

III. - Quelques observations sur la fréquence de *Mytilicola intestinalis* Steuer

(COPEPODA PARASITA)

dans les moules du littoral méditerranéen français
avec une note sur la présence de *pseudomyicola spinosus*
(Raff. & Mont.) (Copepoda Parasita)

par

Dr P. KORRINGA,
Biologiste de l'Institut d'Etat
pour les Recherches Piscicoles,
Bergen-op-Zoom (Hollande).

Dr Ph. L. LAMBERT,
Inspecteur Général du Contrôle
Sanitaire des Coquillages, Chef
du Service des Recherches Ostréi-
coles à l'Office des Pêches
Maritimes, Paris.

INTRODUCTION

La prospérité de la mytiliculture zélandaise a été interrompue brusquement en 1950 par l'action du Copépode parasite *Mytilicola intestinalis* Steuer. Le *Mytilicola* est dit en France le « Cop Rouge ».

Ce crustacé vermiculaire, d'une couleur rouge sang et d'une taille de 3 à 4 mm. pour les individus mâles et de 7 à 8 mm. pour les individus femelles, mène une vie parasite dans les intestins de la moule. Lorsqu'une moule n'héberge que quelques exemplaires de ce parasite, elle ne souffre guère, mais dès que leur nombre augmente, le mollusque cesse de pousser et de s'engraisser. Pendant la saison chaude ces moules peuvent présenter un aspect tout à fait anormal, caractérisé par un défaut de byssus, par la maigreur extrême des tissus qui prennent une teinte rouge brun et par la couleur jaunâtre de la glande digestive. Ces symptômes peuvent être l'annonce d'une mortalité désastreuse, surtout si la température dépasse 18° C.

Quoique décelée pour la première fois dans les eaux zélandaises en 1949 (Zandkreek, 9 septembre 1949), le *Mytilicola* se reproduisit avec une rapidité telle que déjà en 1950 les moules dépourvues de parasites y étaient vraiment rares. Dès la mi-juillet 1950 une mortalité désastreuse a affecté presque tous les parcs à moules de la Zélande : la qualité des moules survivantes est très médiocre. C'est un vrai désastre pour la mytiliculture zélandaise.

Nos efforts pour trouver des méthodes efficaces de lutte contre le *Mytilicola*, ont fait faillite jusqu'à présent. Nous avons reconnu que le *Mytilicola* est un organisme résistant. Il est impossible de tuer les parasites par des variations brusques ou gra-

duelles de salinité ou de température sans tuer en même temps les moules qui les hébergent. Lorsque les moules parasitées sont gardées hors de l'eau, elles meurent avant que les parasites ne souffrent. Il est possible de tuer les *Mytilicola* isolés au moyen de produits chimiques, mais jusqu'à présent nous n'avons pas encore trouvé de combinaison chimique qui les tue à très faible dose.

D'autre part, la moule est très difficile et s'est refusée jusqu'à présent à absorber des produits toxiques en quantités suffisantes pour tuer les parasites dans son intestin ou pour les en expulser.

Il est presque certain que l'introduction de *Mytilicola intestinalis* dans les eaux zélandaises est récente. La splendide qualité des moules de Zélande jusqu'en 1950, l'absence d'observations de *Mytilicola* — créature d'une couleur frappante et d'une taille relativement grande — malgré l'examen de milliers d'échantillons dans le laboratoire de Bergen-op-Zoom, et l'absence totale de ce parasite néfaste dans les importants gisements de la Mer de Wadden — où les conditions écologiques sont très semblables à celles des eaux zélandaises — rendent presque impossible d'admettre que le *Mytilicola* ait pu exister depuis toujours dans les vastes parcs de Zélande.

On peut avancer les mêmes arguments pour l'Angleterre, où l'on n'a trouvé le *Mytilicola* qu'en 1946, dans l'embouchure du Blyth (Northumberland) (Ellenby 1947). Là encore on se voit forcé de conclure que le *Mytilicola* est d'introduction récente (communications du D^r H.-A. COLE de la Conway Fisheries Experimental Station).

D'où est venu ce parasite nuisible ? Très probablement d'Allemagne, où il a été trouvé près de Cuxhaven en 1938 (Caspers 1939), puis plus à l'ouest dans les gisements de moules situés derrière les Iles de la Frise Orientale où il atteint récemment la frontière hollandaise (communication du D^r K. BAHR, BORKUM). Nous considérons Cuxhaven comme point de départ de la diffusion désastreuse dans les gisements moulières de la Mer du Nord. L'absence totale de *Mytilicola* dans les importants gisements des Iles de la Frise Septentrionale (Caspers 1939) paraît inexplicable pour une espèce indigène si abondante derrière les Iles de la Frise Orientale qui sont si proches, et dont les conditions écologiques sont tellement semblables.

Il semble possible d'admettre l'hypothèse suivant laquelle *Mytilicola intestinalis* fut introduit dans la région de Cuxhaven après 1930 dans des moules fixées sur la coque d'un bateau venant de la Méditerranée. Après les observations faites dans le port de Toulon et décrites ci-dessous, il semble même incroyable que le *Mytilicola* ne soit pas arrivé plus tôt dans les centres mytilicoles du Nord. Il faut considérer pourtant que la création d'un centre nouveau n'est pas très facile pour un parasite comme *Mytilicola* qui n'est pas hermaphrodite, de sorte que quelques larves isolées, même si elles sont libérées près des gisements de moules, ont peu de chance de pouvoir se reproduire à propos.

Mytilicola intestinalis a été trouvé en grande abondance dans les moules de Trieste, plus tard à Naples, Marseille, Martigues et Banyuls-sur-Mer, mais jamais sur la côte atlantique française (DOLLFUS 1914, DOLLFUS 1927, MONOD et DOLLFUS 1932). On a l'impression que *Mytilicola* est une espèce indigène de la Mer Méditerranée où il peut être assez abondant : PESTA (1907) note même le nombre de cinquante individus dans une seule moule pêchée à Trieste.

Il est curieux que la littérature mytilicole soit tout à fait muette sur la lutte entre la moule et son parasite dans les eaux de la Mer Méditerranée. Le *Mytilicola* ne figure pas du tout dans les listes des ennemis plus ou moins redoutables de la moule. Est-il permis d'en conclure que les dégâts produits par *Mytilicola* parmi les moules des gisements naturels et des parcs sont si peu importants qu'ils aient échappé, jusqu'à présent, à l'attention des mytiliculteurs locaux ? Il arrive souvent que des animaux nuisibles produisent des dégâts restreints et de peu d'importance dans leur propre pays parce que des prédateurs, des parasites ou des maladies empêchent leur pullulation. Dès que de tels animaux sont introduits accidentellement dans une autre région, sans y amener leurs propres ennemis et maladies, de vrais désastres peuvent se produire. On connaît plusieurs exemples de telles catastrophes causées par des animaux terrestres et aquatiques qui sont considérés comme inoffensifs dans les pays où ils sont indigènes. La lutte contre les animaux nuisibles, récemment inaugurée d'ailleurs, a souvent obtenu un succès inouï dès que les biologistes ont pu amener des ennemis ou des maladies trouvés dans leur pays d'origine.

Nous avons songé qu'il serait peut-être possible de limiter les dégâts causés en Zélande par le *Mytilicola* en introduisant ses ennemis ou ses maladies du littoral de la Mer Méditerranée où il a toujours vécu sans que les mytiliculteurs locaux aient eu à s'en plaindre.

VOYAGE D'EXPLORATION LE LONG DU LITTORAL MÉDITERRANÉEN FRANÇAIS

Etant donné que les dégâts considérables causés en Zélande par *Mytilicola* amènent une crise très grave pour les mytiliculteurs, il est urgent d'essayer de trouver des moyens pour limiter le nombre de ces Copépodes. L'extermination totale semble impossible, car on trouve des moules sauvages infectées par *Mytilicola* un peu partout dans les eaux de Zélande. Il suffirait de limiter le nombre de *Mytilicola* à un niveau tel que les moules n'en souffrent guère.

A défaut de moyens physiques ou chimiques, nous avons essayé de trouver un moyen biologique. Pour cela il faudrait introduire des ennemis ou des maladies de *Mytilicola* en Zélande en espérant que de tels ennemis pourront vivre là-bas. Aucun ennemi ni maladie de *Mytilicola* n'étant connu, il apparaît difficile et de longue haleine de les rechercher et isoler, surtout si la population de *Mytilicola* est vraiment peu nombreuse dans le littoral méditerranéen. Pour éviter des études de longue durée, nous avons envisagé la possibilité de transplanter plusieurs lots assez importants de moules infectées par *Mytilicola* du littoral méditerranéen vers la Hollande, dans l'espoir d'introduire avec elles les ennemis ou maladies. On peut augmenter le nombre de lots, les recueillir dans des endroits divers, consacrer le plus de soins possibles au transport des moules infectées, de préférence les transporter par avion, bref augmenter au maximum les chances d'obtenir le résultat désiré.

Après avoir préparé les transports internationaux et les détails financiers, nous nous sommes mis en route pour visiter les gisements et les moulières du littoral méditerranéen français. M. R. LADOUCE, Inspecteur Principal du Contrôle Sanitaire, nous

a rejoints à Marseille. M. R. RAMMELOO de HANSWEERT (Zélande), agent du Aanen Verkoopkantoor van Mosselen à Bergen-op-Zoom, nous a accompagnés et assistés pendant tout le voyage.

OBSERVATIONS

TOULON, 9 septembre 1950.

La rade de Toulon est une base de grande importance pour la récolte de jeunes moules. C'est surtout ici que les mytiliculteurs du Midi s'approvisionnent de naissain de moules pour leurs parcs. On y trouve les jeunes moules attachées aux appontements et aux coques des bateaux désarmés et aussi aux bouées et tous autres objets appropriés. C'est surtout près de la surface de l'eau que les jeunes moules sont très abondantes. Il n'y a pas de gisements de moules sur les fonds de la rade de Toulon. On y récolte les moules attachées avec des grattoirs pendant la période d'ouverture de la pêche. La récolte annuelle est évaluée à 150.000 ou 200.000 kilos de jeunes moules. Lors de notre visite la température de l'eau était de 20°5 C et la densité de 1.027 à cette température.

Nous avons récolté plusieurs échantillons et l'examen de ces moules démontra que *Mytilicola intestinalis* n'y est pas rare. Sur des moules d'une taille de 70 à 80 mm. récoltées sur un appontement à 1 mètre de profondeur, environ 30 % se révélèrent infectées par des *Mytilicola* adultes. Plusieurs moules renfermaient 3 à 5 parasites. Il nous fut impossible de compter exactement le nombre de *Mytilicola* jeunes et très jeunes, parce qu'il fallait examiner les échantillons dans des « laboratoires » improvisés. C'est pourquoi tous nos chiffres se rapportent à des *Mytilicola* adultes. Nous avons pourtant l'impression que les jeunes *Mytilicola* n'étaient nulle part abondants lors de notre visite. Cependant, plusieurs femelles adultes portaient des œufs mûrs.

Des moules plus jeunes, mesurant 40 à 55 mm. et récoltées au même appontement que l'échantillon précédent, mais tout près de la surface de l'eau, n'étaient infectées par *Mytilicola* que dans la proportion de 15 %. Sur la coque d'un bateau désarmé, dans la partie Est de la rade, nous avons récolté des moules de 50 à 55 mm. à une profondeur d'environ 1 mètre. Environ 20 % portaient des *Mytilicola*. La carcasse d'un bateau coulé dans la partie Ouest du port portait à 50 cm. de profondeur des moules dont 20 % contenaient des *Mytilicola*. Sur les moules récoltées tout près de la surface, sur une bouée située dans le milieu de la rade, 10 % seulement étaient infectées.

Sauf dans ce dernier échantillon, nous avons trouvé dans les intestins de quelques moules examinées des spécimens d'une autre espèce appartenant également aux Copépodes parasites : parmi eux des individus femelles portant des œufs. Leur présence ne dépassait guère 5 % des moules examinées : il s'agissait probablement de *Lichomolgus spinosus*, décrit par RAFFAELE et MONTICELLI (1885) dans les moules recueillies à Naples, et dont la présence n'a pas encore été signalée sur les côtes françaises.

Mlle A.-P.-C. de Vos, du Musée Zoologique d'Amsterdam, a bien voulu vérifier notre identification et nous a confirmé que nos spécimens s'apparentent à *Lichomolgus spinosus* de RAFFAELI et MONTICELLI. Ses observations précises ont montré pourtant que cette espèce diffère sensiblement des autres espèces du genre *Lichomolgus* et appar-

tient plutôt au genre *Pseudomyicola*, décrit par YAMAGUTI en 1936. C'est pourquoi nous considérerons notre second parasite comme étant *Pseudomyicola spinosus* (RAFFAELI et MONTICELLI).

Dans la baie du Lazaret, située au sud-ouest de Toulon, on trouve quelques parcs à moules où se pratique la culture suspendue. Les moules y vivent attachées à des cordes, sans toucher le fond. On commence la culture avec de jeunes moules récoltées dans la rade de Toulon. Comme règle, la pousse est excellente dans la baie du Lazaret, mais les moules n'y sont pas toujours très grasses. La baie du Lazaret mesure environ 200 hectares dont 2 hectares sont occupés par les parcs à moules.

Dans un échantillon de jeunes moules fixées sur un des pieux d'un parc, nous n'avons pas trouvé de *Mytilicola* (25 moules examinées). Deux échantillons des moules cultivées, l'un de 50 à 55 mm. à 2 mètres de profondeur, l'autre de 65 à 70 mm. à 3 mètres de profondeur, étaient infectés par *Mytilicola* pour environ 5 %. Rarement les moules contenaient plus de deux exemplaires. La température de l'eau était de 20° C et la densité à cette température de 1.026.

MARSEILLE, 11 septembre 1950.

Il n'y a plus de mytiliculture à Marseille. Les parcs flottants de jadis ont été supprimés par le Service du Contrôle Sanitaire des Coquillages, parce que les moules cultivées là, tout près des égouts de la ville, étaient dangereuses pour la santé publique.

En plusieurs endroits des moules sauvages se fixent aux rochers et aux jetées, surtout près de la surface de l'eau, où elles sont battues par les vagues : elles sont petites et montrent des coquilles assez grandes et épaisses et un byssus très développé. Il est impossible de supprimer les moules sauvages et il est difficile d'empêcher que les Marseillais ne les récoltent.

Lors de notre visite, nous ne pûmes trouver de grandes moules dans les environs de Marseille, toutes celles récoltées étant de petite taille, mais assez grasses.

La température de l'eau était de 21° C, la densité à cette température 1.026. Le *Mytilicola* était présent, mais peu abondant : sur les moules de 40 mm. attachées aux rochers près de la Batterie du Pharo à 50 cm. de profondeur, 5 % seulement renfermaient des *Mytilicola*. Des moules de 35 à 40 mm. récoltées près de la surface à côté du Fort Saint-Jean, 8 % contenaient des *Mytilicola*. Une de ces moules hébergeait 3 individus. Nous avons trouvé très peu de *Mytilicola* dans des petites moules (30 à 40 mm.) attachées à faible profondeur à la jetée des Catalans et pas du tout dans des moules de 35 à 45 mm. récoltées à peu de profondeur près du Phare de Désirade.

ÉTANG DE BERRE, 12 septembre 1950.

L'Étang de Berre, dont la surface est d'environ 17.000 hectares avec une profondeur de 3 à 9 mètres, nous intéressait beaucoup parce qu'il existe de vastes gisements de moules à plat, sur les fonds. Il serait facile de pêcher ici un lot assez important ; le mode de vie de ces moules est tout à fait semblable à celui des moules de Zélande. Il serait plus normal d'étudier les infections par *Mytilicola* et leurs conséquences sur ces moules de fond que sur les moules suspendues qui vivent d'une toute autre manière.

A en juger par leurs coquilles, les moules de l'Étang de Berre (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) ressemblent beaucoup à *Mytilus edulis* L. de la Zélande, sauf par la bordure noire du manteau. Les moules des gisements de l'Étang de Berre portent beaucoup d'épibiontes, surtout des Tuniciers, des Polychètes et des Balanes. C'est surtout la présence de ces dernières qui rend les jeunes moules des gisements de l'Étang de Berre si peu intéressants pour alimenter la mytiliculture ailleurs.

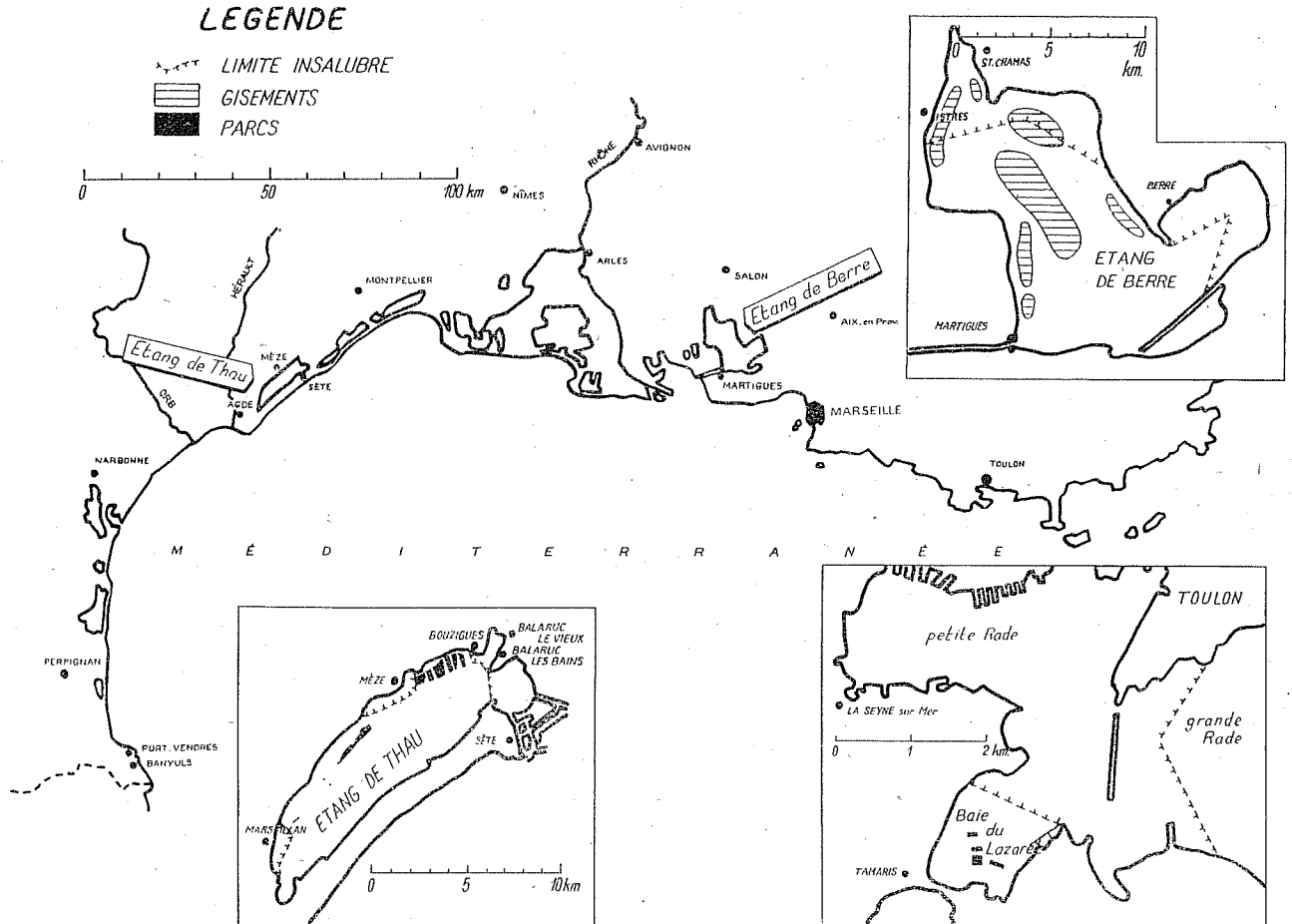


FIG. 1. — Le littoral français méditerranéen.

La récolte des moules de consommation des gisements de l'Étang de Berre a subi des fluctuations considérables. On y a pêché énormément pendant les années de guerre 1942-1945. Certains jours on en enlevait 15.000 kilos et on estime que plus de 3.000 tonnes de moules y ont été récoltées annuellement pendant cette période. Faut-il attribuer la récolte plus modeste d'autres époques à une reproduction insuffisante, ou à des différences considérables dans la mortalité des moules ? Sur les gisements des eaux profondes, il est toujours très difficile d'évaluer la mortalité des moules, parce que les coquilles vides peuvent disparaître rapidement surtout sur les fonds vaseux. Dans la

mytiliculture, on chiffre les quantités de jeunes moules réparquées, connaissant la pousse et les quantités récoltées, il est assez facile d'évaluer la mortalité. Il est intéressant de noter que l'époque des fortes récoltes locales coïncide avec la clôture forcée des deux grands centres de raffinerie de pétrole de Berre et de Mède. Est-il possible que les raffineries aient envoyé dans l'Etang quelque produit qui gêne les moules ou leurs larves ? Il est très difficile de savoir si vraiment les raffineries ont eu une influence néfaste sur les gisements de moules, non seulement parce qu'il est difficile d'évaluer une mortalité sur les gisements en eaux profondes, mais aussi parce que nous ne connaissons pas encore grand chose des conditions favorables ou nuisibles qui influencent les moules et leurs larves. La fixation du naissain des moules montre des fluctuations annuelles énormes partout dans le monde et nous ne connaissons pas encore les facteurs qui régissent ce phénomène.

Il faut remarquer par ailleurs qu'il existe un facteur de tout autre ordre qui peut influencer l'importance de la récolte des moules des gisements de l'Etang de Berre, c'est la qualité des moules : les marchands disent que les moules de l'Etang de Berre sont presque toujours très maigres et remplies de vase. Un négociant les appelait même « les moules du désespoir ». Un peu de vase dans les moules n'est pas grave parce que cette vase peut être éliminée par le reparaçage, mais la mauvaise qualité du poisson est plus importante. Ne se peut-il pas que la hausse de la récolte pendant la période 1942-1945 soit à attribuer en partie à la baisse des exigences du public pendant la guerre ? Nécessité fait loi et le ravitaillement était véritablement insuffisant, les moules de Martigues ont été un appoint précieux.

Lors de notre visite les moules de l'Etang de Berre étaient notablement plus maigres que les moules des parcs de la Baie du Lazaret et de l'Etang de Thau. Notre drague nous amenait pas mal de moules très maigres et de la même couleur brun rouge que présentent les moules malades de Zélande. Un échantillon de moules du Grand Banc, pris à 4 mètres de profondeur et mesurant 50 à 60 mm., montrait que 50 % étaient infectées par *Mytilicola*, avec toujours 3 à 4 individus par moule. Les moules hébergeant 5 à 6 parasites étaient encore plus maigres que les autres. Un peu au nord du Grand Banc, nous avons trouvé des moules assez maigres de 50 à 60 mm. et parasitées pour 75 % avec 3 à 5 *Mytilicola* par moule. Il y avait plusieurs parasites femelles aux œufs mûrs. Les moules du Petit Banc, de 40 à 50 mm., n'étaient infectées que pour 30 % avec 1 ou 2 parasites par moule.

Lors de notre visite la température de l'eau était de 23° C, la densité de cette température 1.024.

ÉTANG DE THAU, 13 et 14 septembre 1950.

Le centre mytilicole le plus important du littoral français méditerranéen est l'Etang de Thau. On y a créé des parcs pour l'élevage suspendu le long du rivage nord-est, surtout entre Bouzigues et Mèze, puis au sud-ouest de Mèze. La surface de l'Etang de Thau est approximativement de 7.000 hectares, dont plus de 200 hectares sont occupés par les parcs à moules et à huîtres. La profondeur est de 6 à 8 mètres. Il n'y a pas de gisements de moules sauvages en ce moment. Cependant on peut observer une fixation de jeunes moules sur les pieux des parcs, mais cela ne suffit pas pour les besoins des

mytiliculteurs qui cherchent leur supplément de naissain à Toulon, à Martigues ou ailleurs. On n'a pas encore essayé de poser systématiquement des collecteurs spéciaux pour la récolte du naissain dans l'Etang de Thau.

La production de moules de consommation a été portée de 600 tonnes avant guerre à 1.500 tonnes actuellement. Malheureusement cette augmentation semble aller de pair avec une diminution de la qualité des moules cultivées ici. Les mytiliculteurs locaux se plaignent que leurs moules sont déjà depuis plusieurs années plus maigres que d'habitude. En règle générale, c'est seulement pendant les mois de mai à août que les moules de l'Etang de Thau sont suffisamment grasses pour la consommation. Examinant les causes de ces plaintes, nous avons pensé d'abord à la possibilité d'un manque de nutrition. N'y a-t-il pas trop de moules sur un espace trop restreint ? Il est déplorable que nous ayons encore si peu de connaissances sur la nourriture et les exigences des moules et des huîtres, que nous n'ayons pas encore pu développer de méthodes pour mesurer exactement si oui ou non il y a suffisamment de nourriture dans les eaux des parcs. Cependant, il y a des indications utiles. Il est vrai qu'il y a peu de courants dans l'Etang de Thau qui puissent apporter aux parcs des eaux riches en nutrition. Il ne faut pourtant pas considérer les eaux de cet étang comme tout à fait stagnantes. Les vents forts remuent les eaux en directions horizontales et verticales et ne permettent pas leur immobilisation.

Au temps de notre visite, la température et la densité de l'eau étaient presque les mêmes près du fond et à la surface (23° C et 1.027 à cette température) et la teneur en oxygène était élevée et ne différait pas en profondeur. Ce n'est que lors des longues périodes sans vent qu'on pouvait soupçonner l'épuisement des eaux parmi les parcs.

A première vue les eaux troubles et verdâtres de l'Etang de Thau semblent être riches en matières nutritives ; en tout cas elles sont beaucoup plus riches que les eaux très claires de la Mer Méditerranée. Des ruisseaux y apportent des aliments pendant les périodes de pluie et il y a une source importante d'eau douce minéralisée près de Sète. En outre il y a la pousse considérable des huîtres qui se trouvent dans des parcs parmi les moulières entre Bouzigues et Mèze. Nulle part dans les eaux de l'Europe les huîtres plates ne poussent si vite et ne s'engraissent si bien que dans l'Etang de Thau. Il est vrai que nous ne sommes pas certains que l'huître prenne tout à fait la même nourriture que la moule, mais il est difficile de croire à un manque de nutrition pour les moules quand on observe que chaque année les huîtres plates et portugaises se développent si bien.

Des moules de 50 à 60 mm. récoltées dans le parc 73-49 près de Bouzigues, à 4 mètres de profondeur, n'étaient pas grasses et comptaient 70 % de moules infectées, avec 2 à 5 *Mytilicola* par moule.

Des moules de 50 à 55 mm. prises à une profondeur de 50 cm. dans le parc 07-07 près de Mèze étaient infectées pour 85 % avec 2 à 4 parasites par moule. Des moules de 50 à 60 mm. du même parc, mais prises à 4 mètres de profondeur, montraient une infection de 75 % avec 1 à 3 Copépodes par moule.

Des moules de 45 à 65 mm. prises à 50 cm. de profondeur dans le parc 60 à la pointe de la Grosse Tête étaient assez maigres et contenaient des *Mytilicola* pour 85 %, à raison de 3 à 5 par moule. A 4 mètres de profondeur, dans le même parc, nous avons

trouvé des moules de 50 à 60 mm. infectées pour 80 %, avec 2 à 5 par moule. C'est ici que nous avons retrouvé quelques exemplaires de l'autre Copépode parasite, *Pseudomyicola spinosus* RAFFAELE et MONTICELLI déjà reconnu à Toulon.

De jeunes naissains de moules, fixés près de la surface dans un parc à la Pointe de la Coquille, ne contenaient de *Mytilicola* qu'à raison de 30 %. Des moules de 55 à 65 mm. prises à 4 mètres de profondeur dans le parc 70-34, au sud-ouest de Mèze, étaient plus grasses que les moules précédentes et infectées par *Mytilicola* pour 60 % avec 1 à 3 par moule. Sur un pieu du parc 31-16, au sud-ouest de Mèze, nous avons récolté un échantillon de naissain de moules (25 à 35 mm.) à la surface de l'eau. On y trouvait dans 30 % des moules des *Mytilicola* (1 à 2 par moule).

Il est intéressant de noter que lors de notre visite une mortalité désastreuse affectait les huîtres plates (*Ostrea edulis*) des parcs situés entre Bouzigues et Mèze, mais non celles des parcs isolés au sud-ouest de Mèze. Les huîtres portugaises (*Gryphaea angulata*) n'étaient pas atteintes. Les glandes digestives des huîtres malades étaient extrêmement pâles. A ce moment il semblait impossible d'attribuer cette mortalité à des variations exceptionnelles de salinité ou de température, l'été de 1950 étant tout à fait normal, et les huîtres des parcs au sud-ouest de Mèze n'ayant pas souffert. Le fait que les portugaises et les plates au sud-ouest de Mèze étaient en bonne condition, avec une couleur brun foncé de la glande digestive, faisait penser à une maladie contagieuse ou même à un retour de la mortalité mystérieuse et catastrophique qui a frappé les huîtres plates de la côte Atlantique en 1920-1921 ? Le fait que les huîtres ne meurent pas maigres, mais grasses, indique cette possibilité.

Nous avons constaté que les coquilles des huîtres des parcs de l'Etang de Thau étaient littéralement couvertes d'épibiontes, surtout de tuniciers, *Ciona intestinalis* L. et *Phallusiopsis mamillata* Cuv. Bien que cela doive gêner les huîtres dans leur nutrition, il est impossible d'attribuer la mortalité de 1950 à une surabondance de tuniciers, les huîtres saines du sud-ouest de Mèze et les huîtres portugaises étant également couvertes des mêmes épibiontes. Nous n'avons pas trouvé de *Mytilicola* dans les intestins des huîtres.

LE GRAU D'AGDE, 15 septembre 1950.

L'examen d'un échantillon de moules de 40 à 50 mm., récolté sur les cailloux entre les jetées du port d'Agde, montrait des moules assez maigres et infectées par *Mytilicola* pour 70 %. Quelques exemplaires, hébergeant un nombre important de *Mytilicola*, montraient la couleur rouge brun des moules malades de la Zélande.

PORT-VENDRES, 16 septembre 1950.

Dans l'établissement de M. CAPOMACCIO à Port-Vendres, on retrempe des moules de bouchots de la côte Atlantique avant de les expédier vers l'Afrique du Nord. Ces moules étaient grasses et sans aucun parasite comme les autres échantillons de moules de la côte Atlantique que nous avons examinés. Il n'y a pas de moules sauvages à Port-Vendres, mais cette année on trouvait un peu de naissain sur les pieux de l'établissement

de M. CAPOMACCIO. Ces jeunes moules, d'une taille de 15 à 20 mm. n'étaient pas infectées. Une de ces jeunes moules contenait un Pinnothère, provenant probablement des moules de l'Atlantique immergées à proximité.

BANYULS-SUR-MER, 16 septembre 1950.

Jadis les moules étaient assez abondantes à Banyuls. On trouvait fréquemment des *Mytilicola* dans ces moules. Depuis que les réfugiés espagnols vivent dans la région, ils récoltent les moules sans mesure. Ainsi la moule s'est raréfiée dans les environs de Banyuls.

Le Dr PETIT, Directeur du Laboratoire Biologique, eut l'amabilité de nous faire pêcher un échantillon de jeunes moules sur les rochers proches. Nous n'avons pas trouvé de *Mytilicola* dans ces moules.

CONCLUSIONS PROVISOIRES

Il est impossible d'analyser et de comprendre en quelques jours tout le complexe de la qualité de la moule dans les parcs et les gisements. Les conditions de nutrition et la présence de parasites semblent être les facteurs prédominants.

Cependant, il est possible de tirer quelques conclusions provisoires en comparant les observations énumérées ci-dessus avec celles faites en Hollande (Mer de Wadden et eaux de Zélande) :

1° Partout où nous avons trouvé le long du littoral méditerranéen français des populations de moules assez denses, le pourcentage des moules infectées par le Copépode parasite *Mytilicola intestinalis* paraît être assez élevé. On a pourtant l'impression que les infections sont plus faibles tout près de la surface.

2° Lors de notre visite, nous n'avons pas trouvé de moules hébergeant plusieurs dizaines de *Mytilicola*. Cependant, les communications de STEUER (1905) et PESTA (1907) montrent que de tels nombres ne sont pas rares parmi les moules de certains gisements méditerranéens.

3° Les observations faites récemment en Zélande ont démontré que l'infection des moules par *Mytilicola intestinalis* réduit sensiblement la qualité des moules. Une infection très légère ne fait guère souffrir la moule. Des infections plus graves peuvent diminuer la qualité du poisson ; les infections très graves sont souvent fatales et peuvent causer des mortalités considérables.

En étudiant l'influence du *Mytilicola* sur la qualité de la moule, il faut tenir compte de facteurs comme la taille de la moule, le nombre et l'âge des parasites, les conditions de nutrition et les antécédents des moules étudiées. Ce sont surtout les moules ayant récemment pondu qui sont sensibles à toutes sortes d'influences nuisibles.

Il est probable que la présence du *Mytilicola* réduit çà et là la qualité des moules méditerranéennes.

4° Il semble remarquable que les mytiliculteurs du littoral méditerranéen français n'ont jamais constaté que le parasite *Mytilicola intestinalis*, qui a tout de même une taille notable et une couleur caractéristique, cause des dégâts. Il faut remarquer cependant que les mytiliculteurs n'ayant aucune connaissance de l'anatomie normale de la moule, ne peuvent reconnaître facilement des infections intestinales modestes surtout s'il n'y a pas de changements brusques dans la qualité de leurs moules pour éveiller leur méfiance. Il n'en est pas de même pour les mytiliculteurs hollandais, mais ceux-ci n'avaient pas non plus repéré les parasites dans leurs moules moribondes avant que nous les leur ayons montrés. Si le *Mytilicola* cause des mortalités dans les moules des gisements naturels en eau profonde (Étang de Berre, le Grau d'Agde) celles-ci peuvent échapper à l'observation parce qu'on ne connaît pas les quantités de moules qui vivent sur les fonds et que les coquilles vides peuvent disparaître rapidement.

5° Nous ne croyons pas que *Mytilus galloprovincialis* soit une race habituellement assez maigre, parce que les petites moules non infectées vivant dans les eaux polluées de Marseille et de Toulon étaient très grasses. D'autre part la qualité habituellement supérieure des huîtres de l'Étang de Thau indique qu'il est peu probable que ces eaux ne soient pas assez nutritives.

6° Avant l'invasion du *Mytilicola*, la pousse et la qualité des moules laissaient peu à désirer en Zélande. Naturellement, on observait des différences locales et temporaires dans la qualité des moules, mais habituellement elles poussaient et s'engraissaient très bien. Les mêmes conditions se retrouvent encore dans d'autres centres mytilicoles où les eaux ne manquent pas de nourriture et où le *Mytilicola* n'est pas encore arrivé (Limfjord en Danemark, gisements des Iles de la Frise Septentrionale en Allemagne, gisements de la Mer de Wadden en Hollande et nombreux gisements en France).

7° La présence du *Mytilicola intestinalis* n'est sûrement pas le seul facteur déterminant la qualité des moules du littoral français méditerranéen. Nous avons pourtant l'impression que l'influence de *Mytilicola* doit être considérée comme assez importante.

8° Nos observations ne nous ont pas donné l'impression qu'il y a des ennemis ou des maladies de *Mytilicola* qui maintiennent sa population à un niveau très bas dans les eaux méditerranéennes. Il est pourtant possible que nous nous trompions. Les relations entre certains organismes et leurs ennemis sont toujours assez complexes et leurs populations montrent souvent des fluctuations en sens inverse. Il est possible, quoique peu probable, que nous ayons fait nos observations pendant une culmination temporaire de la population de *Mytilicola*.

9° Des observations faites en Zélande ont démontré qu'un facteur de grande importance dans l'accroissement de la population de *Mytilicola* est la densité des moules sur les parcs ou gisements. Dans certaines régions où les moules forment des populations clairsemées, nous n'avons jamais trouvé d'infections graves. Il semble probable que beaucoup de larves de *Mytilicola* n'y peuvent trouver d'hôtes. L'inverse peut être observé dans les eaux chargées en moules, surtout là où les courants apportent peu d'eau de l'extérieur (Zandkreek, 1949).

Quand nous comparons les populations assez modestes des régions mytilicoles méditerranéennes aux quantités énormes des moules existant dans les eaux de Zélande,

nous déduisons que le nombre de moules par volume d'eau est le facteur qui limite l'infection par *Mytilicola* dans les eaux françaises méditerranéennes.

10° Il nous semble très important de noter que les parcs à moules du Midi se trouvent loin des gisements naturels. Les moules cultivées se développent assez vite et atteignent bientôt la taille marchande. Ainsi elles restent rarement plus d'une année dans les parcs et souvent seulement de 8 à 9 mois. Vu cette transformation perpétuelle de la population moulière, le *Mytilicola* a peu de chance d'atteindre des nombres astronomiques, parce que en même temps que les moules marchandes, on enlève d'innombrables parasites adultes ; ni dans l'Étang de Thau, ni dans la Baie du Lazaret, il n'y a de gisements naturels qui puissent fournir des multitudes de larves de *Mytilicola*. La création d'un petit parc expérimental parmi les gisements de l'Étang de Berre pourrait nous montrer l'importance de ce facteur.

Sur les parcs de Zélande, les moules restent habituellement deux années. La population des moules n'est donc jamais renouvelée complètement. C'est pourquoi il y a toujours d'innombrables *Mytilicola* adultes pour fournir des larves qui peuvent infecter les jeunes moules reparquées récemment.

11° Dans le Midi on a toujours dégusté des moules plus ou moins gravement infectées par *Mytilicola* sans que cela ait causé de plaintes du côté consommateurs. Il est donc certain que l'ingestion de *Mytilicola* ne cause aucun trouble chez l'homme. (D'autant plus que dans la plupart des cas les moules sont consommées crues dans cette région).

Une même conclusion peut être tirée pour les moules nombreuses parasitées dégustées dans le Nord pendant les années 1949 et 1950.

12° Après y avoir réfléchi mûrement, nous avons décidé de ne pas transplanter de lots importants de moules de la Mer Méditerranée dans les parcs de la Zélande :

a) parce que nous n'avons pas obtenu les indications permettant d'affirmer qu'il existe des ennemis ou des maladies de *Mytilicola* dans les régions visitées ;

b) parce que nous ne voulons pas introduire en Zélande le Copépode parasite *Pseudomyicola spinosus* (RAFFAELE et MONTICELLI), quoique nous n'ayons pas l'impression qu'il ait une influence néfaste en France ;

c) parce que nous craignons à ce moment la transmission de quelque microbe ou virus nuisible aux huîtres de Zélande après avoir observé la mortalité désastreuse des huîtres plates de l'Étang de Thau (1).

QUESTIONS POSÉES

Pour mieux comprendre les relations complexes et réciproques entre *Mytilus* et *Mytilicola* sur le littoral méditerranéen, il nous manque les réponses aux questions suivantes :

1° Quelles sont les fluctuations de la population de *Mytilicola intestinalis* ? Il y a des fluctuations saisonnières qu'il faut bien connaître parce qu'il est bien possible qu'un nombre dangereux ou néfaste de *Mytilicola* existe seulement pendant quelques mois.

(1) Voir feuilles annexes.

De même les fluctuations dans la composition des classes suivant l'âge des parasites est d'importance, parce que l'influence néfaste des parasites (par excrétion de toxines ?) varie suivant l'âge.

Peut-être y a-t-il aussi des différences considérables dans les densités de la population de *Mytilicola* au cours des années successives ? Le cas échéant parmi des populations constantes de moules, on peut penser à l'influence d'un ennemi ou d'une maladie de *Mytilicola* ? En ce cas nous pouvions songer à nouveau à transplanter des moules de Méditerranée dans les parcs de Zélande.

Il serait particulièrement intéressant d'étudier les fluctuations saisonnières et annuelles dans les moules des gisements de l'Étang de Berre où il n'y a pas de transplantations fréquentes et où la moule vit à plat, comme en Zélande.

2° Quelles influences ont les fluctuations de la densité de la population des moules sur le nombre de *Mytilicola* par moule ? Sans aucun doute le nombre de moules présentes dans un certain bassin ou une baie a une grande importance en déterminant non seulement l'étendue de la production de larves de *Mytilicola*, mais aussi les chances qu'ont ces larves de trouver un hôte. Il est possible que non seulement le nombre de moules soit important en déterminant le degré d'infection, mais que leur répartition ait autant d'influence. Il serait donc intéressant d'étudier l'influence des distances entre les parcs et entre les cordes portant les moules.

3° Quelle est la répercussion des systèmes de mytiliculture sur l'infection par *Mytilicola* ? Nous avons l'impression que les moules à plat souffrent plus que les moules suspendues aux cordes ou élevées en chapelets. Peut-on attribuer cette différence à une infection plus importante des moules à plat, ou à des différences des conditions de nutrition ? Il est intéressant de noter ici que le mytiliculteur yougoslave A. BOLINOVIĆ nous a informé qu'il a observé fréquemment près de Novigrad, que la moule à plat est toujours sensiblement moins grasse que la moule suspendue. Avant de commencer à cultiver des moules à plat sur une grande échelle, il serait intéressant de savoir pourquoi les moules suspendues sont plus grasses et qu'elle est l'influence de *Mytilicola* dans l'espèce.

4° Quelle est l'influence d'une infection modeste de *Mytilicola* sur la qualité des moules ? Pour éliminer les influences des autres facteurs, il faut étudier des nombres importants de moules ayant exactement la même taille, bien noter l'âge des parasites trouvés et se documenter sur les antécédents des moules étudiées.

5° Est-il possible que *Mytilus galloprovincialis*, ayant vécu dans des eaux chroniquement infectées par *Mytilicola*, ait acquis une certaine résistance à ce parasite, résistance que le *Mytilus edulis* ne possède pas ? Pour élucider cela, il peut être très intéressant de placer des jeunes *Mytilus edulis* de la côte atlantique sur des cordes auprès de *Mytilus galloprovincialis* ayant exactement la même taille. Il serait utile de disposer un filet sous les cordes pour recueillir les coquilles des moules mortes.

6° Il serait important de savoir si le *Mytilicola* a une influence sur la reproduction de la moule. Comme règle, les moules maigres produisent moins d'œufs et de spermatozoïdes que les moules grasses. En outre, on sait que souvent la présence de certains parasites amène la castration de l'hôte. Il est possible qu'une infection grave pour le *Mytilicola* réduise sensiblement la reproduction des moules.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1° L'aire de distribution naturelle de *Mytilicola intestinalis* est la Mer Méditerranée. Ici les gisements naturels et les moulières sont chroniquement infectés par ce parasite.

2° Il est remarquable que malgré une navigation intense, les gisements et les parcs à moules de la côte atlantique et de celles de la Mer du Nord n'ont pas été infectés par *Mytilicola* de longue date.

Les parties sous-marines des bateaux longtemps amarrés dans des ports comme Toulon ont bien des chances de fixer des moules et ces moules peuvent être infectées par *Mytilicola* un jour ou l'autre. Il n'est pourtant pas facile de créer un nouveau centre de distribution parce que le *Mytilicola* n'est pas hermaphrodite et par suite ne peut s'établir que s'il est amené en nombre appréciable dans les gisements de moules. C'est probablement ce qui s'est passé près de Cuxhaven entre 1930 et 1935.

Pour la même raison, le *Mytilicola* ne peut étendre rapidement son aire de distribution que là où il existe un cordon presque ininterrompu de gisements de moules. C'est alors un cas très semblable à la diffusion de *Crepidula fornicata* après son introduction en Europe (KORRINGA 1943).

3° Quoique espèce méditerranéenne, le *Mytilicola* peut très bien vivre ailleurs, même là où il y a parfois des hivers sévères. La preuve en est que le *Mytilicola* a survécu aux rudes hivers 1939-1940, 1940-1941, 1941-1942 et 1946-1947 dans les eaux allemandes.

4° La mytiliculture est possible dans les régions infectées chroniquement par le parasite *Mytilicola intestinalis*. Il faut avoir soin de ne pas y augmenter la population des moules au point où l'infection par *Mytilicola* peut atteindre un niveau dangereux. Il est bien possible, comme nos observations l'indiquent, que les plaintes récentes des mytiliculteurs de l'Étang de Thau suivant lesquelles leurs moules sont moins grasses que l'habitude, peuvent être attribuées au moins partiellement à une infection augmentée, causée par l'accroissement de la population des moules. Il nous semble sage d'essayer de répartir les parcs à moules autant que possible sur la surface de l'Étang et de commencer la culture autant que possible avec un naissain très jeune, qui est habituellement à peu près dépourvu de parasites.

5° Pour les régions mytilicoles récemment atteintes par *Mytilicola*, il faut rechercher quel est le niveau de population des moules qui empêcherait le développement des infections si graves dont les moules souffrent. Souvent cela aboutirait à une production annuelle sensiblement plus basse qu'auparavant.

6° Ce n'est que par le développement de méthodes effectives pour combattre directement le *Mytilicola* ou ses larves qu'on peut espérer pouvoir retrouver les quantités et la qualité des moules de jadis dans les régions récemment atteintes par ce redoutable Copépode parasite.

BIBLIOGRAPHIE

- CASPERS H., 1939. — Über Vorkommen und Metamorphose von *Mytilicola intestinalis* Steuer (Copepodá parasitica) in der süddlichen Nordsee. Zool. Anzeiger, vol. CXXVI, pp. 161-171.
- DOLLFUS R.-Ph., 1914. — Trochicola enterica nov. gen. nov. spec., Européode parasite de l'intestin des troques. C.R. Acad. Sci. Paris, vol. CLVIII, pp. 1528-1531.
- DOLLFUS R.-Ph., 1927. — Notules sur les Copépodes parasites de la faune française. Bull. Soc. Zool. France, vol. LII, pp. 119-121.
- ELLENBY C., 1947. — A Copepod parasite of the mussel new to the British fauna. Nature London, vol. CLIX, pp. 645-646.
- KORRINGA P., 1942. — Crepidula fornicata's invasion in Europe. Basteria, vol. VII, pp. 12-23.
- KORRINGA P., 1950. — De aanval van de parasiet *Mytilicola intestinalis* op de Zeeuwse mossecultuur. Visserij-nieuws, Supplément vol. III, N° 7, nov. 1950, 7 pp.
- LAMBERT L., 1939. — La moule et la mytiliculture. Versailles, A. Guillot, 55 pp.
- LAMBERT L., 1949. — Ennemis de la Mytiliculture. La Pêche maritime, vol. XXVIII, pp. 123-124.
- LAMBERT L., 1950. — Les coquillages comestibles, huîtres, moules, coquillages variés. Paris, Presses Universitaires de France, 128 pp.
- LAMBERT L., 1950. — Un parasite de la moule : le *Mytilicola intestinalis* ou « Cop Rouge ». La Pêche maritime, etc..., vol. XXIX, pp. 444-447.
- MONOD Th. et DOLLFUS R.-Ph., 1932. — Les Copépodes parasites de Mollusques. Annales de Parasitologie humaine et comparée, vol. X, pp. 129-204.
- PESTA O., 1907. — Die Metamorphose von *Mytilicola intestinalis* Steuer. Zeitschr. Wiss. Zool., vol. LXXXVIII, pp. 78-98.
- RAFFAELE F. et MONTICELLI F.-S., 1885. — Descrizione di un nuovo *Lichomolgus parasita* del *Mytilus gallo-provincialis* Lk. Atti della Accad. dei Lincei, Roma, (4), Mem. Classe fisiche, matem. e naturali, vol. I, pp. 302-317.
- STEUER A., 1905. — *Mytilicola intestinalis* n. gen. n. spec. Arbeiten Zool. Inst. Wien & Zool. Stat. Triest, vol. XV, pp. 1-46.
- YAMAGUTI S., 1936. — Parasitic Copepods from Mollusks of Japan I. Jap. Journal of Zoology, Trans. & Abstr., vol. VII, pp. 113-125.