LES MALADIES DES ÉCREVISSES, LEUR RECONNAISSANCE ET LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES POPULATIONS ASTACICOLES

A. VEY

Station de Recherches de Pathologie Comparée
INRA-CNRS, 30380 ST. CHRISTOL

RESUME

Les écrevisses sont atteintes dans les populations naturelles comme en élevage par des maladies dues à des métazoaires parasites, des protozoaires, des bactéries et des champignons. Ces mortalités sont souvent liées à l'intervention des causes favorisantes ou à des infections multiples.

La reconnaissance des causes de létalité chez les écrevisses est généralement complexe et nécessite l'intervention d'un Laboratoire. Les résultats de travaux de pathologie ont permis d'établir des fiches techniques et des protocoles de diagnostic facilitant ce travail d'identification. Cette situation est favorable à la mise en place rapide d'un contrôle sanitaire des populations astacicoles.

Le développement des recherches sur les maladies des écrevisses constituera un facteur essentiel pour la réussite de la protection des populations naturelles, des opérations de repeuplement et des tentatives d'aquaculture. Il permettra aussi une meilleure compréhension des aspects pathologiques des équilibres en milieu aquatique.

SUMMARY

Diseases are caused in natural and artificial populations of crayfish by parasitoids, protozoan, bacteria and fungi. The death of the host is often related to the intervention of favoring factors or provoked by multiple infections.

The recognition of causes of death is often complicated and requires the participation of a laboratory. The results of experimental investigations have allowed to establish technical sheets and diagnosis protocols making this identification easier. This situation is favorable to a rapid application of a sanitary control of crayfish populations.

The development of researches on crayfish diseases will be an essential factor for the success of protection of natural populations, restoration operations and aquaculture. It will also permit a better understanding of pathological aspects of equilibria in freshwaters.

INTRODUCTION

Les écrevisses, crustacés décapodes habitants des lacs et des rivières, ont retenu depuis longtemps l'intérêt des pêcheurs, leurs qualités gastronomiques en faisant des mets appréciés. Ce sont également des invertébrés importants du point de vue écologique car ils constituent des éléments des biocénoses aquatiques exerçant leur action à différents niveaux de la chaîne alimentaire.

Malheureusement il a déjà été constaté dans le passé, en particulier à la fin du 19^e siècle, des réductions de populations considérables s'étendant à la plus grande partie du territoire français. Dans une période plus récente, même si des épidémies brutales et spectaculaires n'ont pas été observées, les enquêtes effectuées périodiquement, en particulier la dernière dont les résultats ont été publiés en 1980 (LAURENT et SUSCILLON, 1962 ; VIGNEUX, 1980), font ressortir une tendance à la raréfaction continue d'*Atlantoastacus pallipes* Ler. ou « écrevisse à pattes blanches », alors qu'*Astacus astacus* L. n'est plus présent qu'au niveau de quelques biotopes restreints surtout au nord-est de notre pays. Il est apparu que si des causes diverses interviennent dans cette régression des populations astacicoles, telles que les pollutions, les assèchs en période estivale, les modifications du milieu par pompage, curage ou rectification des cours d'eau, les pêches abusives et l'action des prédateurs, les maladies sont souvent mises en cause dans un tel processus (REBEYROL, 1978).

Devant cette situation la pêche des écrevisses a été sévèrement restreinte, et pour faire face aux besoins de la consommation il est fait appel aux importations qui portent sur environ 2 000 tonnes par an, et concernent majoritairement *Astacus leptodactylus* Esch. provenant de Turquie (Anonyme, 1979).

Ces importations constituent une source d'approvisionnement onéreuse et incertaine, les pays exportateurs pouvant y mettre brutalement fin. La nécessité d'une production nationale couvrant notre demande intérieure s'est donc peu à peu imposée, et de nombreux scientifiques et amateurs ont commencé à s'intéresser à l'élevage des écrevisses au cours des dernières années. Or des problèmes pathologiques se sont déjà manifestés fréquemment, aussi bien dans les élevages expérimentaux que dans les astacicultures ayant atteint un certain niveau de production, et ont été à l'origine de pertes considérables.

L'importance des processus pathologiques dans le domaine de l'astacologie a été ressentie très tôt notamment par le Conseil Supérieur de la Pêche et par l'Institut National de la Recherche Agronomique. C'est ainsi que des observations sur les maladies des astacidae ont commencé à la Station de Pathologie Comparée INRA-CNRS à Saint-Christol à partir de 1966. L'intérêt porté à la pathologie des écrevisses a conduit très rapidement à l'établissement d'une convention, qui a permis le développement actif des recherches dans le cadre d'un programme défini en collaboration.

Dans le présent article seront exposés brièvement les résultats obtenus au cours de ces programmes concernant la mise en évidence et l'étude des agents pathogènes attaquant les écrevisses et la caractérisation des maladies qu'ils provoquent, ainsi que leurs prolongements dans le domaine du diagnostic et du contrôle sanitaire. Des données de la littérature ainsi que des communications personnelles seront utilisées pour compléter certains points de cet exposé.

ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES PRINCIPALES MALADIES

1) Mycoses

Les infections dues à des champignons comptent parmi les maladies les plus fréquentes chez les écrevisses, et sont dues à des cryptogames très différents, aussi bien par leur position systématique que par leur pouvoir pathogène.

L'Aphanomycose ou « peste des écrevisses » est la maladie certainement la plus dangereuse pour les astacidae. Les premières épidémies qui se sont manifestées en Europe à partir de 1860 ont été attribuées à une bactérie, *Bacillus pestis astaci* (HOFER, 1904), ces résultats étant invérifiables à l'heure actuelle. A partir de 1930 environ il est apparu que le responsable est en fait un champignon de l'ordre des Saprolegniales, *Aphanomyces astaci* Schikora (SCHAPERCLAUS, 1935 ; NYBELIN, 1936). Les attaques se produisent au niveau des parties minces et relativement tendres de la carapace, c'est-à-dire les membranes articulaires à la base des pattes, les membranes intersegmentaires et le tégument de la face ventrale de l'abdomen, l'invasion des tissus internes étant très limitée.

Toutes les espèces européennes d'astacidae sont sensibles à *A. astaci*, alors que les espèces américaines sont hautement mais cependant non totalement résistantes. Il faut noter à ce sujet que ces animaux « résistants » peuvent être atteints d'infections chroniques non mortelles et porteurs d'*Aphanomyces* (Fig. 1).

En France, la situation indiquée dans une précédente revue (VEY, 1979) s'est maintenue. La surveillance effectuée sur le terrain et les investigations en Laboratoire n'ont pas mis en évidence d'épizootie due à *A. astaci* dans les populations naturelles d'écrevisses autochtones. En ce qui concerne les animaux provenant d'élevages ou d'installations de retrempe, seuls de rares échantillons de populations de *Pacifastacus leniusculus* Dana de provenance nord-américaine se sont révélés hautement suspects. Les dangers liés aux importations de sujets vivants sont donc particulièrement grands étant donné en particulier la possibilité de réintroduction et de dissémination de l'aphanomycose.

Plusieurs types d'infections fongiques sont causés par des champignons imparfaits du genre *Fusarium*. Récemment des mycoses atteignant les organes branchiaux et dues à ces agents cryptogamiques ont été décelées chez *A. leptodactylus* (VEY, 1978). Ces maladies s'accompagnent du développement d'importantes taches brun sombre sur les branchies, dues à une réaction de mélanisation dans les zones de pénétration du champignon. L'attaque reste localisée au niveau du tissu branchial (Fig. 2), les organes internes n'étant pas atteints, mais parvient cependant à provoquer la mort de l'animal. La pénétration de ces *Fusarium* est favorisée par l'existence de lésions sur les tubules.

Fig. 1 - Infection à *Aphanomyces astaci* Schik, chez *Pacifastacus leniusculus* Dana. On remarque une tache noirâtre sur la pince gauche, correspondant à une zone d'attaque.

Fig. 2 - Filaments mélanisés de *Fusarium* sp. développés dans la branchie d'*Astacus leptodactylus* Esch. Montage tissu frais, non coloré. X 300.

Les *Fusarium* sp. sont également aptes à attaquer les écrevisses en se développant dans la carapace et provoquant l'apparition de taches tégumentaires brunes qui peuvent couvrir la moitié de l'abdomen (Fig. 3). Cette invasion de la cuticule, qui touche aussi bien les zones membranaires que les parties calcifiées les plus épaisses, s'accompagne d'une croissance mycélienne interne se traduisant par l'apparition d'un amas volumineux de filaments et de cellules sanguines incluant certaines masses musculaires. La localisation des attaques, qui ne touchent que faiblement les organes vitaux, explique l'évolution lente de ce type de maladie.

On peut rapprocher de ce type d'affection pathologique les « rouilles » décrites depuis longtemps, mais dont l'origine n'a pas encore été éclaircie. Les premières observations réalisées nous ont permis de reconnaître que les taches accompagnant ce type de maladie contiennent parfois des éléments mycéliens alors que d'autres ne semblent pas renfermer d'agent étranger.

Les saprolégnales sont des phycomycètes aquatiques souvent présents dans les eaux douces et qui n'attaquent qu'occasionnellement les écrevisses. Le parasitisme par des *Saprolegnia* sp. se développant essentiellement au niveau tégumentaire a en effet été observé chez *A. pallipes* comme chez *A. leptodactylus* dans des conditions d'élevage ou de stockage (Fig. 4). Dans les différents cas étudiés l'analyse des conditions ayant régné au moment de la mort des animaux a permis de conclure effectivement à l'intervention de facteurs favorisants tels que faible oxygénation liée à un débit réduit, excès de particules dans l'eau, ou alimentation insuffisante prolongée. En outre, les essais d'infections expérimentales sur des animaux placés dans de bonnes conditions de milieu ont donné jusqu'à présent des résultats négatifs, ce qui confirme la pathogénécité réduite des souches de saprolégnales isolées.

Ces champignons sont également à l'origine d'infections atteignant les pontes (VEY, 1977). Les œufs attaqués dégénèrent, prennent une coloration orangée et s'entourent d'une frange cotonneuse très développée. Les saprolégniacées s'installent probablement d'abord sur des œufs isolés en cours d'avortement ou lésés, puis parviennent à envahir une grande partie ou même la totalité de la ponte qui est recouverte par le mycelium et détruite. Les écrevisses elles-mêmes ne semblent pas être atteintes par les champignons développés sur leurs pontes.

2) Bactérioses

Des infections bactériennes se manifestent également dans la période actuelle et sont à l'origine de létalités chez les écrevisses (TOUMANOFF, 1965, 1936, 1967, 1959 ; VEY, BOEMARE, VAGO, 1975 ; BOEMARE, VEY, 1977).

Un premier type d'affection à étiologie bactérienne se manifeste notamment chez *A. pallipes* en période estivale, ou chez *A. astacus*, sans apparition de symptôme caractéristique. Il s'agit de bactérioses septicémiques typiques avec développement abondant des microorganismes dans le sang, en particulier au niveau du cœur et des branchies (Fig. 5). Il se produit une infiltration des corps bactériens dans le muscle, les autres tissus n'étant pas atteints. Les agents responsables sont des bactéries bacilliformes gram négatif non sporulés, en particulier des *Pseudomonas aeruginosa* et *P. putida*.

Un autre type de syndrome se caractérise par une multiplication intense de bactéries dans le tube digestif et surtout l'hépatopancréas (Fig. 6). Un passage de ces microorganismes à partir de ces organes dans la cavité générale ne se produit qu'à un stade très tardif de la maladie. De telles infections s'accompagnent de lésions de l'hépatopancréas dans lequel des tubules dégénèrent, mélanisent et s'entourent d'une importante réaction inflammatoire, ce qui conduit à la formation de kystes dans cet organe.

Fig. 3 - Large zone abdominale pigmentée chez *A. leptodactylus* atteint d'infection tégumentaire à *Fusarium* sp.

Fig. 4 - *Saprolegnia diclina* Humphrey parasite d'*Atlantoastacus pallipes* Ler. Sporange provenant d'une culture sur graine de chanvre. X 300.

Fig. 5 - Bactéries dans l'hémolymphe d'*A. pallipes* atteint de septicémie à *P. fluorescens*. Frottis, color May Grünwald-Giemsa. X 1100.

Fig. 6 - Tissu hépatopancréatique envahi par des bactéries dans un cas de maladie hépatointestinale. Frottis, color. May Grünwald-Giemsa. X 1100.

Les agents responsables de telles maladies peuvent être des *Citrobacter* sp. et des *Pseudomonas* sp.

3) Parasitoses

Des Protozoaires et Métazoaires divers ont été considérés comme responsables de mortalités chez les écrevisses.

Parmi les métazoaires ectoparasites notés depuis longtemps on compte les *Branchiobdella* qui se présentent sous l'aspect de petites sangsues se fixant sur la cuticule d'écrevisses de différentes espèces par des ventouses. Ces vers peuvent pulluler et atteindre un effectif d'une centaine par animal parasité. Ils ne sont généralement pas considérés comme des causes de mortalité, et les cas où ils ont été mis en cause restent à confirmer. Dans les cas que nous avons examinés il n'a pas été constaté d'affaiblissement excessif des écrevisses atteintes, susceptible à lui seul de provoquer leur mort, et la prédation sur les œufs a paru porter seulement sur les œufs dégénérés. Il faut cependant retenir la possibilité d'un effet nocif en cas de pullulation intense des *Branchiobdella*, surtout si ces parasites se fixent essentiellement au niveau des branchies.

En ce qui concerne les protozoonoses, une maladie importante des écrevisses est causée par la microsporidie *Thelohania contejeani* Henneguy (HENNEGUY et THELOHAN, 1892), qui se développe chez *A. astacus* et *A. pallipes*. Une coloration blanc laiteux due à la transformation du tissu musculaire apparaît sur la face ventrale de l'animal parasité. Les examens microscopiques de frottis et de coupes histologiques, ainsi que les études en microscopie électronique, ont permis de reconnaître et de décrire en détail les différents stades de développement dans l'hôte, et de préciser la localisation des attaques tissulaires (MAURAND et VEY 1973). L'action létale de *Thelohania* est surtout liée à la destruction des fibrilles musculaires, tous les muscles y compris ceux de la paroi cardiaque étant finalement atteints, mais découle probablement aussi du développement de ce parasite dans la masse cérébrale (Fig. 7).

T. contejeani, répandue en Europe, est également commune en France. Nous l'avons rencontrée fréquemment dans les populations d'*A. pallipes* du Massif Central.

Si l'impact de *Thelohania* dans la nature est certain, ceci paraît dû moins au fait que ce parasite provoque des épizooties avec mortalités massives qu'à son action de type enzootique, le taux d'animaux atteints variant souvent entre 1 et 20 %. Cependant certaines données anciennes indiquant des niveaux de parasitisme plus élevés, en particulier dans les lacs (DOLLFUS, 1935 ; SCHAPERCLAUS, 1957), ont été confirmées par des observations récentes suggérant même de véritables mortalités épizootiques dues à *Thelohania* dans de petits ruisseaux particuliers (CHAISEMARTIN, comm. pers.). Il faut également insister sur le danger que représente *T. contejeani* pour les expériences d'élevage des écrevisses européennes (VEY et VAGO, 1972 ; VEY, 1976).

Une autre affection est due à un parasite découvert lui aussi très anciennement (HAECKEL, 1857) et dénommé *Psorospermium haeckeli* par HILGENDORF (1883). *P. haeckeli* est présent dans de nombreux pays européens. Particulièrement fréquent chez *A. leptodactylus* importé de Turquie, cet endoparasite attaque aussi d'autres espèces européennes ou nord-américaines : *A. astacus*, *Orconectes limosus* Raff. et *P. leniusculus*, et atteint aussi bien les adultes que les juvéniles.

P. haeckeli se présente dans le tissu conjonctif des animaux atteints sous forme d'éléments en majorité d'aspect homogène, ovoïdes de $35 \times 70 \mu$, en moyenne. La paroi de ce stade du parasite est très épaisse et de structure caractéristique. Elle compte en effet 4 couches, la seconde montrant une disposition en plaques aux bords amincis, séparées par des sillons (Fig. 8 et 9). Les autres étapes du développement chez l'écrevisse, ou chez un autre hôte, ne sont pas connues avec certitude.

La pathogénicité de *Psorospermium* a été longtemps discutée, plusieurs auteurs considérant que cet agent ne causait pas de dommage notable chez son hôte. En fait nos observations (VEY, 1978 b) ont permis de constater que tous les animaux atteints meurent finalement après un délai qui peut atteindre plusieurs mois. On remarque également que les mortalités des animaux porteurs de *P. haeckeli* sont souvent synchronisées avec les mues.

Fig. 7 - Développement de *Thelohania contejeani* Henneguy dans le muscle d'*A. pallipes*. Coupe histol., color. Armargier-Vago. X 260.

Fig. 8 - Éléments de *Psorospermium haeckeli* Hilg. dans le tissu conjonctif sous cuticulaire d'*A. leptodactylus*. Coupe Histol., color. Hémalum-picro-indigocarmin. X 300.

Fig. 9 - Vue détaillée de la structure de *P. haeckeli*. Dans la paroi on reconnaît la couche externe dense (e), la couche moyenne en plaques (p), la région fibrillaire (f) et la membrane interne (i). Micr. électron. X 9000.

4) Infections virales

Bien que des contrôles virologiques aient été fréquemment effectués dans le cadre d'examens pathologiques d'écrevisses malades ou suspectes, il n'a pas été découvert de maladie d'origine virale ou rickettsienne chez les astacidae. Il faut cependant noter que dans le domaine de la pathologie marine où des recherches systématiques ont été effectuées, de nombreux agents viraux appartenant à différents groupes taxonomiques ont été découverts chez les décapodes (BONAMI, 1976). Il faut en outre considérer que pour un certain nombre de mortalités les résultats négatifs des examens parasitologiques, mycologiques et bactériologiques et l'absence de toute indication de pollution chimique conduisent à envisager une étiologie virale. La poursuite des recherches approfondies sur les maladies d'écrevisses conduira donc probablement à la découverte de létalités associées à des agents de type viral.

5) Infections multiples, facteurs favorisants :

Comme cela se produit chez les autres animaux, les mortalités chez les écrevisses ne sont pas toujours d'un type simple, c'est-à-dire dues à une cause unique. En effet différents agents facultativement pathogènes, notamment des bactéries ou des champignons, n'interviennent que dans la mesure où s'exercent dans un premier temps des causes favorisantes. et entrent en jeu de manière secondaire dans des complexes pathologiques. L'affaiblissement constituant le facteur favorisant peut être lui-même de nature parasitologique ou microbien. On assiste en effet à des infections doubles thelohaniose-saprolegniose, ou psorospermiose-mycoses de la carapace. Les maladies complexes observées chez l'écrevisse peuvent d'ailleurs faire intervenir un plus grand nombre d'agents. Ainsi des cas d'infections multiples qui peuvent faire intervenir *Psorospermium*, des bactéries septicémiques, et des *Fusarium* sp. ou des *Saprolegnia* sp. ont été observés récemment chez *A. leptodactylus*. L'enchaînement des différentes phases de ce complexe et le rôle joué par chacun des agents font actuellement l'objet de recherches expérimentales.

La première phase des enchaînements constatés chez les écrevisses est souvent constituée par une blessure tégumentaire. Les différentes infections à *Fusarium* sp. sont favorisées par des lésions de la cuticule, alors que les bactéries responsables de septicémies pénètrent au niveau de ces traumatismes (VEY, BOEMARE, VAGO, 1975; VEY, 1978 a). De même les saprolegniales semblent bien s'installer d'abord sur des œufs lésés ou en cours d'avortement.

Les qualités du milieu aquatique jouent également un rôle, même pour des agents relativement indépendants de tels facteurs, comme *Aphanomyces* et *Thelohanina*. On notera pour l'aphanomycose, l'importance de la richesse en sels minéraux, spécialement en calcium, et la possibilité d'une action défavorable des pollutions organiques sur l'établissement de l'infection (UNESTAM, 1969 a et b).

Cet effet des facteurs du milieu peut être plus notable encore, par exemple pour les dépérissements fongiques des pontes. Une abondance excessive de particules déposées sur le fond ou en suspension dans l'eau influence le développement de ces affections qui sont alors fréquentes. La ponte de certaines des femelles exposées à ces conditions est d'ailleurs perturbée, et la présence d'œufs avortant après leur dépôt (VEY, 1977) favorise certainement l'établissement de ces mycoses. En outre, en terrain argileux, une telle abondance de particules s'accompagne de la formation autour des branchies d'une véritable gangue terreuse qui entraîne des perturbations respiratoires et permet la manifestation d'attaques par les saprolegniales au niveau branchial.

En ce qui concerne les bactérioses, les conditions estivales sont très propices car elles favorisent un développement rapide du germe du fait des températures élevées, et tendent à affaiblir l'animal qui souffre en particulier de mauvaises conditions d'oxygénation (VEY, BOEMARE, VAGO, 1975).

RECONNAISSANCE DES CAUSES DE MORTALITÉ

Un observateur, tel qu'un garde-pêche ou un astaciculteur, ne pourra identifier qu'un nombre très réduit de maladies grâce à un examen externe à l'œil nu ou avec la loupe, complété par une observation des branchies après découpage au ciseau du volet latéral de carapace céphalothoracique. Ceci est possible lorsque l'agent entraînant la mortalité est visible sur l'animal. Il en est ainsi pour le parasitisme par les *Branchiobdella* sp. qui apparaissent comme de petits vers rosâtres de quelques millimètres de long. Le parasitisme par les saprolégnales peut être également aisément décelé, en particulier au niveau des pontes car les filaments mycéliens se développent abondamment à la surface des œufs qu'ils entourent d'une épaisse couronne blanchâtre donnant l'aspect de mousse. Lorsque l'infection touche les écrevisses elles-mêmes une croissance fongique externe est également visible, bien que plus discrète. Lorsque l'on remarque de telles attaques fongiques, il est utile de s'assurer plus précisément de l'identité du champignon, et surtout de vérifier si ce phycomycète est bien l'agent étiologique de la mortalité, ou s'il n'intervient que secondairement à la suite de causes primaires favorisantes.

Dans tous les autres cas un examen simple ne permettra que de soupçonner l'intervention d'un parasite ou d'un germe pathogène déterminé, ou même ne fournira pas d'orientation valable. L'intervention d'un Laboratoire sera alors nécessaire.

Parmi les affections s'accompagnant de signes caractéristiques permettant de parvenir à un fort degré de présomption figure la thélohaniose. La coloration blanc-laitieuse du muscle visible au travers de la cuticule abdominale ventrale est assez typique pour être à l'origine d'appellations courantes comme « maladie de la porcelaine ». Néanmoins il se produit aussi sur tous les cadavres un changement de teinte du tissu musculaire, lié à la décomposition, et qui, bien que moins marqué, peut conduire à une confusion. En outre l'apparition de colorations très comparables a été notée dans d'autres affections, dues notamment à des champignons levuriformes. Il sera donc nécessaire d'effectuer des examens microscopiques de montages et frottis de tissu musculaire afin de vérifier que celui-ci renferme bien en abondance des éléments ovoïdes de $3,5-4 \times 2 \mu$, contenant un filament dévaginable, que l'on pourra par conséquent identifier comme des spores de microsporidie. Enfin, un examen plus complet permettra d'établir si les spores se forment par groupes de 8 à l'intérieur d'une même enveloppe, comme chez *Thelohania*, ou isolément comme dans le genre *Nosema*.

Plusieurs affections à étiologie fongique s'accompagnent aussi de signes externes susceptibles de favoriser leur détection. La présence de larges taches brun sombre sur les branchies, de même que le développement d'importantes zones tégumentaires également brunes, sont souvent dus à des *Fusarium* sp. La présomption de mycose branchiale ou cuticulaire est à vérifier tout d'abord en recherchant la présence d'éléments mycéliens dans des fragments de tissus paraissant atteints, par des examens microscopiques. Ensuite, si des agents fongiques sont effectivement décelés leur identification nécessitera presque toujours leur isolement par mise en culture sur milieux mycologiques en vue d'examens morphologiques. Cependant, dans les infections au niveau des branchies une identification rapide du cryptogame au niveau du genre, ne nécessitant pas de faire appel aux méthodes micro-biologiques, peut être parfois réalisée, dans la mesure où le *Fusarium* produit des conidies caractéristiques dans et à la surface des tubules au cours des stades ultimes de la maladie.

Le diagnostic de l'aphanomycose présente différents points de difficulté et s'avère l'un des plus complexes. L'examen externe donne d'assez bonnes indications chez les espèces dites résistantes puisqu'au niveau d'articulations et de la cuticule abdominale ventrale se développent des taches brun très sombre localisées à ces parties minces du tégument. Par contre, chez les espèces hautement sensibles les signes d'attaque au niveau des mêmes localisations sont plus discrètes, alors qu'en fin de maladie et sur le cadavre un feutrage blanchâtre court se développe au niveau des régions de l'exosequlette attaquées ainsi que sur les yeux. Il sera donc nécessaire de s'assurer de la présence, dans les parties de cuticule suspectes, de filaments larges, de 5 à 10μ de diamètre, à bouts arrondis, avec des ramifications approximativement perpendiculaires. L'identification de l'agent cryptogamique ainsi repéré au genre *Aphanomyces* pourra être réalisée grâce à son isolement sur milieu artificiel adapté, et à la préparation de cultures particulières permettant d'obtenir d'abondants zoosporanges et zoospores (UNESTAM, 1969 a). L'existence de sporanges cylindriques, non renflés, conte-

nant une seule rangée de zoospores sortant par une ouverture terminale, permet de rattacher le champignon obtenu en culture au genre *Aphanomyces*. Il est difficile de s'assurer qu'un isolat d'*Aphanomyces* appartient bien à l'espèce *A. astaci*, car les différentes espèces de ce genre sont morphologiquement très proches et difficiles à déterminer. Par contre, *A. astaci* étant le seul à manifester une forte pathogénicité vis-à-vis des écrevisses on devra procéder à un test biologique mettant en contact des sujets atteints ou le champignon isolé avec des *A. pallipes* ou des *A. astacus* hautement sensibles. Ce dernier contrôle est particulièrement important pour des animaux qui, comme *Pacifastacus leniusculus* Dana, peuvent être porteurs sans que leur vitalité soit nettement affectée, d'autant plus que les essais d'isolement d'*Aphanomyces* dans le tube digestif et ses annexes. La confirmation de l'intervention de bactéries dans ce type de mortalité est obtenue aisément par l'examen de frottis d'hépatopancréas. (SODERHALL, comm. pers.).

L'existence de signes externes et internes peut également orienter le diagnostic dans certains cas de bactérioses. En effet, l'apparition d'une coloration brun clair de l'hémolymphe, visible sur la face ventrale de l'abdomen, une coloration et une consistance anormales de l'hépatopancréas, et la présence éventuelle de nodules mélanisés dans cet organe accompagnent les infections de type entérite caractérisées par un abondant développement de micro-organismes dans le tube digestif et ses annexes. La confirmation de l'intervention de bactéries dans ce type de mortalité est obtenue aisément par l'examen de frottis d'hépatopancréas.

Enfin, dans certains types de mortalités qui ne sont pas accompagnés de symptômes ou lésions on est conduit à rechercher, par exemple, le développement de bactéries septicémiques dans le sang, en particulier par la mise en culture de prélèvements aseptiques d'hémolymphe sur milieux bactériologiques. Dans de tels cas il doit être également procédé à la recherche de *Psorospermium* dans des explants de tissu conjonctif prélevé au niveau des volets latéraux de la carapace, ou de la zone médio-dorsale du céphalothorax. Cependant la présence de *P. haeckeli* s'accompagne parfois de taches orangées de la carapace, dont la présence sera une incitation à rechercher particulièrement ce parasite.

Tenu compte du fait qu'un diagnostic ne pourra être porté que par un Laboratoire dans la plupart des cas de maladie, un tel établissement doit être contacté rapidement par toute personne ayant connaissance d'anomalies ou de mortalités. L'observateur doit également établir une fiche de renseignements qui constitueront des éléments importants pour l'établissement et l'interprétation du diagnostic. Ces données concerneront particulièrement le lieu et la date à laquelle s'est manifestée la maladie, les anomalies du comportement ou de l'aspect des animaux notées au cours de l'examen des écrevisses atteintes, les valeurs des paramètres du milieu aquatique et l'existence de pollutions organiques ou chimiques. La réussite des études pathologiques est avant tout conditionnée par l'expédition, effectuée dans de bonnes conditions, d'animaux typiquement atteints mais pas encore morts, accompagnés si possible d'individus paraissant sains, et éventuellement de cadavres. Lorsque les animaux sont encore vigoureux, on peut les placer dans un emballage résistant tel qu'une caisse en bois contenant des plantes ou un substrat naturel humidifié. Si les sujets malades sont très affaiblis, il peut être préférable de prolonger au maximum leur longévité en employant un emballage isolant contenant un sac à glace bien maintenu en place.

On peut compléter l'expédition d'animaux, ou tenter dans une certaine mesure de la remplacer, s'il n'y a pas de sujet vivant disponible, par la confection de frottis de tissus ou la fixation soit de parties du corps soit d'organes précis dans des liquides fixateurs en vue d'examen histologiques.

En outre, après une épidémie il est important d'observer si la maladie persiste, pendant quelle durée, et si elle réapparaît au cours des mois et des années suivantes, car une telle surveillance est susceptible de nous informer sur la conservation du germe dans le milieu, sur ses réintroductions, et sur la nature des causes favorisant le déclenchement des épizooties.

CONTROLE SANITAIRE

Au cours des dernières années nous avons constaté un accroissement des examens pathologiques à effectuer sur des écrevisses, résultant d'un intérêt plus marqué pour ces animaux, en particulier du souci de protéger les populations naturelles encore existantes et de

réaliser des opérations de restauration des peuplements astacicoles efficaces. Cette tendance nous paraît d'ailleurs susceptible de se renforcer dans l'avenir.

De même, étant donné la manifestation de fréquentes mortalités dans les établissements d'astaciculture expérimentale ou de production, de nombreux cas où les maladies semblaient pouvoir être mises en cause nous ont été soumis.

On notera aussi que les multiples importations d'écrevisses qui sont effectuées en France, que ce soit en vue de la commercialisation pour la consommation, de l'élevage, ou du repeuplement, constituent un risque élevé sur le plan sanitaire, les astacidae n'étant contrôlés actuellement que du point de vue de l'absence de danger en tant qu'aliment.

La situation que nous venons de décrire rend nécessaire la mise sur pied à bref délai d'un contrôle sanitaire systématique. Or, depuis peu, on dispose de bonnes bases pour la réalisation d'un tel contrôle, car les travaux déjà effectués dans notre Station dans le domaine de la pathologie astacicole ont permis d'accroître notablement les connaissances, qu'il s'agisse d'affections déjà découvertes antérieurement ou nouvelles. Ces recherches ont atteint un stade de maturité qui a permis de rassembler et présenter un certain nombre de données sous forme de fiches techniques ou de protocoles de reconnaissance consacrés aux maladies les plus importantes et les mieux connues. Ces documents, fruits de la coopération de la Station de Pathologie Comparée INRA et du CSP, sont directement utilisables dans la pratique. Ils constituent en particulier des éléments d'information qui ont été mis à la disposition de la Direction des Services Vétérinaires qui met actuellement au point un protocole de contrôle sanitaire applicable aux astacicultures comme aux installations de retrempage, et tenant compte de l'avancement des connaissances.

L'organisation en cours de mise en place prévoit l'intervention sur le terrain des Directions de Services Vétérinaires départementales, et la participation sur le plan des analyses vétérinaires du Laboratoire Central de Maisons-Alfort. Cette action est menée en collaboration étroite avec la Station de Recherches de Pathologie Comparée INRA-CNRS de Saint-Christol qui développe en même temps des programmes de recherche détaillés concernant les maladies des astacidae, et des sujets d'investigation nouveaux à partir de cas de mortalité faisant intervenir des germes mal connus, ou que le diagnostic courant n'aura pas permis d'élucider de manière satisfaisante.

CONCLUSION

Les recherches conduites sur les maladies des écrevisses montrent que ces invertébrés sont atteints dans la nature aussi bien que dans les conditions d'élevage par des agents divers : métazoaires parasites, protozoaires, champignons, bactéries, alors qu'il n'a pas encore été mis en évidence de manière certaine d'affection d'origine virale.

Souvent les mortalités survenant chez les astacidae présentent un caractère complexe. Ainsi un certain nombre de microorganismes de nature fongique ou bactérienne ne parviennent à provoquer des infections mortelles que si une action favorisante de facteurs concernant les qualités du milieu, l'alimentation, ou liés à la densité de population, affaiblit les animaux et diminue leur résistance. En outre des infections multiples faisant intervenir plusieurs agents se manifestent également. Les modalités d'intervention simultanée ou en enchaînement des différents germes participant à ces complexes sont actuellement en cours d'étude.

Les résultats des investigations que nous avons effectuées ont des conséquences directement utilisables dans la pratique. En effet, ces travaux ont en particulier permis de mettre au point des documents techniques concernant les maladies des astacidae et leur reconnaissance. Ces textes seront complétés par une publication plus importante en volumes en cours de rédaction, dont la nécessité est apparue clairement. Une telle brochure traitera en détail de l'ensemble des problèmes pathologiques connus chez les écrevisses et sera abondamment illustrée afin de constituer à la fois un moyen d'information et un outil pédagogique s'adressant à un large public.

La vulgarisation des informations n'est cependant pas susceptible de permettre l'identification exacte et complète de la majorité des affections pathologiques touchant les astacidae par tout observateur non spécialisé.

L'intervention du Laboratoire spécialisé restera donc généralement nécessaire, notamment en l'absence de signe apparent caractéristique.

Les progrès réalisés dans la connaissance des maladies des écrevisses, principalement grâce aux recherches développées à la Station de Recherches de Pathologie Comparée de Saint-Christol sous l'égide de l'INRA et du CSP, créent une situation favorable pour la mise en place d'un contrôle sanitaire efficace des établissements astacicoles. Cette surveillance serait effectuée par les Services Vétérinaires, en collaboration avec le Laboratoire de la Station de Pathologie Comparée INRA-CNRS spécialisé en pathologie astacicole.

La poursuite active des recherches concernant les manifestations pathologiques chez les astacidae, ainsi que la mise en œuvre d'une surveillance sanitaire systématique, constitueront des facteurs essentiels à la réussite des opérations de protection des populations naturelles et de repeuplement aussi bien que des tentatives d'aquaculture appliquées aux écrevisses.

Dans le domaine de la protection de l'environnement le problème d'équilibre dans les lacs et dans les eaux courantes est de plus en plus mis en avant. Dans ce contexte les peuplements d'écrevisses sont très importants, même pour des aspects pratiques comme la pêche. Dans l'avenir l'étude des cas pathologiques sera de ce fait encore plus nécessaire que par le passé. Le Laboratoire de Saint-Christol est bien engagé, en collaboration avec le CSP et le Ministère de l'Environnement, dans les études des aspects pathologiques de ces équilibres, notamment dans celles des conséquences pathologiques des interventions humaines dans le milieu aquatique.

REFERENCES

- ANONYME, 1979. Importations et exportations d'écrevisses pour les trois dernières années. *La Pisciculture Française*, 56, p. 61.
- BOEMARE N. et VEY A., 1977. Etude des souches bactériennes isolées d'écrevisses *Atlan-tostacus pallipes* Lereboullet atteintes de septicémies et d'affections hépato-intestinales. *Ann. Hydrobiol.*, 8, 153-162.
- BONAMI J.R., 1976. Les maladies virales des crustacés et des mollusques. *Oceanis*, 3, 154-175.
- DOLLFUS R., 1935. Thelohaniose de l'écrevisse (*Astacus pallipes* Lereb.) à Richelieu (Indre et Loire). *Bull. Soc. centr. Aquic. et Pêche*, 42, 119.
- HAECKEL E. 1857. Über die Gewebe des Flusskresbises. *Arch. f. Anat. Physiol.*, 24, 561-562.
- HENNEGUY G. et THELOHAN D., 1892. Myxosporidies parasites des muscles chez quelques crustacés décapodes. *Ann. Micrographie*, 4, 617-641.
- HILGEUDORF F., 1883. Bemerkungen über die sogenannte krebsspest, insbesondere über *Psorospermium haeckeli*. *Sitzungsber. Ges. naturf.*, 9, 179-183.
- HOFER B., 1904 Handbuch der Fischkrankheiten. Verlag der Allg. Fischerei-Zeitung, München.
- LAURENT P.J. et SUSCILLON M., 1962. Les écrevisses en France. *Annales Station Centrale Hydrobiol. appl.*, 9, 335-395.
- MAURAND J. et VEY A., 1973. Etude histopathologique et ultrastructurale de *Thelohania contejeani* Henneguy (Microsporidia, Nosematidae) parasite de l'écrevisse *Austropotamobius pallipes* Lereboullet. *Ann. Parasitol. Hum. et Comp.*, 48, 411-421.
- NYBELIN O., 1936. Untersuchungen über die Ursache der in Schweden gegenwartig vorkommenden Krebspest. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 9, 3-29.

- REBEYROL Y., 1978. Les écrevisses malades de la peste. *Le Monde* N° 10535, 13.
- SCHAPERCLAUS W., 1935. Die Ursache der pertartigen Krebssterben. *Zeitsch. Fischerei*, 33, 343-366.
- SCHAPERCLAUS W., 1957. *Fischkrankheiten*, Akademie verlag, Berlin, 426-435.
- TOUMANOFF C., 1965. Infections bactériennes chez les écrevisses. Première note : Protéoses. *Bull. Fr. Piscic.*, 219, 41-65.
- TOUMANOFF C., 1966. Infections bactériennes chez les écrevisses. Deuxième note : *Citrobacter*, *Enterobacter*. *Bull. Fr. Piscic.*, 221, 117-133.
- TOUMANOFF C., 1967. Infections bactériennes chez les écrevisses. Troisième note : *Pseudomonadaceae* : *Pseudomonas alcaligenes* Monias 1928 et *Alcaligenes* (*Bacillus faecalis alcaligenes* Petruschky 1896) et quelques bactéries proches incertae sedis. *Bull. Fr. Piscic.*, 227, 45-55.
- TOUMANOFF C., 1968. Infections bactériennes chez les écrevisses. Troisième note : *Pseudomonadaceae* : *Pseudomonas*, *Alcaligenes* et quelques bactéries proches (suite et fin). *Bull. fr. Piscic.*, 228, 102-111.
- UNESTAM T., 1969 a. On the adaptation of *Aphanomyces astaci* as a parasite. *Physiol. Plantarum*, 22, 221-235.
- UNESTAM T., 1969 b. On the physiology of zoospore production in *Aphanomyces astaci*. *Physiol. Plantarum*, 22, 236-245.
- VEY A., 1976. Pathologie des écrevisses. *La Pisciculture Française*, 48, 56-59.
- VEY A., 1977. Studies on the pathology of crayfish under rearing conditions. *Freshwater Crayfish*, 3, 311-319. O. Lindqvist Edit. Université de Kuopio, Finlande.
- VEY A., 1978 a. Infections fongiques chez l'écrevisse *Pontastacus leptodactylus*. *Freshwater Crayfish*, 4, 403-410. P.J. LAURENT Edit. Institut National de la Recherche Agronomique, Thonon les Bains.
- VEY A., 1978 b. Recherches sur une maladie des écrevisses due au parasite *Psorospermium haeckeli* Hilgendorf. *Freshwater Crayfish*, 4, 411-418. P.J. LAURENT Edit. Institut National de la Recherche Agronomique, Thonon les Bains.
- VEY A., 1979. Aspects fondamentaux et pratiques des recherches actuelles sur les maladies des écrevisses. *La Pisciculture Française*, 56, 41-45.
- VEY A. et VAGO C., 1972. Recherches sur les maladies des écrevisses en France. *Ann. Hydrobiol. INRA*, 3, 59-64.
- VEY A., BOEMARE N. et VAGO C., 1975. Recherches sur les maladies bactériennes de l'écrevisse *Atlantoastacus pallipes* Lereboullet. *Freshwater Crayfish*, 2, J.W. AVAULT Edit., Louisiana State University, Bâton-Rouge.
- VIGNEUX D., 1980. Enquête sur les écrevisses en France, Conseil Supérieur de la Pêche, Paris.