sont au même degré de maturité (Delavault, 1960), l'examen de l'une d'entre elles suffit. La seconde méthode permet de suivre l'évolution des gonades dans une série d'individus élevés en aquarium. On procède de la manière suivante : chez un certain nombre d'animaux, après avoir coupé un bras à sa base, les gonades qu'il contient sont fixées et incluses. Les animaux opérés sont remis dans le bac d'élevage. Au bout d'un certain temps, on sectionne un autre bras et on prélève de nouvelles gonades. Les blessures cicatrisent en général rapidement et les bras régénèrent. En raison de la survie de la plupart des animaux, on peut renouveler plusieurs fois l'opération.

Les gonades sont habituellement fixées dans le mélange de Helly, incluses dans la paraffine, débitées en coupes, puis colorées à l'Hématoxyline de Heidenhain.

Nous avons prélevé des glandes en avril et septembre 1958. La seconde méthode nous a permis de suivre l'évolution des gonades pendant six mois.

Plan

Dans une première partie, nous étudierons les ovaires et les testicules après avoir dit quelques mots sur la répartition des sexes. Nous ferons l'examen histologique de ces glandes, nous analyserons leurs états successifs, puis nous discuterons du fonctionnement de ces organes.

Nous étudierons les gonades hermaphrodites dans une seconde partie.

Une conclusion générale nous a paru nécessaire pour discuter de la signification des hermaphrodites chez les Astérides et, plus généralement, de la sexualité des Echinodermes.

I. — LES GONADES GONOCHORIQUES

A. - Répartition des sexes

Le nombre des individus examinés et la répartition des sexes sont fournis par le tableau suivant :

	PRINTEMPS	AUTOMNE
Femelles	10	36
Mâles	34	57
TOTAL ...	44	93

Notons au passage que les pêches ont toujours procuré davantage de mâles que de femelles, aussi bien au printemps qu'en automne. Sur ce point, nous ne pouvons fournir aucune explication.

Il n'est pas inutile d'exprimer la répartition des tailles dans chacun des sexes. C'est pourquoi nous avons dressé les graphiques de la figure 1.

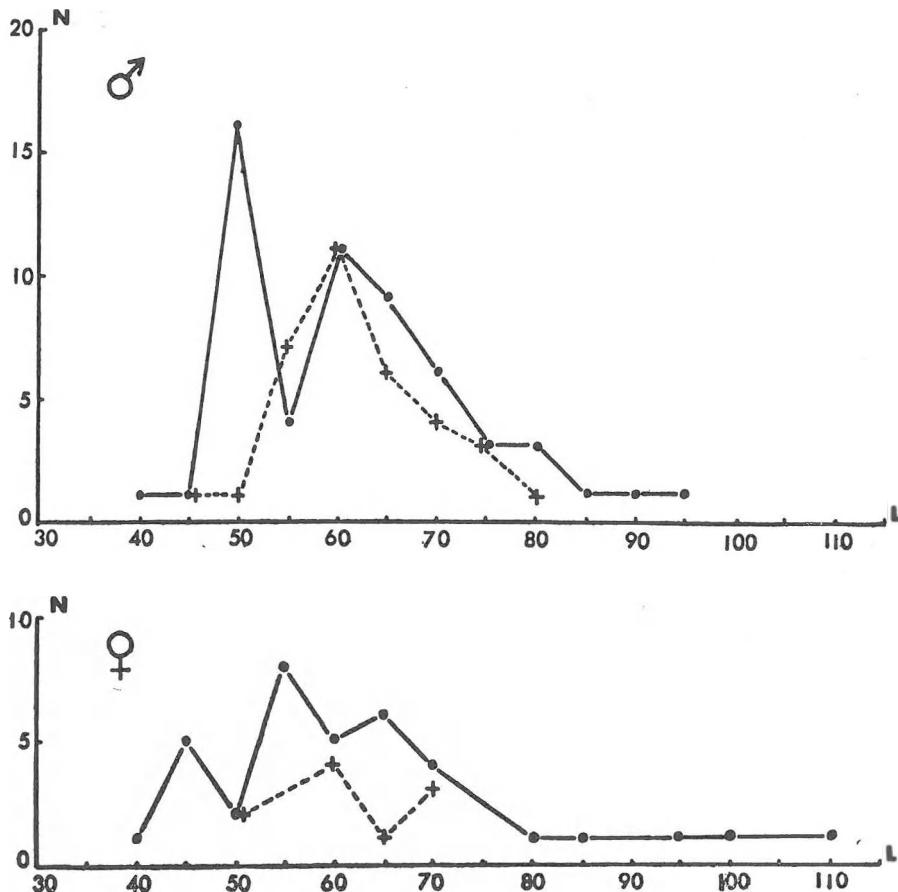


FIG. 1
Répartition des tailles dans chacun des sexes

L : longueur moyenne des bras, exprimée en mm.

N : nombre des individus dans chacune des tailles.

croix : dénombrements effectués en avril.

points : dénombrements effectués en septembre.

Les tailles ont été estimées en mesurant les bras de leur extrémité au centre du disque ; chacune des tailles représente une valeur moyenne calculée sur les cinq bras. Si manifestement un ou plusieurs d'entre eux sont en régénération, il n'en est pas tenu compte dans le calcul de la moyenne.

On voit que chez les femelles, en avril, la taille la plus fréquente des bras correspond à 60 mm environ ; en septembre, on a récolté

davantage d'individus dont les bras n'atteignent que 55 mm. En ce qui concerne les mâles, le mode le plus fréquent est, en avril, situé aux alentours de 60 mm. En septembre, par contre, on rencontre davantage de mâles nettement plus petits puisque beaucoup d'entre eux ont des bras qui ne mesurent que 50 mm.

Nous retiendrons que, dans les deux sexes, les individus que nous avons le plus fréquemment rencontrés dans nos récoltes ont des bras qui mesurent de 50 à 65 mm.

B. - Description des gonades

1) Les ovaires :

L'examen des coupes permet de distinguer *grossost modo* deux types d'ovaires.

Dans l'un (Type I), on observe surtout d'énormes ovocytes (Pl. I, 1) ; dans l'autre (Type II), on retrouve des ovocytes analogues, mais on y voit aussi de nombreux petits ovocytes en cours de croissance (Pl. I, 2).

Les gros ovocytes bourrés de vitellus sont âgés. Les ovocytes de petite taille proviennent d'une poussée ovogénétique plus récente.

Nous avons retrouvé le tissu vésiculeux phagocytaire dont Caulery et Siedlecki (1903) ont montré, les premiers, le rôle chez certains Echinodermes et que nous avons déjà décrit chez *Echinaster sepositus* (Delavault et Cognetti, 1958 ; Delavault, 1960) ; ce tissu peut être réduit à de simples bourrelets pariétaux, ou être, au contraire, hyperdéveloppé. Dans cette éventualité, il ne remplit cependant jamais complètement les acini ovariens où l'on observe toujours au moins quelques ovocytes.

2) Les testicules :

Le degré de maturité des testicules se reconnaît facilement.

Ainsi, quand la spermatogenèse s'accomplit (Pl. II, 6), les glandes présentent de nombreuses « colonnettes spermatiques », serrées les unes contre les autres, chacune portant les spermatoctyes en méiose. Au sommet de ces formations, s'effectue la spermiogenèse et les spermatozoïdes vont s'accumuler dans la lumière des acini testiculaires. Les parois de ces acini sont minces.

Quand les testicules sont mûrs les colonnettes ont disparu, le tissu germinal est réduit à de simples vestiges (Pl. II, 8) et les spermatozoïdes remplissent complètement les acini. Les parois sont toujours minces.

Enfin, les testicules ayant expulsé leurs sperme (Pl. II, 9) présentent deux caractères essentiels. On y observe d'une part des spermatozoïdes résiduels plus ou moins nombreux (*sp.r.*), et, d'autre part, on voit que les parois se sont considérablement épaissees par suite de la rétraction des lames conjonctives qu'elles contiennent. Les spermatozoïdes non évacués seront détruits par un tissu phagocytaire déjà décrit par l'un de nous (Delavault, 1960) ; on voit les premières poussées de ce tissu sur la photo (*p.*).

C. - Evolution génitale

1) Etat des ovaires au cours de l'année.

Nous étudierons d'abord comment se présentent les ovaires chez des animaux sacrifiés en avril et en septembre. Nous suivrons ensuite l'évolution des glandes chez les femelles élevées en aquarium.

En avril, nous avons examiné dix femelles. Six possèdent des ovaires du premier type et quatre des ovaires du second.

En septembre, nos observations ont porté sur trente-six femelles ; quinze sont pourvues du premier type d'ovaire, dix-sept du second ; quatre femelles possèdent des ovaires où les ovocytes sont tous de petite taille et représentent la première poussée sexuelle. Ces femelles sont parmi les plus petites que nous avons trouvées.

Aussi bien en avril qu'en septembre tous les ovaires contiennent du tissu phagocytaire plus ou moins développé.

Si l'on répartit désormais les femelles compte tenu du type d'ovaires qu'elles portent, on peut estimer les proportions des deux types de glandes. Elles sont indiquées dans le tableau suivant :

	AVRIL	SEPTEMBRE
Type I	6	15
Proportion	0,60	0,42
Type II	4	17
Proportion	0,40	0,47

Nous retiendrons ces deux constatations :

Les ovaires contiennent de gros ovocytes, communs aux types I et II, aussi bien au printemps qu'en automne. Les ovaires du second type représentent, pendant ces mêmes saisons, la moitié environ des lots examinés.

En élevage, nous avons suivi l'évolution des ovaires chez trois femelles, entre les mois de février et juillet 1958. Chacune d'elles a été opérée trois fois, en février, avril et juillet. Les photographies 3, 4 et 5 de la Planche I donnent les aspects des ovaires chez une même femelle à ces différents mois. Les ovaires des autres animaux ont subi une évolution sensiblement identique.

En février (Pl. I, 3), on observe de gros ovocytes en cours de vitellogenèse et de petits ovocytes le plus souvent placés contre les parois ovariennes. Celles-ci sont minces et portent, vers l'intérieur des acini, quelques bourrelets de tissu phagocytaire contenant des granulations éparses teintées en noir par l'hématoxyline (*b* sur la photo).

En avril (Pl. I, 4), l'aspect des ovaires a peu changé. On retrouve à la fois de gros et de petits ovocytes. Les parois sont toujours aussi minces. La seule différence vraiment nette résulte de la présence d'abondantes granulations noires, barrant littéralement le tissu phagocytaire (*g* sur la photo).

En juillet (Pl. I, 5), les ovaires contiennent quelques rares gros ovocytes et quelques petits ovocytes peu nombreux eux aussi. Les parois sont encore très minces mais, désormais, on observe de très importantes poussées de tissu phagocytaire (*ts*) présentant la structure vésiculeuse que nous avons déjà décrite (Delavault et Cognetti, 1958). On y retrouve des granulations colorées en noir, plus ou moins dispersées à l'intérieur.

En résumé, de février au mois d'avril au moins, les ovaires contiennent à la fois des ovocytes en cours de croissance et des ovocytes en voie de maturation. En juillet, l'aspect des ovaires montre qu'ils ont certainement expulsé la plupart des ovocytes mûrs, mais ils sont encore susceptibles de contenir de jeunes ovocytes.

2) Aspects saisonniers des testicules.

Les descriptions qui ont précédé montrent qu'on peut distinguer, sans aucune équivoque, les mâles mûrs. Aussi, peut-on donner avec précision la répartition suivante :

	AVRIL	SEPTEMBRE
Mâles mûrs	6	55
Proportion	0,18	0,96
Mâles immatures	28	2
Proportion	0,82	0,04

Ce tableau fait apparaître une proportion déjà sensible de mâles mûrs en avril et montre qu'en septembre tous les animaux, ou presque, ont achevé leur spermatogenèse.

PLANCHE I

1 : Portion d'un ovaire du « premier type ».

On voit deux énormes ovocytes bourrés de vitellus.

2 : Ovaire du « second type ».

En plus d'un très gros ovocyte, on aperçoit de nombreux petits ovocytes en cours de croissance.

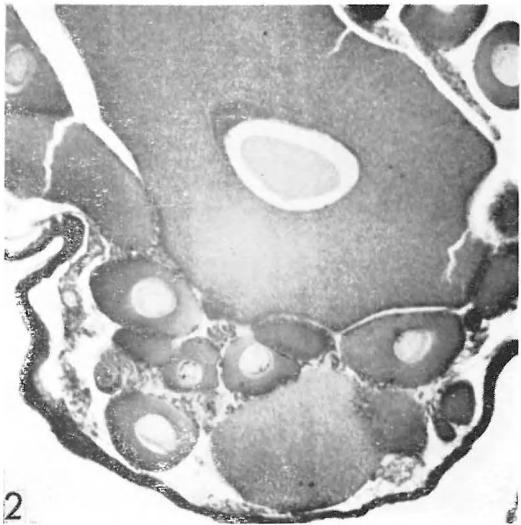
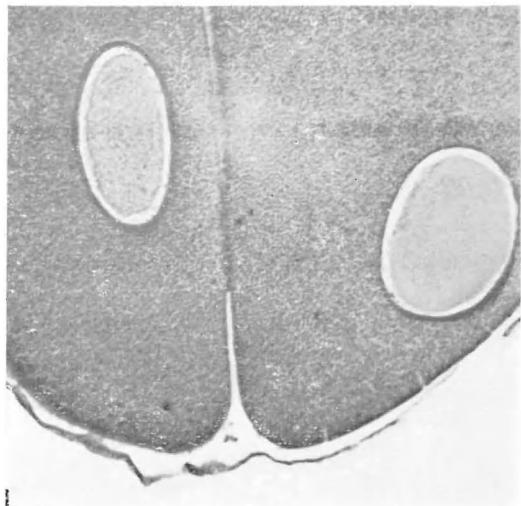
3, 4 et 5 : Coupes d'ovaires d'un même animal élevé en aquarium.

3 : Ovaire prélevé au mois de février (*b* : bourrelet de tissu phagocytaire).

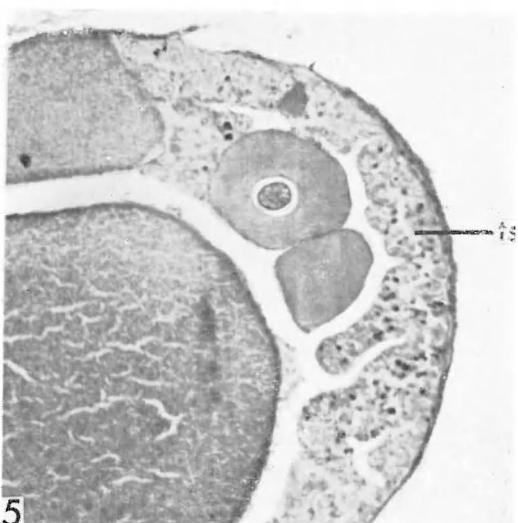
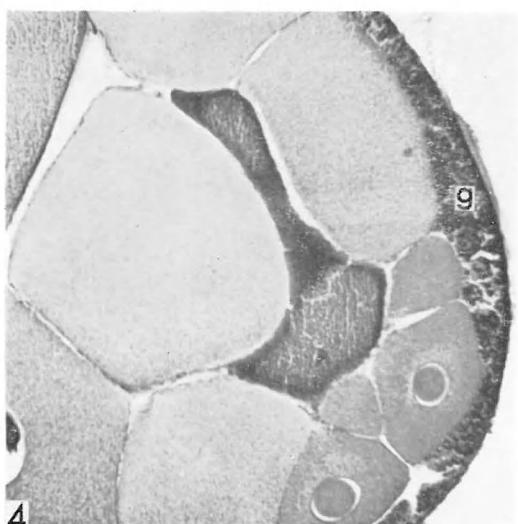
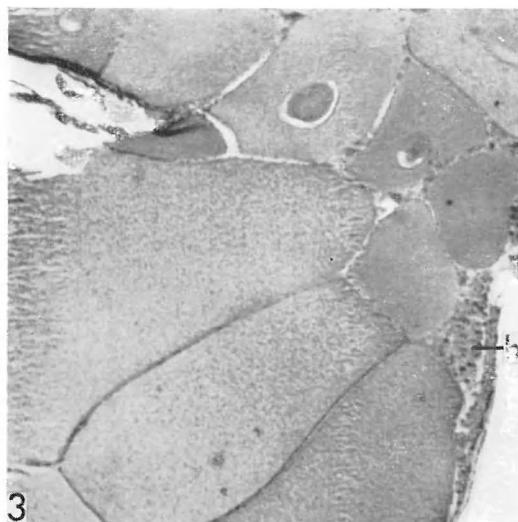
4 : Ovaire enlevé en avril (*g* : granulations contenues dans le tissu phagocytaire).

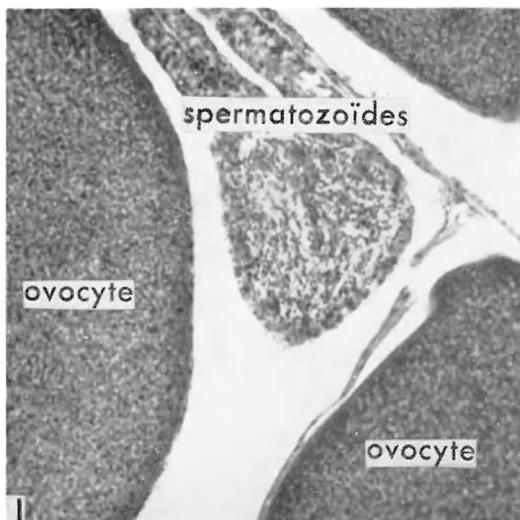
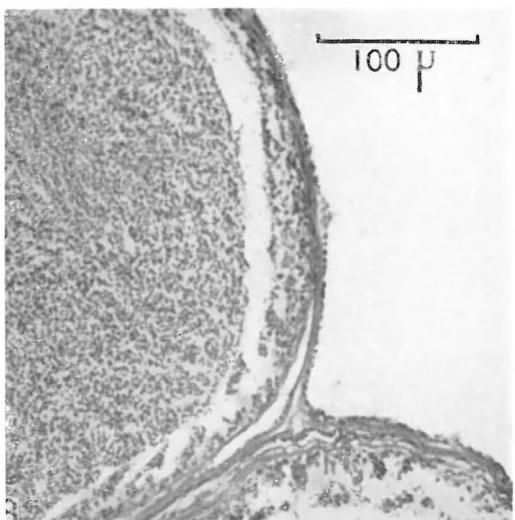
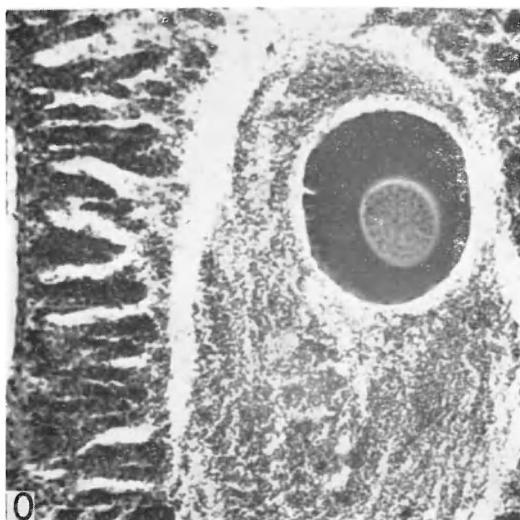
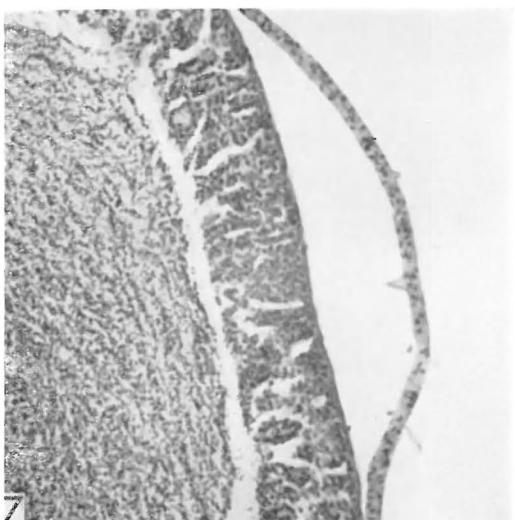
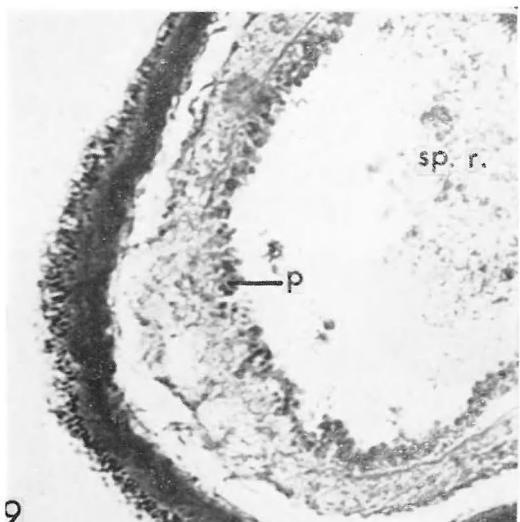
5 : Ovaire prélevé au mois de juillet (*ts* : poussées abondantes de tissu phagocytaire).

(L'échelle indiquée est la même pour chacune des photographies.)



500 μ





Par ailleurs, nous avons suivi l'évolution des testicules chez quatre mâles conservés en aquarium. Des gonades ont été prélevées chez chacun d'eux, en février, avril et juillet 1958.

Les photographies 6, 7 et 8 de la Planche II montrent les états des testicules chez le même animal pendant ces mois successifs. Chez les autres mâles, les gonades avaient des aspects tout à fait comparables.

Ces photos montrent que la spermatogenèse, déjà bien établie en février (Pl. II, 6), se poursuit en avril (Pl. II, 7) et s'achève en juillet (Pl. II, 8).

Par ailleurs, un mâle encore vivant en septembre 1958, a été opéré une quatrième fois et la gonade prélevée présente un aspect identique à celui que donne la photo 9 de la planche II. Ce mâle avait donc expulsé son sperme au début de l'automne.

D. - Conclusion

L'étude histologique des gonades chez les animaux gonochoriques fournit des informations sur l'état dans lequel se trouvent ces organes à des époques déterminées. On peut dès lors utiliser ces informations pour essayer de comprendre le fonctionnement des ovaires et des testicules.

A propos des ovaires, nous savons qu'ils contiennent tous, tant au printemps qu'en automne, de gros ovocytes qu'on peut considérer comme étant en voie de maturation. On peut affirmer que certains de ces ovocytes ne mûriront pas ; en effet, le tissu phagocytaire est constamment présent. Mais il est difficile de discerner ces ovocytes de ceux qui seront pondus. On rencontre donc la même difficulté qu'à propos des animaux de Naples (Delavault, 1960) ; le simple examen histologique des coupes d'ovaires ne permet pas de situer correctement l'époque de la ponte.

Cependant, l'étude des ovaires des quelques femelles que nous avons élevées à Livourne montre que ces organes, après avoir été

PLANCHE II

6, 7 et 8 : Coupes de testicules d'un même individu élevé en aquarium.

6 : Testicule étudié en février. La spermatogenèse est en cours.

7 : Testicule prélevé en avril. La spermatogenèse se poursuit. (Remarquer la paroi, décollée accidentellement.)

8 : Testicule enlevé au mois de juillet. La maturité est atteinte.

9 : Testicule après expulsion du sperme.

On observe les spermatozoïdes résiduels (*sp.r*) et les membranes conjonctives de la paroi, considérablement épaissees. (*p* : premières poussées du tissu qui détruit les spermatozoïdes non évacués.)

10 : Glande hermaphrodite du type « mâle hermaphrodite ».

Un seul ovocyte est ici visible au milieu de l'acinus bourré de spermatozoïdes.

11 : Glande hermaphrodite du type « femelle hermaphrodite ».

On aperçoit un îlot de spermatozoïdes entre les ovocytes.

(L'échelle donnée sur la photo 3 est la même pour toutes les autres photos.)

remplis d'ovocytes à la fin de l'hiver et au printemps, ne contiennent plus, en juillet, que quelques ovocytes alors que le tissu vésiculeux est hyperdéveloppé. Il y a donc de fortes chances pour que la ponte ait eu lieu, chez ces femelles, au cours de l'été.

Il est tout à fait probable qu'à Livourne les pontes s'effectuent surtout pendant les saisons chaudes comme c'est le cas, selon toute vraisemblance, dans le golfe de Naples. Malheureusement on manque, pour les *Echinaster* de Livourne, d'informations comparables à celles que fournit Lo Bianco (1909), à propos de la période de maturité sexuelle des animaux de Naples. Il faudra donc rechercher à Livourne, tant en aquarium qu'en mer, des pontes d'*Echinaster* pour trancher cette question.

Rappelons maintenant que des ovocytes en cours de croissance sont visibles dans la moitié du nombre des ovaires examinés, en avril et en septembre. En outre, les femelles élevées en aquarium en montrent en février, avril et même juillet au moment de la ponte. Il

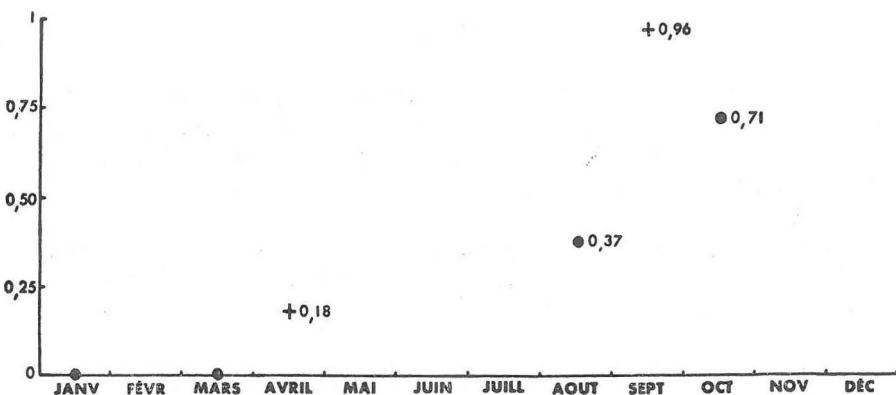


FIG. 2
Proportions des mâles mûrs à différents mois de l'année
croix : animaux de Livourne.
points : animaux de Naples (d'après les données de Delavault, 1960).

apparaît donc certainement toute l'année de nouvelles cellules germinales compensant constamment la perte de celles qui sont phagocytées ou pondues. Dès lors, la distinction des deux types d'ovaires ne peut être rigoureuse, ainsi que l'un de nous le remarquait déjà à propos des animaux de Naples (Delavault, 1960). En effet, si certains ovaires ne montrent que de gros ovocytes (Type I), cela tient beaucoup plus au fait que les jeunes ovocytes y sont rares, plutôt qu'à l'absence effective de ceux-ci.

En résumé, il n'y a pas de cycle sexuel saisonnier tel que, par exemple, s'effectuerait une poussée ovogénétique suivie de la croissance de tous les ovocytes jusqu'à leur maturité. La ponte a lieu en été et en automne, parce qu'au cours de ces saisons le processus phagocytaire doit perdre de son importance. Les ovaires ne présentent certainement pas de phase de repos.

Quant aux testicules, la maturité de certains d'entre eux peut être

acquise dès le mois de mars, puisque, déjà en avril, un cinquième environ des mâles que nous avons examinés sont mûrs. Par ailleurs, en septembre, tous les individus, ou presque, ont achevé leur spermatogenèse. C'est donc entre ces deux limites que les mâles mûrisent (*cf.* fig. 2).

Notons à ce propos que la maturité est un peu plus précoce à Livourne qu'à Naples ; en effet, dans cette localité, la période propice à la récolte de mâles mûrs débute au plus tôt en avril, mais s'étend jusqu'en octobre-novembre au moins (fig. 2).

Par ailleurs, il n'y a aucune phagocytose des spermatozoïdes au cours de la période comprise entre l'apparition des premiers d'entre eux et l'expulsion du sperme. Tous les gamètes mûrs s'accumulent dans les testicules et sont tous expulsés, ou presque tous, en même temps. La spermatogenèse s'accomplit donc entièrement pendant une certaine période de l'année à laquelle succède une autre période où les testicules sont au repos. En d'autres termes, le fonctionnement des testicules, à Livourne comme à Naples d'ailleurs, obéit à un cycle saisonnier.

II. — LES GONADES HERMAPHRODITES

A. - Description

La photo 10 (Pl. II) montre une coupe de glande dans laquelle se déroule la spermatogenèse. On aperçoit parfaitement les colonnettes spermatiques portant les spermatocytes en prophase méiotique et les spermatozoïdes qui commencent à s'agglutiner dans la lumière de l'acinus. En outre, dans celle-ci, on discerne un ovocyte.

A l'inverse, sur la photo 11, on observe un petit îlot de spermatozoïdes au milieu d'ovocytes.

Dans l'un et l'autre cas, les cellules sexuelles aberrantes sont peu nombreuses. Elles ne présentent aucune anomalie et on a tout lieu de penser qu'elles évoluent en tous points de la même manière que celles contenues dans une gonade gonochorique.

B. - Types et fréquence des glandes hermaphrodites

Les glandes dans lesquelles on ne voit que peu d'ovocytes sont des testicules où certaines cellules germinales primitives ont subi une orientation sexuelle diamétralement opposée à celle qui représente la règle la plus générale. Suivant une terminologie précédemment adoptée (Delavault, 1960), ces glandes appartiennent à des *mâles hermaphrodites* ($\sigma \varphi$).

A l'opposé, ceux des animaux dans les ovaires desquels apparaissent des spermatozoïdes peuvent être nommés des *femelles hermaphrodites* ($\varphi \sigma$).

Ces deux types, dans les populations étudiées, représentent les proportions suivantes :

	PRINTEMPS	AUTOMNE
Nombre d'animaux examinés	46	98
♂ ♀	2	3
♀ ♂	0	2
Total ♀	2	5
Proportion	0,04	0,05

La proportion d'hermaphrodites atteint presque 5 % pour 144 animaux étudiés.

C. - Discussion

Nous avions été frappés (Delavault et Cognetti, 1957) par la forte proportion des hermaphrodites trouvés dans une population étudiée à Naples en octobre 1957. Elle représentait en effet environ un quart des individus. Mais depuis, le travail poursuivi sur les *Echinaster* de cette localité (Delavault, 1960) a montré qu'il faut en réalité estimer à 4 % environ le taux des hermaphrodites. Nous avons donc décelé un taux très voisin d'hermaphrodites parmi les *Echinaster* des côtes livournaises, ces hermaphrodites présentant par ailleurs les mêmes types qu'à Naples (Delavault, 1960) (1).

Nous apportons ainsi une preuve de plus à l'opinion que nous avons déjà formulée à propos de la sexualité d'*Echinaster sepositus* (Cognetti et Delavault, 1960). Il s'agit ici d'une espèce à « gonochorisme labile » qui se situe entre les espèces à « gonochorisme rigide » (*Henricia sanguinolenta*, *Coscinasterias tenuispina*, *Astropecten bispinosus*, *A. platyacanthus*, *A. johnstoni*) et les espèces où les hermaphrodites représentent les individus les plus nombreux (*Asterina gibbosa*, *A. pancerii*).

(1) Il existe aussi des hermaphrodites à Roscoff. En effet, nous y avons trouvé, en août 1958, un mâle hermaphrodite parmi onze animaux examinés. Il serait intéressant de pouvoir estimer, dans l'avenir, le taux des hermaphrodites dans cette localité.

III. — CONCLUSION GÉNÉRALE

Chez les Astérides, certaines espèces sont douées d'une labilité sexuelle plus ou moins accentuée, alors que certaines autres en sont complètement dépourvues.

Dans le cadre de cette interprétation, l'apparition d'un hermaphrodite dans une espèce gonochorique stricte représente un phénomène purement accidentel, alors que celle des hermaphrodites dans une espèce à gonochorisme labile peut être estimée numériquement dans une population.

Chez ces Echinodermes, on peut donc distinguer des « types sexuels » spécifiques répartis suivant une sorte de « gradient ». Si l'on prend comme origine de celui-ci les espèces où l'hermaphrodisme domine, les espèces gonochoriques se trouvent à l'autre extrémité.

Mais les Astérides ne sont pas les seuls animaux, parmi les Echinodermes, à comporter des espèces où l'hermaphrodisme est plus ou moins fréquent. Ainsi, chez les Echinides, on pense généralement que la plupart des espèces sont à sexes séparés, l'hermaphrodisme n'y apparaissant qu'à titre d'anomalie. Cependant, chez *Sphaerechinus granularis*, suivant Neefs (1952, 1953), il existe, du moins chez les représentants des côtes bretonnes, une alternance sexuelle qui est saisonnière. En outre, ce même auteur suppose, après examen de certaines autres espèces, telles *Arbacia pustulosa*, *Echinus esculentus*, que « le changement de sexe pourrait être masqué chez certains Echinides par la rapidité même du virage ». Par ailleurs, chez les Ophiurides, on connaît des espèces normalement hermaphrodites (*Amphiura squamata*, *A. borealis*, *Ophiacantha vivipara*), et, parmi les espèces gonochoriques, il en est une au moins où l'on a pu chiffrer le taux des hermaphrodites ; il s'agit d'*Ophiothrix fragilis* où la proportion de ces derniers atteint 1 p. 100 environ (Gostan, 1956).

La conception de « gradient » des types sexuels peut donc s'étendre très certainement à l'ensemble des Echinodermes.

Riassunto

Gli AA. hanno studiato le condizioni stagionali delle gonadi di *Echinaster sepositus* delle coste di Livorno.

Negli individui gonocorici le femmine hanno gonadi che contengono tutto l'anno grossi ovociti; non si può distinguere da un semplice esame istologico gli ovociti che saranno depositi da quelli che saranno distrutti dal tessuto fagocitario costantemente presente nelle gonadi. Tuttavia lo studio delle gonadi femminili di individui allevati in acquario permette di stabilire che la deposizione avviene soltanto in estate e in autunno. Nei maschi, contrariamente a quanto si verifica nelle femmine, le gonadi, dopo l'emissione degli spermii, presentano un periodo di riposo sessuale. In autunno i maschi maturi sono più numerosi.

Esistono anche individui ermafroditi dove è possibile distinguere dei maschi ermafroditi e delle femmine ermafrodite secondo che certi gameti siano anormalmente maschili o femminili. La proporzione degli ermafroditi raggiunge circa il 5 p. 100. *Echinaster sepositus* presenta dunque un gonocorismo labile che, se si

stabilisce un « gradiente » dei tipi sessuali negli Echinodermi, è situato fra il gonocorismo rigido di certe specie e l'hermafroditismo « vero » di certe altre.

Le condizioni delle gonadi degli animali di Livorno sono identiche a quelle degli individui del Golfo di Napoli. Tuttavia la maturità sessuale dei maschi avviene a Livorno con un mese di anticipo circa.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- GAULLERY, M. et SIEDLECKI, M., 1903. — Sur la résorption phagocytaire des produits génitaux inutilisés chez l'*Echinocardium cordatum* Penn. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 136, pp. 496-498.
- COGNETTI, G. et DELAVAL, R., 1960. — Gonocorismo stabile, gonocorismo labile ed hermafroditismo in Asteroidi dell'Atlantico e del Mediterraneo. *Rend. Acc. Naz. Lincei*, 28, pp. 82-85.
- DELAVAL, R., 1960. — La sexualité chez *Echinaster sepositus* Gray, du Golfe de Naples. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*. (*A paraître*.)
- DELAVAL, R. et COGNETTI, G., 1957. — L'hermaphrodisme chez *Echinaster sepositus* Gray, du Golfe de Naples. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 245, pp. 2545-2547.
- DELAVAL, R. et COGNETTI, G., 1958. — L'apparition des granules jaunes dans les gonades d'*Echinaster sepositus* Gray, de la Méditerranée. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 246, pp. 984-986.
- FIELD, G.W., 1895. — On the morphology and physiology of the Echinoderm spermatozoön. *Journ. Morph.*, 11, pp. 235-270 (cf. p. 236).
- GOSTAN, G., 1956. — Cas d'hermaphrodisme chez *Ophiothrix fragilis* Abildgaard. *Bul. Soc. Zool. France*, 81, pp. 85-87.
- LO BIANCO, S., 1909. — Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mith. Zool. St. Neapel*, 19, pp. 513-761 (cf. p. 559).
- NEEFS, Y., 1952. — Sur le cycle sexuel de *Sphaerechinus granularis* L. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 234, pp. 2233-2235.
- NEEFS, Y., 1953. — Evolution sexuelle chez *Sphaerechinus granularis* L. *Proc. 14th Int. Congr. Zool. Copenhagen*, pp. 205-206.