recette précédente. Recouper ensuite les filets en morceaux de 3 à 4 centimètres de largeur. Saler et laisser reposer une heure. Disposer ensuite le poisson dans un plat allant au feu sur un lit de pommes de terre et œufs durs en rondelles. Ajouter une bonne quantité de beurre et faire cuire. Arroser durant la cuisson avec du beurre fondu et de la crème.

LA CAUSE DES PESTES D'ÉCREVISSES

Par le Professeur Docteur W. SCHÄPERCLAUS,

Directeur du Service d'Ichthyopathologie,
à l'Institut de Pêche prussien de Berlin-Friedrichshagen.

(Fin) ⁽¹⁾

On a maintes fois signalé qu'il était très difficile de déceler le parasite chez l'Ecrevisse, surtout quand l'animal est encore vivant ; c'est d'ailleurs pourquoi la véritable cause de la peste est si longtemps restée mystérieuse. Pour avoir toutes chances de trouver l'*Aphanomyces*, il faut explorer, avec une pince fine, la membrane chitineuse souple de la face ventrale de la queue ou celle des articulations. Dès que la maladie s'affirme, cette membrane est plus ou moins nécrosée ; son tissu se relâche, s'amollit, cède sous la pression, mais sur des emplacements généralement peu nombreux ; souvent il n'y en a qu'un ou deux. On prélève là, avec la pince, une parcelle de la carapace et on l'examine sous le microscope. De préférence, on localisera la recherche au voisinage de l'anus et à la première articulation de la dernière paire de pattes ambulatoires. A un degré plus avancé de l'infection, ces régions sont nettement colorées en jaune, ce qui permet de distinguer à l'œil nu les lésions spécifiques de la peste.

Ces altérations du revêtement protecteur, avec le temps, dégénèrent en perforations fort dangereuses déjà pour un Crustacé dont le système circulatoire n'est pas clos, mais lacuneux. En outre, par ces brèches, peuvent s'introduire dans l'organisme diverses Bactéries, qui interviennent alors comme agents secondaires de la mort de l'Ecrevisse. Autrement, celle-ci périrait consécutivement à l'attaque par le Champignon des centres nerveux. Il se peut que des toxines soient sécrétées par l'*Aphanomyces*, mais la question n'est pas résolue.

La localisation du parasite aux jointures des membres entraîne des symptômes permettant de diagnostiquer la peste. Les Crustacés, incapables de se tenir sur leurs pattes, tombent sur le dos. Si, à ce moment, on prend un sujet malade et qu'on le sorte de l'eau, en position normale, les pinces pendent au-dessous du corps comme celles d'un individu mort. Dans la nature,

(1) Voir *Bulletin* : — N° 100, Octobre 1936, p. 85.

FIG. 17. — Tête d'une Ecrevisse récemment morte d'aphanomycose.
L'œil droit est recouvert de filaments mycéliens (spores). L'œil gauche est indemne.
Provenance : Neustettin, Poméranie, 3-VII-1934.

FIG. 18. — Trois des pattes thoraciques d'une Ecrevisse récemment morte d'aphanomycose.
Celle de droite ne présente pas de végétation mycélienne. Aux jointures des deux autres, duvet blanchâtre constitué par les spores du Champignon.
Provenance : Neustettin, Poméranie, 3-VII-1934.

les Ecrevisses atteintes s'efforcent de gagner le rivage ; souvent, leurs pattes se détachent au cours de cette tentative.

Comme il a été déjà indiqué, chez l'Ecrevisse vivante, il convient de chercher l'*Aphanomyces* sous les parties molles de la carapace et on n'observe alors aucune sorte de reproduction, sexuée ou asexuée. Mais peu avant la mort ou immédiatement après, se développent sur les emplacements préalablement nécrosés des touffes d'un duvet blanchâtre (Fig. 17-18). L'œil peut être comme encapuchonné par cette végétation.

Je n'ai effectué ces dernières constatations qu'assez tardivement, car au début, je m'abstenais d'examiner les sujets mourants ou morts. Mais elles avaient été faites dès 1906 par SCHIKORA. J'ai appris récemment qu'à l'exposition internationale de Milan, en 1906, il avait présenté une collection de dessins en noir et en couleur concernant la peste des Ecrevisses. On ne sait ce qu'elle est devenue, mais à se référer au catalogue, on apprend que, quand les Crustacés ont péri, le thalle apparaît au dehors pour former des spores et les disséminer. En particulier, pour l'un de ces tableaux, on relève la légende suivante : — « *Aphanomyces astaci* n. sp. s'épanouissant sur l'œil et l'articulation d'une patte chez une Ecrevisse pestiférée. »

Quand les filaments mycéliens s'extériorisent de la sorte, il est très facile d'observer la sporulation. Le protoplasma se fractionne pour donner des spores sphériques de 8-10 μ qui s'alignent à la file (Fig. 20). Ces filaments se différencient par leur épaisseur (10 μ) de ceux qui végètent dans les tissus de l'hôte (3,4-5,65 μ) et il s'agit bien, comme c'est le cas pour d'autres espèces du même genre, de sporanges terminaux. Il ne se forme pas simplement des spores dans les hyphes comme c'est le cas chez *Branchiomyces*, agent de la pourriture des branchies chez les Poissons.

Pour le genre *Aphanomyces*, d'après RIEHM et VON MINDEN, la règle est qu'à leur sortie du sporange, qui s'ouvre à son extrémité, les spores se rassemblent en un amas hémisphérique qui s'entoure d'une membrane, laquelle se déchire ensuite pour donner issue à des zoospores. Cependant, chez *A. aphanes* Maurizio, d'après GAUMANN et VON MINDEN, les spores se disséminent dès leur libération ; elles ne sont pas mobiles et germent immédiatement. Il en irait de même chez *A. astaci* d'après mes observations, mais le fait est-il constant ? Je ne saurais en décider, alors surtout que SCHIKORA décrit les spores comme pourvues de longs flagelles au moyen desquels elles se déplaceraient et se fixeraient aux Ecrevisses vivantes.

Au reste, le processus de sporulation chez *A. astaci* paraît très semblable à celui décrit par RIEHM pour *A. laevis* de Bary qui est considéré comme l'agent de la pourriture de la betterave. Ici encore, les hyphes, larges de 5-9 μ , ne prolifèrent pas à l'intérieur de la plante-hôte. Mais que cette dernière soit mise dans l'eau, en un ou deux jours des zoosporanges longs de 150-750 μ se développent dont sortent 60-100 zoospores sphériques de 8-10,9 μ .

Peu après la sporulation, j'ai à diverses reprises, en Juillet, la tempéra-

**FIG. 19. — Réseau serré d'hyphes d'*Aphanomyces astaci* Schikora, à la surface et à l'intérieur de la couche chitininigène d'une Ecrevisse à pattes rouges.
Provenance : Osedom, Poméranie, 1-VII-1929.**

**FIG. 20. — Sporangies d'*Aphanomyces astaci* avec une ténie de spores en formation.
Provenance : Neustettin, Poméranie, 2-VII-34.**

ture de l'eau étant de 15°-16° C., observé des organes que je crois être ceux de la reproduction sexuée ; leur diamètre est quadruple de celui des filaments végétatifs, soit de 16-20 μ ; ils ont l'aspect d'un capitule épineux ; ce semblent bien être des oogones analogues à ceux d'*A. scaber* de Bary, ou d'*A. stellatus* de Bary tels que les a représentés LINDAU. Comme il est de règle pour ce genre de Champignon, les oogones sont beaucoup plus rares que les sporanges.

Les circonstances de leur apparition restent mystérieuses à ce point que SCHIKORA supposait que la gamogénèse n'intervenait que chez des Crustacés autres que l'Ecrevisse, par exemple chez la Crevette d'eau douce (*Gammarus pulex* L.). Personnellement, je n'ai jamais pu établir la présence d'anthéridies ni un indice quelconque de fécondation. Faut-il admettre, avec GAUMANN, VON MINDEN et RIEHM que cette dernière n'intervient pas chez les Saprologniées ?

Sous quelles influences se développent chez *A. astaci* les sporanges et oogones, on ne le sait donc guère. Mes observations m'amènent à croire que ces formations ne surviennent qu'après la mort de l'Ecrevisse. D'après GAUMANN, KLEBS et OBEL, la reproduction des Oomycètes serait provoquée par une restriction alimentaire et spécialement, une carence de phosphates. Or, naturellement, l'arrêt de la circulation chez l'hôte affame le Champignon.

Peut-être d'autres facteurs interviennent-ils ? LILIENSTERN rapporte qu'une réaction acide (pH=3-5,5) favorise la formation des sporanges, une réaction neutre ou alcaline (pH=7-9) celle des oogones. Or, pour la chair du poisson comme pour celle du bétail, SCHÖNBERG a trouvé que l'acidité ionique croît d'abord après la mort pour diminuer ensuite (1). Ceci expliquerait, chez l'Ecrevisse ayant succombé à une mycose, l'apparition successive des sporanges et des oogones.

On conçoit que les recherches relatives au développement et à la reproduction d'*A. astaci* doivent être conduites avec la plus grande circonspection, pour éviter toute confusion entre le parasite et des saprophytes dont le rôle est secondaire. Aussi mes investigations ont-elles été poursuivies de façon continue. J'ai pu ainsi m'assurer que les sporanges et oogones que j'ai observés sont bien des organes reproducteurs de l'*A. astaci*, car les uns et les autres dépérissent dès qu'un commencement de décomposition se manifeste chez l'hôte. Il s'en déduit que le Champignon en question est un véritable parasite dont le développement n'est possible qu'aux dépens de l'Ecrevisse vivante ; dès que le Crustacé agonise, la végétation s'arrête et la multiplication commence. Cette dernière prend terme à son tour avec la désagrégation cadavérique. Il n'en irait pas de même avec

(1) Au sujet de l'acidité ionique et du pH, voir *Bulletin* : — N° 21, Mars 1930, p. 197 ; — n° 28, Octobre 1930, p. 99 ; — n° 32, Février 1931, p. 225 ; — n° 33, Mars 1931, p. 257 ; — n° 34, Avril 1931, p. 300.

un saprophyte ou un parasite occasionnel pour lesquels la mort du sujet qui les héberge détermine une stimulation marquée de la croissance. Il est très fréquent que chez les Ecrevisses mortes de peste, on observe des microorganismes de cette dernière sorte : Bactéries filamenteuses voisines du *Sphaerotilus* et Saprologniées à hyphes notablement plus grosses que celles d'*Aphanomyces*. Ajoutons que *A. astaci* ne pouvant subsister que sur un hôte vivant ne se laisse pas confondre avec d'autres espèces telles qu'*A. scaber* de Bary ou *A. stellatus* de Bary qui s'attaquent aux insectes aquatiques morts.

Je ne me suis guère préoccupé d'obtenir des cultures artificielles du Champignon de la peste, d'abord parce que la chose ne présentait pas d'intérêt majeur, ensuite parce que l'étude de cet Oomycète est possible, à toutes les phases de son évolution, *in situ*. En tout cas, des essais sur gélose ne m'ont rien donné. SCHIKORA n'a obtenu la germination des spores que sur des Mouches vivantes ; il a échoué avec des Ecrevisses mortes, de la chair de poisson et divers autres substrata. NYBELIN, qui a récemment déclaré avoir obtenu des cultures pures, n'a pas indiqué sa technique.

Quoi qu'il en soit, du moment où il est acquis que les organes de la reproduction sexuée ou asexuée n'apparaissent que sur les Ecrevisses mourantes ou mortes, il s'en déduit que, pour enrayer le développement des épidémies de peste, il faut rechercher et rassembler ces sujets infectés et les stériliser par cuisson, chaulage, etc.

III. — *L'Economie astacicole et la peste des Ecrevisses.*

Au point de vue pratique, les deux questions énoncées plus haut appellent aussi une réponse.

L'épidémie qui, avant la guerre, a dépeuplé les eaux de l'Europe Centrale, sévit-elle aujourd'hui encore dans les mêmes conditions ? Ou bien, si on ne peut être fixé à cet égard, existe-t-il maintenant une certaine maladie de l'Ecrevisse ayant une aire d'extension très vaste, dont il y a à tenir compte si on tente de réintroduire ce Crustacé là où il a disparu ?

A mon avis, il est possible, et même vraisemblable, que le germe pathogène n'ait pas varié, mais la discussion reste ouverte.

En tout cas, il est incontestable que, depuis une dizaine d'années, des mortalités massives d'Ecrevisses ont eu lieu en Allemagne, — et en Suède, — qui peuvent être, avec une certitude presque absolue, rapportées à une aphanomycose. C'est là un fait que doivent avoir toujours présent à l'esprit ceux qui s'intéressent à l'astaciculture en eaux libres ou closes.

Ma conviction est que, pour enrayer le fléau, il faut éteindre les foyers d'infection dès qu'ils s'allument et prendre, ensuite, les plus minutieuses précautions pour le repeuplement.

Sous aucun prétexte, les Ecrevisses malades ne doivent être transportées ou vendues. Tout d'abord, il est constant que ces animaux pestiférés subissent des pertes formidables en cours de route, ce qui soulève d'après discus-

sions entre expéditeur et destinataire. Ensuite et surtout le germe pathogène est partout disséminé. Il faut penser que les spores d'*Aphanomyces* sont transportées à plus ou moins grande distance, par les semelles de chaussures, les nasses, les caissettes d'emballage, les véhicules, etc... Ainsi ai-je toujours remarqué l'apparition simultanée de la peste dans deux, trois ou même quatre lacs sans communication entre eux quand ils ont le même propriétaire ou fermier de pêche.

Comme il a été indiqué, c'est sur les Ecrevisses venant de succomber que le Champignon de la peste sporule ; ces animaux doivent donc être immédiatement recueillis, puis brûlés ou enfouis dans une fosse profonde. Ceux qui viendraient à être emportés par un oiseau ou un rapace quelconque ont chances de contaminer des eaux non encore infestées.

Grâce à la crainte de la peste générale aujourd'hui chez les pêcheurs de notre région, nous avons eu l'occasion d'examiner de nombreuses Ecrevisses atteintes de mycose, et, par là même, de prescrire immédiatement les mesures requises pour arrêter le développement de la maladie et, surtout, prévenir son extension. Les résultats obtenus militent contre l'opinion trop courante qu'en cas de peste, il n'y a rien à faire. Sans doute est-il vain de chercher à obtenir la guérison des Crustacés atteints, mais il n'est pas téméraire de se proposer la préservation des peuplements indemnes. Rappelons, à ce sujet, que si, voici 15 à 25 ans, on avait fait le nécessaire pour combattre l'*Ergasilus sieboldi*, on n'aurait pas aujourd'hui à déplorer la régression de la Tanche dans tant de lacs qui, auparavant, offraient à cette espèce d'excellentes conditions de développement.

Etant donnée la situation créée par la peste, quelle opinion exprimer au sujet des opérations de repeuplement en Ecrevisses ?

A notre avis, dans les eaux libres, mieux vaut s'abstenir. Le risque d'une nouvelle apparition de la peste est trop grand là où elle s'est une fois manifestée.

Pour les eaux closes, les plus grandes précautions s'imposent pour ne pas y introduire, avec les Crustacés à acclimater, le germe de la maladie qui les anéantit. Il faut imiter les agriculteurs qui n'usent que de semences dont la qualité est garantie et contrôlée.

On ne doit pas acheter dans le Commerce des Ecrevisses d'origine inconnue ; elles sont rigoureusement inutilisables. On avisera à se procurer des sujets sains, à proximité si possible, sur des emplacements où la peste n'a pas sévi depuis dix ans au moins.

On assure qu'il y a des souches absolument réfractaires à l'infection par *Aphanomyces*. Jusqu'ici, cependant, la chose n'est pas démontrée ; tout ce qu'on peut avancer, c'est qu'il y a des groupes moins résistants, d'autres plus résistants. Il se peut que ces derniers représentent la descendance de parents qui, lors d'une épidémie, ont été épargnés.

Impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de préciser le délai

à observer entre une manifestation de la peste et une tentative de repeuplement ultérieure. Il faudrait savoir si le germe pathogène peut parasiter l'Ecrevisse, la Crevette d'eau douce ou d'autres Crustacés sans provoquer une affection aiguë, à évolution rapide ; si, comme d'autres espèces voisines, il ne s'accommoderait pas d'une existence saprophytique ; ou encore, d'une symbiose avec des végétaux ; enfin, si les spores restent longtemps ou non à l'état de vie latente.

Il arrive qu'un peuplement d'Ecrevisses résiste longtemps à l'attaque de l'*Aphanomyces* sans que ce dernier ait disparu. J'ai constaté plusieurs fois que, dans de petits lacs où la peste n'avait pas sévi depuis dix ans ou plus, et où les Crustacés avaient reconstitué leurs effectifs, une nouvelle épidémie les anéantissait un beau jour. Le fait a pu même être observé à diverses reprises.

Dans ces conditions, il sied de pousser la prudence à l'extrême quand on se décide, tout bien examiné, à entreprendre un repeuplement. On fera bien de commencer par se procurer un petit nombre de sujets sur un emplacement donnant toute garantie. On les tiendra en observation dans un vivier durant plusieurs semaines, pour les mettre en liberté au terme de cette période d'épreuve, s'ils se sont bien comportés. Après un essai de cette sorte, n'ayant entraîné aucun mécompte, on aura licence d'opérer plus en grand.

En terminant, il semble qu'il y ait une appréciation à formuler au sujet des mesures administratives éventuelles tendant à enrayer l'extension de la peste. Je n'ai pas l'impression qu'elles soient efficaces. Ce qui est désirable, c'est une étroite collaboration des pêcheurs d'Ecrevisses et des hydrobiologistes, grâce à quoi toute manifestation de la maladie provoque l'intervention prompte, directe, qui en limite les ravages et en prévient la propagation.

BIBLIOGRAPHIE

- ALM : — Der Krebs und die Krebspest in Schweden ; — *Zeitschrift für Fischerei*, XXVII, pp. 123-129 ; — Neudamm, 1929.
- BRÜHL : — Bericht über die Fischereitagung in Königsberg in Preussen vom 27 Juli bis XI August 1926 ; — *Fischerei Zeitung*, XXIX, pp. 815-816. — Neudamm, 1926.
- DE DROUIN DE BOUVILLE : — La lépidorthose sur les Gardons du lac de Nantua. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*. — Paris, 1911.
- DE DROUIN DE BOUVILLE : — La peste des Ecrevisses en France. — *Comptes rendus du IX^e Congrès international de Zoologie tenu à Monaco du 25 au 30 mars 1913*. — Rennes, 1914.
- GAUMANN : — Vergleichende morphologie der Pilze. — Iéna, 1926.
- HILGENDORF : — Zur Krebspest. — *Circular des Deutschen Fischerei Vereins*, 1884, pp. 123-125.
- LEHMANN et NEUMANN : — Bakteriologische Diagnostik, tome II. — München, 1927.
- LEUCKART : — Die Ursachen der Krebspest. — *Circular des Deutschen Fischerei Vereins*, 1884, pp. 62-65.

- LILIENSTERN : — Zur antagonistischen Wirkung der H. — und Ca. — Ionen auf die Entwicklung von *Saprolegnia* ; — *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, III, pp. 277-281 ; — Stuttgart, 1926.
- LINDAU : — Die mikroskopischen Pilze (Myxomyceten, Phycomyceten und Ascomyceten) ; 2^e édition. — Berlin, 1922.
- VON MINDEN : — *Saprolegniaceae*. — Kryptogamen flora der Mark Brandenburg ; III. — Leipzig, 1915.
- NYBELIN : — Undersökningar över Kräftpesten orsak ; — *Ny Svensk Fiskeritidskrift*, 1931, pp. 144-149.
- NYBELIN : — Nya undersökningar över Kräftpestens Orsak ; — *Ny Svensk Fiskeritidskrift*, 1934, pp. 110-114. — Göteborg.
- NYBELIN : — Über die Ursache der Krebspest in Schweden ; — *Fischerei Zeitung*, XXXVIII, p. 21 ; — Neudamm, 1935.
- RIEHM : — Oomycetes ; — *Handbuch der Pflanzkrankheiten*, 11, I. — Berlin, 1928.
- SCHAPERCLAUS : — Krebssterben und Krebskrankheiten in der Mark. — *Mitteilungen der Fischerei Vereine für die Provinz Brandenburg*, XIX, pp. 316-328 ; — 1927.
- SCHAPERCLAUS : — Wieder ein pestartiges Krebssterben in der Mark. — *Mitteilungen der Fischerei Vereine für die Provinz Brandenburg*, XX, pp. 76-78 ; — 1928.
- SCHIEMENZ : — Wollhandkrabben, Wassermyrte und Krebspest. — *Fischerei Zeitung*, XXXVII, pp. 107-109 ; — 1934.
- SCHIKORA : — Über die Krebspest und ihren Erreger. — *Fischerei Zeitung*, XXIII, pp. 353-355 ; — Neudamm, 1903.
- SCHIKORA : — Her Doktor Zacharias und meine Krebspestuntersuchungen. — *Fischerei-Zeitung*, VII, pp. 795-798. — Neudamm, 1904.
- SCHIKORA : — Herr Doktor Zacharias über die Krebspestfrage. — *Fischerei Zeitung*, VIII, pp. 23-25. — Neudamm, 1905.
- SCHIKORA : — Zur Krebspest in der Neumark. — *Fischerei Zeitung*, VIII, pp. 329-331 ; — Neudamm, 1905.
- SCHIKORA : — Die Krebspest. — *Fischerei-Zeitung*, IX ; pp. 529-532 ; 549-553 ; 561-565 ; 581-583 ; — Neudamm, 1906.
- SCHIKORA : — Zur Frage der Krebszuchtbestrebungen. — *Fischerei Zeitung*, XVI ; pp. 615-624 ; 631-635 ; 644-648. — Neudamm, 1913.
- SCHIKORA : — Zur Krebszuchtfrage. — *Fischerei Zeitung*, XVII, pp. 165-170. — Neudamm, 1914.
- SCHIKORA : — Die Wiederbevölkerung der deutschen Gewässer mit Krebsen. — Neudamm, 1916.
- SCHIKORA : — 50 Jahre Krebspest. — *Fischerei Zeitung*, XX, pp. 225-228. — Neudamm, 1926.
- SCHNEIDER : — Histologisches Praticum der Tiere. — Iéna, 1908.
- SCHÖNBERG : — Die Untersuchung von Tieren stammenden Lebensmittel. — Berlin, 1932.
- SMOLIAN : — Der Flusskrebs, seine Verwandten und die Krebsgewässer. — *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*, V. — Stuttgart, 1925.
- WEBER : — Zur Ätiologie der Krebspest. — *Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte*, XXX, pp. 221-228. — 1899.
- ZACHARIAS : — Alte Ziele und neue Wege im Fischereiwesen. — *Allgemeine Fischerei Zeitung*, XIX, pp. 345-349. — Augsburg, 1904.
- ZACHARIAS : — Der Krebsbazillus als Zankapfel. — *Fischerei Zeitung*, VII, pp. 827-829. — Neudamm, 1904.
-