

## RESULTATS D'UNE INTERVENTION SUR UNE PARASITOSE A *PROCTOECES MACULATUS* (TREMATODA, DIGENEA) AFFECTANT LA MYTILICULTURE DE L'OUEST COTENTIN

LE BRETON J. et LUBET P.

*Institut de Biochimie et de Biologie Appliquée, Esplanade de la Paix, 14032 CAEN Cédex (France).  
Station Marine, Rue du Docteur Charcot, 14530 LUC / MER*

**RESUME :** En 1983, une parasitose à *Proctoeces maculatus* (LOOSS, 1901) ODHNER, 1911 (*Trematoda, Digenea, Fellodistomatidae*), était observée pour la première fois par les auteurs dans les élevages sur bouchots de *Mytilus edulis* L. de la côte ouest du Cotentin. Analysant la répartition de la prévalence sur l'estran et les données bibliographiques, il était suggéré que ce parasite devait suivre un cycle évolutif encore jamais observé sur les côtes françaises et que l'hôte le plus probable pour la forme ovigère (adulte ou métacercaire progénétique) ne devait pas être un poisson mais le gastéropode *Prosobranch Nucella lapillus*, ce qui fut confirmé en 1987. Cette observation a permis aux auteurs de soutenir une campagne d'éradication de ce mollusque prédateur des moules. En 1990, la parasitose a pratiquement disparu, la naissain de 1989 n'apparaissant pas infesté.

**Mots clés :** *Mytilus edulis, Nucella lapillus, Proctoeces maculatus, Trématode, parasitisme*

## RESULT OF AN INTERVENTION ON A PARASITISM OF CULTURED MUSSELS BY THE DIGEAN TREMATODE, *PROCTOECES MACULATUS*, ON THE WESTERN COTENTIN COAST

**ABSTRACT :** In 1983, the parasitism of *Mytilus edulis* L. by *Proctoeces maculatus* (LOOSS, 1901) ODHNER, 1911 (*Trematoda, Digenea, Fellodistomatidae*), was recorded for the first time by the authors from mussels farming on stakes (Western Cotentin). After analysing the distribution of the prevalence on the shore and bibliographical data, it was suggested that this parasite must follow a biological cycle that had never been observed on the French coasts and that the most probable host of eggs producer - adult or progenetic metacercaria - would not be a fish but the *Prosobranch Gasteropod Nucella lapillus*. This was confirmed in 1987. This discovery enabled the authors to support a campaign of eradication of this mussels predatory mollusc. In 1990, the parasitism has almost disappeared, the mussel-brood of 1989 appearing not to be infested.

**Keywords :** *Mytilus edulis, Nucella lapillus, Proctoeces maculatus, Trematoda, parasitism*

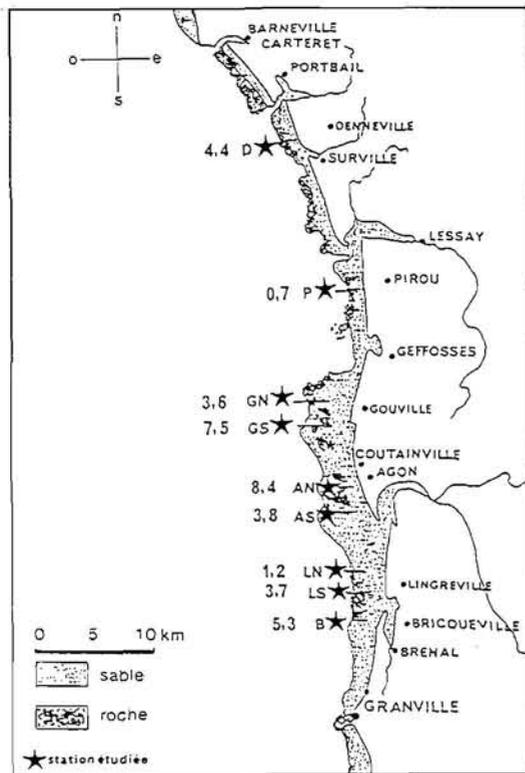


Fig. 1. Densités moyennes de *Nucella lapillus*, par 0,25 m<sup>2</sup>, sur les parcs à bouchots étudiés.

D = DENNEVILLE, P = PIROU,  
GN et GS = GOUVILLE Nord et Sud,  
AN et AS = AGON Nord et Sud,  
LN et LS = LINGREVILLE Nord et Sud,  
B = SALINES-BRICQUEVILLE.

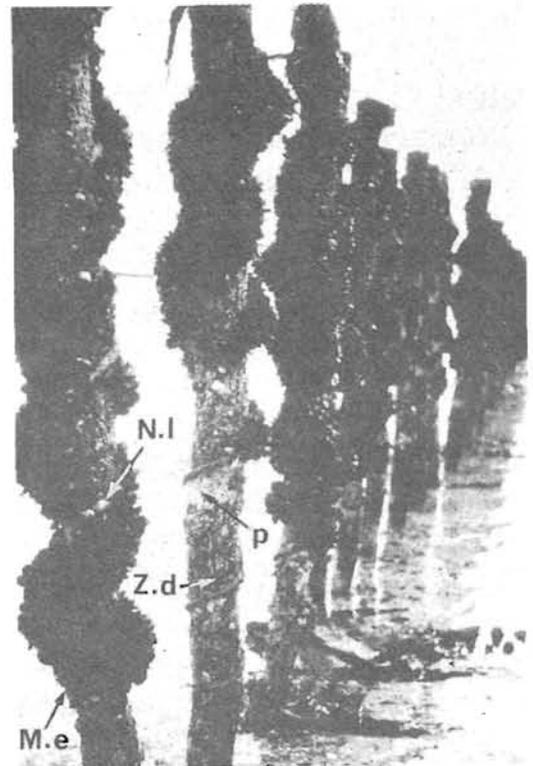


Fig. 2. Bouchots.

M.e : *Mytilus edulis*, N.l : *Nucella lapillus*,  
P : pontons de Nucelle,  
Z.d : zone dégarnie par prédation.

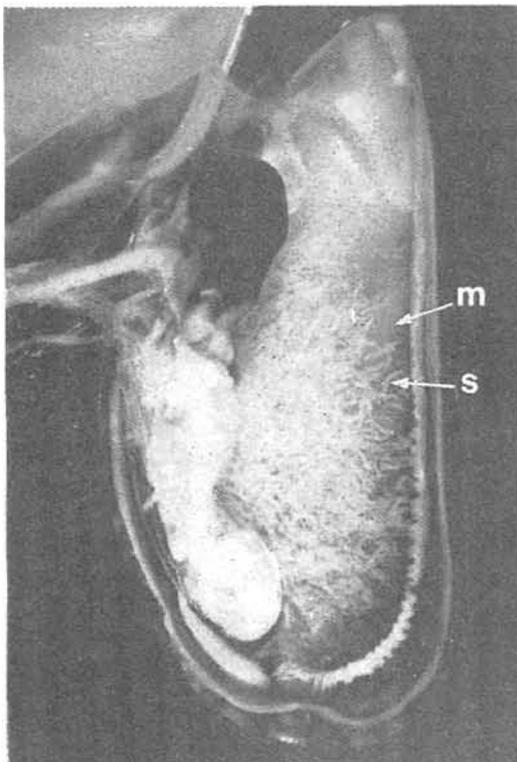


Fig. 3. *Mytilus edulis* infectée par *Proctoeces maculatus*  
S : sporocystes, m : manteau.

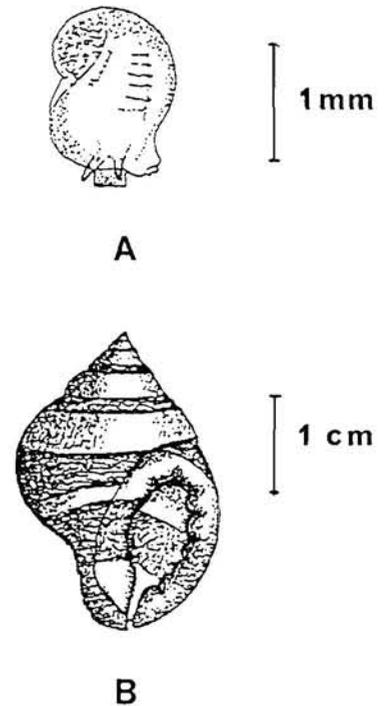


Fig. 4. *Nucella lapillus*  
A : jeune individu (recrue)  
B : adulte.

## INTRODUCTION

Le parasitisme de la moule d'élevage, *Mytilus edulis* L., par les stades larvaires du Trématode digénétique *Felodistomatidae Proctoeces maculatus* (LOOSS, 1901) ODHNER, 1911, a été observé sur la côte ouest du Cotentin par les auteurs, depuis 1983.

Une étude épidémiologique préliminaire, conduite en 1984 (LE BRETON, KHALFALLAH et LUBET, 1989), a révélé la possibilité d'un impact économique de cette parasitose sur les élevages. De plus, MACHKEVSKII et PARUKHIN (1981) ont observé dans la mer Noire une mortalité massive de *Mytilus galloprovincialis* sous l'action du même parasite. Bien que cette comparaison soulevât la question de l'identité d'action du Trématode chez deux espèces distinctes et dans un environnement différent, en l'absence de données plus précises, elle imposait de considérer cette parasitose comme un danger potentiel élevé pour la mytiliculture Bas-Normande.

Toute intervention sanitaire ne pouvait reposer que sur l'interruption du cycle biologique du parasite, compte-tenu de l'ouverture totale des élevages sur l'écosystème marin et de l'inaccessibilité des animaux cultivés à un quelconque traitement. La découverte du cycle local du parasite (LE BRETON, à paraître) a permis de mettre en oeuvre une telle stratégie.

## LES ELEVAGES

La culture de *Mytilus edulis* est pratiquée sur la côte ouest du Cotentin, de Granville à Carteret (fig. 1), sur une plage basse très plate, de sable grossier et de cailloutis, parsemée de bancs rocheux. De forts courants empêchent tout recrutement et il n'existe pas de moulière naturelle locale.

Le naissain est importé de Vendée (Noirmoutier) et de Charente où il est capté, au printemps, sur des cordes de coco. D'abord étendues entre des barres horizontales ("chantiers"), ces cordes sont enroulées en juillet sur des pieux de chêne enfoncés verticalement dans le sol ("bouchots")(fig. 2), du médio-littoral moyen à l'infra-littoral. Elles sont soumises à un rythme de marée semi-diurne dont le marnage moyen varie de 5 mètres en morte-eau à 11 mètres en vive-eau. Les moules subissent donc un temps d'immersion d'autant plus long qu'elles se situent à un niveau plus bas sur les pieux et sur l'estran. Elles atteignent la taille de 4 à 5 cm à la fin de leur première année d'élevage et elles sont commercialisées au cours de la deuxième année.

L'activité mytilicole de cette région est importante et se traduit par une production moyenne d'environ 10 000 tonnes par an.

## LA PARASITOSE

### 1) L'infection.

La moule est le premier hôte intermédiaire du cycle biologique de *Proctoeces maculatus*. Elle est infectée dès la première année d'élevage. Les stades larvaires (*sporocystes*) s'y multiplient et envahissent les espaces interviscéraux où ils se développent, notamment les lacunes sanguines et le tissu conjonctif intergonadique du manteau. Au fur et à mesure de leur progression, l'activité génitale cesse dans les tubules gonadiques situés à leur voisinage immédiat. En fin d'évolution le manteau est exsangue, entièrement vidé de ses substances de réserve et de ses cellules germinales actives. Il présente l'aspect d'une fine membrane transparente entièrement colonisée par les stades larvaires du parasite (fig. 3). En 1984, au mois de janvier qui suivait la mise sur pieu, 5,4 % des moules étaient infectées. Parmi celles-ci, 35 % étaient en fin d'évolution.

## 2) La mortalité.

Cette évolution semble fatale pour la moule. L'étude conduite en 1984 a montré que les femelles de première année, qui étaient en moyenne près de quatre fois plus souvent parasitées que les mâles au mois de janvier, ont présenté ensuite une mortalité beaucoup plus élevée puisque la sex-ratio (rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles) est passée de 0,98 en janvier à 2,10 au mois de juillet, révélant la disparition d'au moins 53 % des femelles. En même temps la prévalence (pourcentage d'animaux examinés, parasités) tombait à 1,42 % pour l'ensemble de la population.

Sous réserve que la parasitose ait bien été la cause de cette mortalité (elle a été la seule pathologie décelée chez les moules étudiées), la prévalence s'est nécessairement élevée après le mois de janvier pour atteindre au moins les 53 % de femelles disparues ainsi que 13 % de mâles (un mâle parasité pour quatre femelles). Ces derniers ont probablement disparu aussi puisque la prévalence observée en juillet est devenue trop faible pour les contenir. La mortalité aurait donc affecté 33 % de la population au moins. Ce phénomène est à rapprocher de la mortalité massive de *Mytilus galloprovincialis* sous l'action du même parasite, observée par MACHKEVSKII et PARUKHIN en 1981.

Ces estimations doivent être considérées avec précaution car elles reposent sur une analyse de terrain ponctuelle. Elles ont constitué néanmoins un indice précieux dont nous avons choisi de tenir compte aussitôt, n'ayant pas la possibilité, sur le moment, d'engager une investigation épidémiologique plus approfondie. Si cette parasitose affectait bien l'ensemble des élevages du Cotentin comme certaines observations le laissent à penser, la perte pouvait être estimée en 1984 à près de 4 000 tonnes soit 20 milliards de francs pour la région.

## 3) La baisse de croissance.

D'autre part, au mois de janvier, sur une population de première année non encore perturbée par les mortalités, la prévalence augmentait lorsque la taille des moules diminuait. Cette observation est en accord avec celle de MACHKEVSKII (1982) qui note, dans la mer Noire, une baisse de la vitesse de croissance de *Mytilus galloprovincialis* de 1,5 à 2 fois dans les cas d'hyperinfection par les stades larvaires du même parasite. Ainsi, sous réserve que la corrélation taille-prévalence soit bien interprétée, à savoir que ce soit bien une prévalence élevée qui détermine une taille moyenne de l'hôte inférieure à la normale et non l'inverse, la parasitose pourrait affecter la croissance des animaux lorsqu'elle ne les tue pas et par conséquent diminuer encore par ce biais la productivité des élevages.

## LE CYCLE BIOLOGIQUE DU PARASITE.

### 1) Données bibliographiques.

a - Le cycle type que l'on pouvait prévoir à priori pour *Proctoeces maculatus* était le cycle complet à 3 hôtes proposé par PREVOT en 1965 : sporocystes et cercaire chez une moule, métacercaire chez un Annelide Polychète et adulte chez un poisson. Ce cycle a été observé en Méditerranée par MARTINEZ (1972), dans la région de Sète : le rectum de poissons *Labridae* du genre *Crenilabrus* héberge la forme adulte dont la maturité sexuelle s'observe en mer de l'automne au printemps (septembre à mars). Durant ces mêmes périodes, les oeufs pondus par ces adultes libèrent chacun une larve miracidium qui recherche le premier hôte intermédiaire, *Mytilus galloprovincialis*. Chaque miracidium qui pénètre dans une moule évolue en un sporocyste primaire. Ce dernier produit d'autres sporocystes qui eux-mêmes prolifèrent et se développent durant les mois froids, jusqu'à la fin du printemps suivant.

Puis, au cours des mois de mai à novembre, certains sporocystes émettent des cercaires qui sortent de la moule pour parasiter la cavité générale de l'Annélide *Leptonereis glauca* (deuxième hôte intermédiaire) où elles évoluent en métacercaires. Les poissons s'infestent en ingérant ces Annélides, chaque métacercaire évoluant alors en un ver adulte dans l'hôte définitif.

b - Cependant, l'analyse bibliographique faite lors de l'étude précédente (LE BRETON et al, 1989) révèle que ce parasite présenterait une spécificité très large. Selon BRAY (1983), il aurait été décrit sous plus de 20 synonymes. Et si les sporocystes et les cercaires n'ont été observés que chez des bivalves, la métacercaire aurait été vue chez des Annélides Polychètes, chez des Mollusques Polyplacophores, Bivalves, Gastéropodes et Céphalopodes ainsi que chez des Echinodermes Echinides. La forme ovigère (adulte ou métacercaire progénétique) aurait été reconnue chez 59 espèces de poissons mais aussi chez des Annélides Polychètes, des Mollusques Bivalves et des Gastéropodes.

c - *Proctoeces maculatus* peut aussi raccourcir son cycle. Il peut le réduire à deux hôtes invertébrés par suppression du poisson. Le développement ovigère se réalise alors dans le deuxième hôte invertébré. Si l'on accepte les synonymies proposées, la forme ovigère (adulte ou métacercaire progénétique selon les auteurs) a ainsi été reconnue chez des Annélides Polychètes, des Mollusques Bivalves et des Gastéropodes dont *Gibbula umbilicalis* (DOLLFUS, 1964), *Buccinum undatum* (LOOS-FRANK, 1969), *Nucella lapillus* (BRAY et GIBSON, 1980; PONDICK, 1983), *Crepidula* (AITKEN-ANDER et LEVIN, 1985), toutes espèces présentes sur les parcs d'élevage du Cotentin.

*Proctoeces maculatus* peut encore réduire son cycle au seul premier hôte qui devient alors hôte unique. Tous les stades, larvaires et adulte, ont ainsi été observés chez *Mytilus edulis* par STUNKARD et UZMANN en 1959.

d - Le cycle biologique de *Proctoeces maculatus* semble présenter des constantes géographiques. Ainsi le stade adulte ne parasiterait le tube digestif de poissons que dans les eaux chaudes. Selon PREVOT (1965) puis BRAY et GIBSON (1980), le cycle aurait tendance à s'abrèger dans les eaux plus froides. La forme ovigère serait alors hébergée par le premier ou le deuxième hôte invertébré. Il est un fait qu'aucun adulte n'a été signalé dans un poisson au-delà des 46èmes degrés de latitude Nord et Sud, l'observation la plus septentrionale ayant été faite à Trieste par LOOSS en 1901, et par ODHNER en 1911.

## 2) Le cycle local.

a - Résultats de l'analyse épidémiologique de 1984 :

Au début de l'étude, la question se posait de savoir si le naissain importé était déjà infesté ou (et) si l'infestation se réalisait localement, sur les "chantiers" ou sur les "bouchots". L'observation, au mois de janvier, de moules de première année à tous les stades de l'infection (multiplication du parasite dans l'hôte), montre que l'infestation (pénétration du parasite dans l'hôte) a commencé dès la première année d'élevage et qu'elle se poursuit. La période d'infestation des moules pourrait correspondre, comme l'a observé MARTINEZ (1972) en mer Méditerranée, aux mois froids, de septembre à mars. Elle serait ainsi en accord avec la mortalité observée qui suppose une élévation importante de la prévalence après le mois de janvier. Cette analyse conduit à penser que les moules subissent une infestation locale.

D'autre part, la prévalence augmentait du haut vers le bas des pieux, quel que soit le niveau sur l'estran. Ce gradient vertical du parasitisme sur les bouchots exprimait une plus grande facilité d'infestation des moules vers le bas des pieux, en relation vraisemblablement avec une plus grande durée d'immersion ou une plus grande proximité du fond. Par contre, pour un niveau donné sur les pieux, il existait une plus grande variabilité de la prévalence selon les différents niveaux de l'estran, le pourcentage d'animaux

infestés ayant plutôt tendance, cette fois, à croître du bas vers le haut de la plage. La durée d'immersion n'était donc pas le facteur régulateur dominant de la prévalence, celle-ci paraissant être liée plutôt à un paramètre qui restait à déterminer, tel que la proximité d'un vecteur d'infestation qui serait plus fréquent vers le bas des pieux et vers le haut de l'estran. Ces variations de la prévalence évoquant l'aire de répartition d'un hôte infestant plaident, elles aussi, pour une infestation locale. Celle-ci ne pouvait alors intervenir au plus tôt qu'après la pose des cordes sur les pieux, à partir du mois de juillet. D'autre part, si *Proctoeces maculatus* s'était fixé sur le site des élevages il était essentiel de connaître son cycle biologique local et les espèces qui en hébergeaient les stades.

Localement, il était possible, a priori, de trouver la forme ovigère dans toute espèce benthique de Poisson, d'Annélide ou de Mollusque présente près des élevages. Selon l'analyse bibliographique cependant, les espèces locales les plus probables étaient des Mollusques Bivalves ou Gastéropodes. Parmi ceux-ci se distinguaient *Buccinum undatum* et *Gibbula umbilicalis*, présents sur l'estran et plus particulièrement *Nucella lapillus*, prédateur de *Mytilus edulis*, abondant sur les bouchots. La répartition de cette dernière espèce sur les pieux et sur le sol pouvait correspondre aux fluctuations de la prévalence, observées particulièrement sur les pieux le long desquels ce prédateur grimpe à partir du fond.

#### b - Observation de la forme ovigère :

En octobre 1987, LE BRETON, qui avait émis l'hypothèse précédente, a recherché et trouvé la forme sexuée de *Proctoeces maculatus* dans le rein du Gastéropode *Nucella lapillus* (fig. 4 B), sur des animaux collectés au bas de pieux implantés au niveau des Basses Mer de Coefficient 85. Des individus juvéniles et des individus matures ont été observés. Ces derniers correspondent, par les différents critères anatomiques habituellement utilisés, aux formes adultes de *P. maculatus* décrites par les auteurs (à paraître). Cette découverte a confirmé la valeur des données bibliographiques et la fiabilité de l'analyse épidémiologique préliminaire, ponctuelle mais précise.

#### c - Discussion :

Bien qu'aucune étude n'ait été systématiquement conduite, le parasite n'a jamais été observé dans le naissain. Le cycle raccourci au seul hôte *Mytilus edulis* n'a pas été observé non plus comme STUNKARD et UZMANN l'ont fait en 1959 sur les côtes de la Nouvelle Angleterre. Par contre, le cycle complet à trois hôtes avec la forme adulte chez un poisson n'a pas été recherché. Quoique peu probable dans la Manche, au vu des dominantes géographiques de l'espèce qui se confirment, son éventualité ne peut être totalement écartée a priori.

*P. maculatus* réalise donc localement un cycle raccourci à deux hôtes (fig. 5 A) : sporocystes et cercaire chez la Moule, forme ovigère (métacercaire progénétique) chez la Nucelle. Les moules de première année sont infestées sur les bouchots, de la fin de l'été au printemps suivant à la fin duquel elles paraissent subir une mortalité très élevée. La période d'infestation du deuxième hôte, *N. lapillus*, est inconnue. Peut-être s'étale-t-elle de mai à novembre comme dans le cycle observé par MARTINEZ en mer Méditerranée (le deuxième hôte étant alors un Annélide). Elle serait ainsi en accord avec la nécessité d'une infestation avant la mortalité massive du premier hôte (des cercaires sont visibles dans les sporocystes des moules très infectées, dès le mois de février) et les formes sexuées juvéniles observées en octobre chez le Gastéropode.

## L'INTERVENTION

Une stratégie d'intervention reposant sur l'éradication du vecteur de la forme ovigère, *Nucella lapillus*, pouvait donc être envisagée. Elle exigeait, en premier lieu, la connaissance de la dynamique de la population locale de ce Gastéropode Prosobranché

pour déterminer les possibilités d'action et les moyens à mettre en oeuvre en fonction de la répartition des animaux et de leur renouvellement sur les parcs et dans l'environnement des élevages.

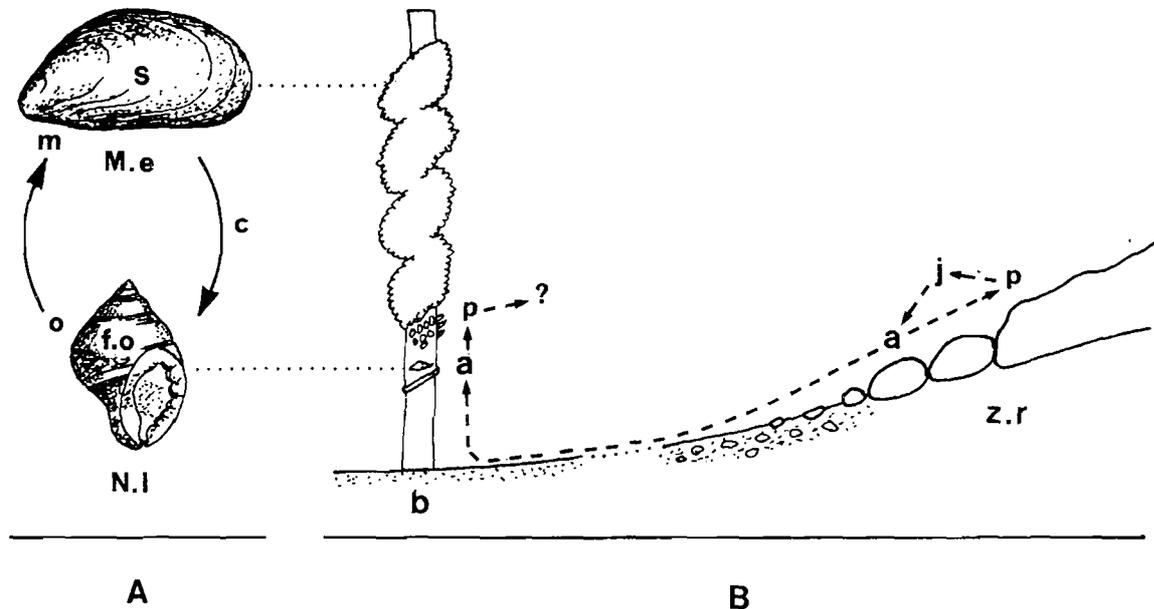


Fig. 5. A : Cycle biologique de *Proctoeces maculatus*.

c : cercaire, f.o : forme ovigère, M.e : *Mytilus edulis*, m : miracidium, o : oeuf, N.l : *Nucella lapillus*, s : sporocystes.

B : Evolution de *Nucella lapillus*.

a : adultes, b : bouchots, j : jeunes, p : pontes, z.r : zones rocheuses.

#### 1) Etude de la population de *Nucella lapillus* :

De 1987 à 1989, des prospections systématiques ont été réalisées sur les parcs et sur les zones rocheuses. Six stations ont été particulièrement étudiées (fig. 1) et trois d'entre-elles ont fait l'objet de relevés mensuels (Pirou, Agon, Salines-Bricqueville).

##### a - Reproduction.

La Nucelle, ou Pourpre, est un Néogastéropode gonochorique à fécondation interne, ovipare. Au moment de la ponte, les femelles déposent sur le substrat, de préférence vertical, une cinquantaine d'oothèques (capsules ovigères ou urnes) qui contiennent 400 à 600 oeufs de 250 à 600  $\mu\text{m}$  dont moins de 10 % parviennent à l'éclosion, ce qui confirme les observations de FEARE (1970) et HUGUES (1972). La durée de vie embryonnaire est de 30 à 40 jours dans les urnes conservées en élevage. Le développement est direct, les embryons sont éphélécimorphes : ils éclosent sous la forme adulte à la taille de 1 à 1,3 mm (fig. 4 A).

##### b - Régime alimentaire.

A leur libération, les jeunes possèdent encore du vitellus qui assure un certain temps leur autonomie alimentaire. Ils semblent cependant rechercher très rapidement des proies, en particulier les stades larvaires "Cypris" des Balanes qui se fixent sur les

substrats. Plus tard, cette espèce carnivore continue de se nourrir de préférence de Balanes (*Balanus balanoides*, *Chthamalus stellatus*, *Elminius modestus*) mais elle peut développer au besoin un régime alimentaire varié et se nourrir de moules et autres bivalves jeunes.

### c - Evolution de la population.

Endémique sur les côtes rocheuses de la Manche, la population naturelle de Nucelles s'est considérablement accrue dans les aires d'élevage conchylicole. Dans ces zones elle occupe actuellement deux habitats différents : les parcs à bouchots où les animaux attaquent les moules (fig. 2), pouvant entraîner jusqu'à 50 % de perte par prédation sur un pieu non soigné, et les zones rocheuses proches, généralement situées plus haut sur l'estran.

Sur les zones rocheuses, les densités sont fortes. Elles sont estimées à 12 individus par 0,25 m<sup>2</sup> et peuvent dépasser 50 animaux / 0,25 m<sup>2</sup>. L'analyse mensuelle de la distribution des fréquences des valeurs de la taille montre que le recrutement est quasi continu sur les rochers : des jeunes de 1 et 10 mm de hauteur de coquille sont présents toute l'année en même temps que des animaux plus âgés, d'une taille de 20 à 30 mm (fig. 4 B). De la même façon, les pontes s'observent toute l'année. Elles présentent cependant une recrudescence au début du printemps, en automne et à la fin de l'hiver. Sitôt éclos, les jeunes cherchent à se réfugier dans les anfractuosités du substrat et les coquilles vides (Mollusques, Balanes).

Sur les parcs, il n'existe que des grands individus, d'une taille de 30 à 40 mm, plus grands en moyenne que sur les rochers. Les jeunes, de 1 à 10 mm, ne s'y observent jamais. Cette structure est constante toute l'année sur l'ensemble des stations. Le recrutement ne se fait donc pas sur les bouchots bien que les pontes y soient toujours présentes (fig. 2) et aussi abondantes que dans les zones rocheuses. Ce fait provient vraisemblablement de l'absence sur les parcs des abris et de la nourriture dont les jeunes ont besoin au début de leur développement (anfractuosités et larves Cypris de Balanes). D'ailleurs, sur les bouchots où restent des moules âgées qui se détachent du fait de leur byssus faible et cassant, il est parfois possible d'observer la présence de très jeunes individus liée à la fixation de Balanes sur les sommets de ces pieux dégarnis et aux "pistes d'accès" ménagées par la chute de moules. La densité des prédateurs sur ces pieux devient alors considérable.

Le ramassage des "perceurs" par les mytiliculteurs a rendu aléatoire l'estimation de leur densité sur les parcs. Toutefois l'étude suivie de la station des Salines montre que la restauration de la densité à son niveau primitif après ramassage s'effectue en 4 à 5 mois. En l'absence de recrutement au niveau des pieux, il faut en déduire que le stock se reconstitue à partir d'individus plus âgés venant des zones rocheuses voisines. La figure n° 1 donne les densités moyennes, de janvier à novembre 1988, pour les stations étudiées.

Les densités au sein d'une même station varient très peu au cours de l'année et caractérisent une station donnée. Les densités les plus fortes sont trouvées dans les parcs établis à proximité des zones rocheuses et lorsque le substrat entre celles-ci et les bouchots est constitué de sédiments grossiers favorisant le déplacement des Nucelles (Pointe d'Agon : 8,4 / 0,25 m<sup>2</sup> ; Gouville : 7,5), avec des densités maximales pouvant atteindre 35 à 40 / 0,25 m<sup>2</sup>. La densité diminue lorsque le substrat séparant les rochers des parcs devient plus fin (Agon, sols sableux : 3 à 4 / 0,25 m<sup>2</sup>). Enfin les parcs éloignés des zones rocheuses et établis sur des sables très fins ou des vases, présentent de faibles densités (Lingreville Nord : 1,2 / 0,25 m<sup>2</sup> ; Pirou Nord : 0,7). La densité est indépendante de l'âge des moules élevées sur les pieux. Elle est toujours plus forte sur le bas des pieux, dans la zone non occupée par les moules, qu'au niveau des moules elles-mêmes où ces prédateurs peuvent être emprisonnés par les byssus. FISCHER-PIETTE (1935) et PETRAITIS (1987) ont observé un comportement identique sur les moulières naturelles : la densité des Pourpres est très forte dans les zones périphériques des moulières mais très faible au niveau des moules elles-mêmes.

Lorsqu'une rangée de bouchots présente à la fois des pieux garnis de moules et des pieux vides, ces derniers possèdent généralement plus de Nucelles. Celles-ci sont d'autant plus nombreuses qu'ils sont couverts de Balanes.

En conclusion, il apparaît que la population de *Nucella lapillus* de l'Ouest Cotentin exploite deux biotopes : d'une part les rochers, où s'observent les jeunes de 1 à 10 mm et les individus de 20 à 30 mm, et d'autre part les parcs à bouchots vers lesquels migrent dans un but trophique les animaux ayant atteint la taille modale de 30 mm (fig. 5 B). C'est donc à partir des zones rocheuses que la population se renouvelle et diffuse vers les parcs, sur les sols permettant le déplacement des animaux (débris rocheux, cailloux, graviers, sables grossiers) et leur nutrition (Balanes fixées sur ces substrats).

## 2) Mise en oeuvre de l'intervention

a - L'action sur le terrain a consisté à soutenir et développer une campagne active de ramassage de *N. lapillus*. Il a été recommandé aux mytiliculteurs de ménager des zones de regroupement en laissant tous les 10 pieux un pieu vide avec ses Balanes, l'accumulation des Pourpres sur ces derniers permettant un ramassage plus rapide et susceptible d'être mécanisé. Dans le même temps, des travaux ont été entrepris pour rechercher des appâts et mettre au point des pièges.

Cette protection contre les Nucelles se définit comme une nécessité permanente. Il n'apparaît pas envisageable, en effet, de les éradiquer définitivement des parcs du fait de leur renouvellement constant à partir des zones rocheuses qui sont difficiles à traiter. Cependant, il est possible que les individus situés sur les rochers, plus ou moins éloignés des bouchots, ne soient pas ou peu infestés par *Proctoeces maculatus*. Dans ce cas, l'arrivée sur les parcs de Nucelles non parasitées ne représenterait pas un danger immédiat, pas avant qu'elles ne soient infestées à leur tour à proximité de moules émettrices de cercaires.

Parallèlement, il a été recommandé de ne plus implanter de bouchots au voisinage immédiat des zones rocheuses, surtout lorsque le sol est constitué d'éléments grossiers favorisant le déplacement des Gastéropodes. La meilleure implantation a été définie sur sol de sable fin ou de sédiment vaseux, loin des rochers.

b - Cette démarche prophylactique active, basée sur la protection contre le vecteur de la parasitose, s'est trouvée renforcée par des circonstances favorables qui ont concouru à la qualité des élevages et à la limitation de ce vecteur.

En effet, de 1984 à 1986, des recrutements de naissain abondants et l'intérêt économique suscité par cette activité mytilicole en pleine expansion ont conduit à une élévation de la population des moules en élevage (doublement des lignes de bouchots, pieux surchargés) qui a atteint, avec 12000 tonnes, un niveau de saturation au regard de la productivité primaire faible des eaux de la côte Ouest du Cotentin. Cet état s'est traduit par une pousse médiocre, un byssus affaibli, des chutes sur pieu favorisant l'installation des Balanes et des Nucelles, et des parcs parfois mal entretenus. Depuis 1987, de mauvais recrutements de naissain en Charente ont généré de mauvais rendements et conduit à l'abandon d'exploitations, en général, les plus mal entretenues. La production est redescendue à 9 - 10 000 tonnes environ. Il s'en est suivi une meilleure croissance des moules, mieux fixées et plus résistantes ainsi que des parcs mieux soignés.

Quant au résultat, cette démarche paraît avoir porté ses fruits puisque, sur les stations prospectées, la prévalence du parasite est tombée à 2 % en moyenne en janvier 1989, et qu'elle était voisine de 0 % en 1990.

## CONCLUSION

L'éradication de la parasitose à *Proctoeces maculatus* chez la moule d'élevage a été obtenue, au moins

momentanément, par le ramassage systématique sur les parcs du gastéropode vecteur de la forme ovigère du Trématode responsable. Cela conduit à penser que l'infestation des moules se réalisait localement, à partir du seul cycle parasitaire réduit aux deux hôtes invertébrés *Mytilus edulis*- *Nucella lapillus*. Une étude épidémiologique plus approfondie serait nécessaire pour savoir si la population de Nucelles est infestée sur les rochers et si elle y constitue un réservoir parasitaire important permettant un redémarrage rapide de l'infection en cas d'abandon de la campagne de ramassage actuellement engagée.

Il est à noter que ces élevages, intensifs par leur production, se caractérisent par une influence très forte des facteurs anthropiques. Les générations de moules sont entièrement renouvelées chaque année. Elles peuvent présenter un profil pathologique chaque fois différent du fait notamment de la variabilité de l'origine du naissain et de son transit (trempage en acclimatation dans des bassins géographiquement intermédiaires entre la Charente et la Manche, par exemple). Ces populations successives ne sont pas en équilibre. Les cycles parasitaires et infectieux non plus. Ils sont susceptibles de présenter, certaines années, des poussées épidémiques qui se trouveront brutalement interrompues l'année suivante. Si cette situation peut être un avantage pour éradiquer une infection comme on vient de le voir, elle représente un handicap pour le suivi sanitaire par sa discontinuité et sa forte variabilité.

Enfin, il faut souligner l'aspect insidieux de l'affection étudiée qui entraîne une mortalité diffuse sur les pieux. Celle-ci se traduit par un "amaigrissement" des bouchots qui échappe à la vigilance des professionnels et peut entraîner des pertes économiques considérables à leur insu. Ce phénomène souligne l'intérêt qu'aurait la corporation conchylicole à organiser une analyse et une surveillance sanitaires suivies.

- 
- AITKEN-ANDER, P., et LEVIN, N.L., 1985. Occurrence of Adult and Developmental Stages of *Proctoeces maculatus* (Trematoda : Digenea) in the Gastropod *Crepidula convexa*. Trans. Am. Microsc. Soc., 104 (3) : 250-260.
- BRAY, R.A., 1983. On the fellodistomid genus *Proctoeces* Odhner, 1911 (Digenea), with brief comments on two other fellodistomid genera. Journal of Nat. Hist., 17 (3) : 321-339.
- BRAY, R.A., et GIBSON, D.I., 1980. The Fellodistomidae (*Digenea*) of fishes from the northeast Atlantic. Bull. British. Mus. Nat. Hist. Zoology series, 37 (4) : 199-293.
- DOLLFUS, R.-Ph., 1964. Metacercaria : *Proctoeces progeneticus* (Trematoda *Digenea*) chez une *Gibbula* (*Gasteropoda Prosobranchiata*) de la côte atlantique du Maroc. Observations sur la famille *Fellodistomatidae*. Ann. Parasit. hum. comp., 39 (6) : 755-774.
- FEARE, C.J., 1970. The reproductive cycle of the dog-whelk *Nucella lapillus*. Proc. malac. Soc. Lond., G.B., 39 (2-3) : 125-137.
- FISCHER-PIETTE, E., 1935. Histoire d'une moulière. Observations sur une phase de déséquilibre faunique. Bull. biol. Fr. Belg., 69 : 154-180.
- HUGHES, R.N., 1972. Annual production of two Nova-scotia populations of *Nucella lapillus*. Oecologia, 8 (4) : 356-370.
- LE BRETON, J., KHALFALLAH, N., et LUBET, P., 1989. Etude épidémiologique préliminaire d'une parasitose à *Proctoeces maculatus* (Trematoda, Digenea) chez la moule de bouchot, *Mytilus edulis* L., sur la côte ouest du Cotentin (France). Haliotis, 19 : 347-356.
- LOOS-FRANK, B., 1969. Zwei adulte Trematoden aus Nordsee-Mollusken : *Proctoeces buccini* n. sp. und *P. scrobiculariae* n. sp.. Z. ParasitKde, 32 : 324-340.

- LOOSS, A., 1901. Ueber einige Distomen der Labriden des Triester Hafens. Zentbl. Bakt. ParasitKde, 29 (9) : 398-405.
- MACHKEVSKII, V.K., 1982. Peculiarities of development and biology of the parthenites *Proctoeces maculatus* trematoda in the Black Sea mussels. Zool. Zh. (USSR), 61 (11) : 1635-1642.(en Russe).
- MACHKEVSKII, V.K., et PARUKHIN, A. M., 1981. Role of trematodes of the genus *Proctoeces* in some coastal biocenoses of the Black Sea. Vestn. Zool. (USSR), 0 (1) : 59-61.(en Russe).
- MARTINEZ, J.-C., 1972. Recherches sur quelques stades larvaires de Digènes parasites de *Mytilus galloprovincialis* Lmk. Thèse Doct. spéc. Biol. An., opt. Parasitol., Montpellier, 199 p., 100 fig.
- ODHNER, T., 1911. Zum natürlichen System der digenen Trematoden. III. Zool. Anz. 38 (4) : 97-117.
- PETRAITIS, P.S., 1987. Immobilisation of the predatory gastropod, *Nucella lapillus*. Mar. Biol., 78 (2) : 229-233.
- PONDICK, J.S., 1983. The Geographical Distribution of an Adult Trematode, *Proctoeces maculatus*, in the Gastropod *Nucella lapillus* from New England. Proc. Helminthol. Soc. Wash., 50 (1) : 174-176.
- PREVOT, G., 1965. Complément à la connaissance de *Proctoeces maculatus* (Looss, 1901) Odner, 1911 [syn. *P. erythraeus* Odhner, 1911 et *P. subtenuis* (Linton, 1907) Hanson, 1950]. (*Trematoda, Digenea, Fellodistomatidae*). Bull. Soc. Zool. Fr., 90 (1) : 175-179.
- STUNKARD, H.W., et UZMANN, J.R., 1959. The life-cycle of the digenetic trematode, *Proctoeces maculatus* (Looss, 1901) Odhner, 1911, [syn. *P. subtenuis* (Linton, 1907) Hanson, 1950], and description of *Cercaria adranocerca* n. sp.. Biol. Bull., Woods Hole, 116 : 184-193.