



C O N S E I L G E N E R A L
Direction Générale des Services

Direction du Développement Economique
et de l'Environnement

Laboratoire Départemental d'Analyses du Jura
Site de Lons-le-Saunier

Dossier suivi par :
Réf. :

NOTE RELATIVE A L'ACTIVITÉ DE MARC MORAND, DOCTEUR- VÉTÉRINAIRE

EN FAVEUR DES AQUACULTEURS

Par lettre en date du 8 août 2005, Monsieur le Secrétaire de l'Académie de l'Agriculture de France m'informait de la décision de me décerner un diplôme de Médaille de Vermeil « pour ma contribution à la lutte contre les maladies des animaux aquatiques et l'aide apportée aux aquaculteurs ».

Cette distinction est un grand honneur pour moi et je tiens à adresser tous mes remerciements les plus sincères aux décideurs de cette attribution et, plus particulièrement, à Monsieur le Professeur Billard qui a bien voulu présenter et soutenir ma candidature. Qu'il soit aussi remercié pour l'intérêt qu'il a bien voulu porter à mon travail.

Le motif rappelé ci-dessus cadre bien ce travail qui n'est pas un travail de recherche, mais un accompagnement journalier des aquaculteurs dans leur lutte préventive et curative contre les maladies au cours des 30 dernières années.

En effet, muni d'un doctorat-vétérinaire en 1964 et après deux années d'études à l'Ecole Vétérinaire du Québec au Canada, je passe le concours de Maître-Assistant des Ecoles Nationales Vétérinaires à Lyon en 1970. En octobre de la même année, je suis nommé directeur du Laboratoire Vétérinaire Départemental du Jura et c'est en 1972 que je m'initie à la pathologie aquacole en commençant par un stage de 2 jours et demi au CNEVA d'Alfort.

Rapidement, cette formation est mise à l'épreuve de la réalité des salmonicultures, puis des exploitations d'étang et ensuite des peuplements sauvages des rivières et des lacs.

Cette confrontation a été vécue en alternant examens au laboratoire, visites d'exploitations, suivis de traitement, participation à des colloques scientifiques en France ou à l'étranger, à des réunions de professionnels et à quelques études pluridisciplinaires en Dombes, sur la Saône et sur le Rhône. Jusqu'en 1990, les analyses portaient avant tout sur les commémoratifs, la parasitologie et la bactériologie, analyses soutenues par une importante bibliographie et de nombreux contacts avec les équipes de l'INRA de Thiverval-Grignon, puis Jouy-en-Josas et du CNEVA d'Alfort. Leur soutien et leurs conseils ont permis au Laboratoire Vétérinaire Départemental du Jura d'acquérir une certaine compétence dans ces différents domaines.

En 1990, l'arrivée au laboratoire de Mme POZET permet de mettre en œuvre les examens virologiques. Avec une équipe de 4 personnes prêtes à réaliser les analyses au laboratoire, mais aussi sur le terrain grâce à une camionnette-laboratoire financée par le Conseil Général du Jura et le Conseil Supérieur de la Pêche, le LVD39 couvre une grande partie des besoins de pathologie aquacole.

En pratique, la constitution de cette équipe motivée a permis de mettre à disposition des aquaculteurs un centre de ressources compétent dans les différents domaines de la pathologie aquacole et m'a permis aussi des absences plus ou moins longues, soit pour participer à des sessions de formation pour professionnels ou pour étudiants, soit pour des déplacements plus lointains. Ce fut ainsi l'occasion d'élargir mon champ d'action lors de missions au Bénin ou en Côte d'Ivoire pour étudier des élevages de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) et de Mâchoirons (*Chrysichthys nigrodigitatus* et *Ch. walkeri*) en lagune et en eau douce, ou pour des sessions de formation de vétérinaires au Viêt-Nam ou en Iran.

Ces déplacements ont beaucoup enrichi mes connaissances sur les particularités de l'aquaculture dans ces pays et sur les pathologies rencontrées qui semblent relever des mêmes processus que sous nos climats, mais sur des espèces de poissons différentes et avec des agents pathogènes également différents.

A l'analyse de ces différentes situations, et malgré les spécificités de chaque pays, il apparaît évident que le vétérinaire ichtyopathologiste aborde les états morbides selon le même processus pour tenter d'identifier les responsabilités, puis de définir les actions curatives à mettre en œuvre afin de limiter les pertes.

Ce processus prend en compte non seulement les animaux malades, poissons ou autres animaux aquatiques tels que les écrevisses, non seulement les éventuels bioagresseurs que peuvent être les parasites, les oomycètes, les bactéries ou les virus, mais aussi l'environnement.

Ceci est une des caractéristiques de la pathologie aquacole par rapport à la pathologie des animaux aériens : le milieu « eau » présente des propriétés très diverses, non seulement la salinité, eau douce-eau de mer, mais aussi de très grandes variétés physico-chimiques et biologiques entre les sites et au cours du temps sur un même site. De plus, les animaux aquatiques sont inféodés à leur milieu et rares sont ceux qui peuvent quitter ce milieu pour échapper à une brusque dégradation de sa qualité ; ce milieu aquatique est également très ri-

che en éléments permettant, au mieux, la survie de nombreux bioagresseurs mais aussi, leur multiplication.

Le tableau présenté en annexe résume assez bien le schéma qui faut avoir à l'esprit en présence de pathologie en milieu aquatique. En effet, ce milieu est très différent du milieu aérien du fait de sa richesse biologique et minérale et des grandes diversités de composition physico-chimique et biologique. L'ichtyopathologiste ne peut se contenter d'examiner les animaux malades, poissons ou autres, il lui faut considérer avec autant d'attention le milieu qu'il soit naturel ou artificiel.

Les commentaires suivants autour du tableau joint situent cet état d'esprit :

1. Rappels

La pathologie est une rupture d'équilibre entre l'animal et ses bioagresseurs. Cette rupture se produit sous l'action, soit d'un facteur isolé de l'environnement, soit, le plus souvent, de l'association de plusieurs de ces facteurs.

En matière piscicole, cet équilibre peut être résumé par le diagramme présenté en annexe (d'après BAUDOY et MICHEL) ; il apparaît que l'ichtyopathologie est une pathologie multifactorielle et qu'il n'est pas possible de procéder à une analyse correcte et complète qu'en s'intéressant aux trois facteurs en cause : les poissons, les bioagresseurs, l'environnement.

1.1. Le facteur " POISSONS "

Les poissons sont des animaux aquatiques, poïkilothermes, dont les fonctions vitales sont plus ou moins bien connues et font encore l'objet d'études.

Comme chez les autres animaux, aériens et à sang chaud, on a identifié chez eux les diverses fonctions de relation, nutrition et reproduction avec leurs adaptations propres aux milieux aquatiques, telles que nage et l'osmorégulation. Un certain nombre des processus assurant ces diverses fonctions ont été mises en évidence par l'étude de l'anatomie et, surtout, de la physiologie ; ces processus font appel à diverses substances, sucs digestifs, enzymes, hormones, elles-mêmes élaborées par l'organisme et lui permettant la croissance et la reproduction. Parallèlement, des études ont été menées sur les facteurs de défense et d'alarme des poissons (production d'anticorps, d'interféron, d'hormones, etc...).

Ainsi ont pu être décrits les états physiologiques des poissons, puis définis leurs besoins nutritionnels et, à partir de ces connaissances, l'élevage s'est développé avec deux orientations lourdes de conséquences :

- l'introduction d'espèces nouvelles,
- le surpeuplement.

1.1. - L'introduction d'espèces nouvelles,

Par ce choix, l'homme prend deux risques principaux :

- a. l'introduction d'espèces inadaptées : elles ne font que végéter et survivre ou mourir ou, à l'inverse, lorsqu'elles atteignent les eaux libres, elles sont susceptibles d'envahir et de coloniser tous les espaces disponibles au détriment des peuplements naturels ou bien de se croiser avec des espèces locales donnant naissance à des hybrides de faible valeur économique.

- b. l'introduction de bioagresseurs nouveaux : en introduisant de nouveaux poissons, même en élevage clos, le risque existe d'introduire des bioagresseurs qui se trouvent dispersés, par l'eau, dans un biotope neuf, pleinement réceptif, car les animaux et leurs défenses immunitaires les ignorent = Bucéphalose du Sandre, Bothriocéphalose de la carpe chinoise et Nécrose Hématopoiétique Infectieuse des salmonidés introduites en Europe, Ichtyophthiriose en Afrique, Yersiniose des salmonidés etc...

1.2. Le surpeuplement.

Cette situation est bien connue en élevage, puisque c'est une technique qui vise à minimiser les charges en produisant le plus vite possible, dans l'espace le plus restreint. L'expérience démontre que la réussite repose sur quatre points principaux communs à tous les animaux, aquatiques ou aériens, et dont le respect est indispensable pour ménager la physiologie des animaux :

- a. la parfaite hygiène des locaux, y compris le milieu ambiant, que ce soit l'air ou l'eau (taux d'oxygène optimal et non limite).
- b. la parfaite qualité des aliments distribués qui doivent assurer, en quantité et en qualité, la satisfaction de tous les besoins, non seulement en macroéléments, mais aussi en oligoéléments et vitamines et autres substances indispensables (acides aminés, acides gras, par exemple) ; l'aliment ne doit pas contenir de produits toxiques, ni de substances en excès ou dégradées, ce qui exige de bonnes matières premières et de bonnes conditions de stockage.
- c. la maîtrise des bioagresseurs, assurée, en élevage industriel, par la mise en place de structures de protection très strictes vis à vis de l'extérieur. Cette mesure est réalisable dans certains établissements aquacoles alimentés par des sources ou des forages, mais, dans les élevages installés sur eaux de rivière, en étang ou en lagune en relation avec les rivières et la mer, il est très difficile de satisfaire ces exigences.
- d. la lutte contre les stress, facteurs majeurs d'apparition de mortalités en aquaculture et dont toutes les techniques d'élevage sont porteuses : surpeuplement, mélange fréquent des sexes, manipulations, tris, transferts de milieux, traitements, etc...

La maîtrise de ces différents facteurs permet à bon nombre d'élevages le maintien d'un équilibre satisfaisant entre les animaux et leurs bioagresseurs.

1.2. Le facteur " BIOAGRESSEURS "

En tenant compte du fait que la plupart des bioagresseurs sont préexistants dans le milieu extérieur et, parfois, présents sur ou dans leurs hôtes potentiels, deux situations peuvent être distinguées :

- a. le milieu traditionnel : qu'il s'agisse de virus, de bactéries ou de parasites, tout animal en héberge une certaine quantité, compatible avec sa propre survie, tant que l'équilibre réciproque est respecté, donc tant que les besoins physiologiques des poissons sont satisfaits.

En général, ces conditions sont celles rencontrées dans les élevages extensifs.

- b. les milieux perturbés : dans de tels milieux, les conditions de vie des poissons sont modifiées : ils sont " stressés " par diverses interventions technologiques (surpeuplement, tris, manipulations diverses, transports, alimentation déséquilibrée, accumulation de déchets, introduction d'espèces étrangères, etc...) et par des problèmes relationnels entre les individus ; ces phénomènes aggravent les manipulations telles que les tris qui sont suivis de restructuration des relations au sein des nouveaux groupes.

Dans ces situations, deux éléments s'associent pour créer la pathologie :

- la diminution des capacités immunitaires des poissons consécutive au stress,
- l'augmentation du nombre des bioagresseurs présents antérieurement ou l'invasion par un bioagresseur nouveau.

1.3. Le facteur " ENVIRONNEMENT "

Le milieu extérieur, en aquaculture, est, évidemment, l'eau, qui peut être caractérisée par ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ; en fait, ces propriétés sont le reflet de phénomènes naturels qu'elle subit sans intervention de l'homme et de phénomènes induits par les interventions humaines, parfois limitées dans leur nature, mais souvent lourdes de conséquences par les " réactions en chaîne " qu'elles déclenchent.

Les principaux phénomènes naturels sont la conséquence de :

- la géologie et l'hydrographie, propriétés définies, relativement stables,
- la climatologie, propriété cyclique à échéance annuelle : cycle thermique annuel, pluviométrie,...
- la météorologie, fonction de la précédente, mais qui connaît de grandes fluctuations journalières : ensoleillement, température, pluviométrie,

Les phénomènes induits sont le reflet des activités humaines dans les alentours proches ou éloignés, tant dans l'espace que dans le temps : ces interventions peuvent modifier les propriétés de l'environnement, soit de façon progressive, lente, insidieuse, soit de façon explosive, spectaculaire mais, le plus souvent, transitoire.

Les différents facteurs manipulés par l'homme, facteurs physiques, chimiques et/ou biologiques, agissent directement ou indirectement sur le milieu, le résultat observable sur le terrain étant la synthèse des phénomènes naturels et des phénomènes induits caractérisant le milieu.

En aquaculture intensive, les poissons sont prisonniers d'enceintes closes (bassins, filets, race-way, etc...) et ne peuvent fuir devant l'élément dangereux qui arrive ou lors de modifications du milieu : ceci occasionne périodiquement des troubles qui, en milieu naturel, se traduiraient par des fuites du poison vers l'aval ou vers l'amont (maladie des bulles de gaz et gaz dissous, néphrocalcinose de la truite et CO₂, pH, température et dureté de l'eau, etc...).

1.3.1. Facteurs physiques

Ces facteurs conditionnent les propriétés physiques de l'eau, parmi lesquelles la température, la turbidité, le débit, l'ensoleillement sont primordiaux :

a. pour permettre la vie, la croissance et la reproduction des poissons,

b. par leur rôle dans le déclenchement de processus morbides,

lors de modifications incompatibles avec la physiologie des poissons :

- abaissement rapide de la température pour les tilapias, mieux supporté par l'alevin, et interférant dans la tolérance à la salinité,
- élévation de la température pour la truite,
- ensoleillement excessif sur des bassins de truites occasionnant nécrose des nageoires dorsales (TAC) et surdensité conjoncturelle (TRF), "coups de soleil",

lors de modifications favorables à la pullulation des bioagresseurs :

- température inférieure à 15°C et SHV chez les salmonidés,
- turbidité et Gyrodactylose,
- turbidité et Flavobactériose.

A ces facteurs physiques, propres à l'eau, s'ajoutent également des facteurs technologiques nuisibles, tels que les traumatismes lors des pêches, les chocs thermiques et/ou osmotiques lors de transferts et la surcharge des bassins, et, par voie de conséquence, la perte d'appétit et les risques d'accumulation d'aliments non consommés et de matières fécales.

1.3.2. Facteurs chimiques

Ces facteurs sont les caractéristiques chimiques de l'eau auxquelles s'ajoutent les apports liés à l'activité humaine dans l'environnement proche ou éloigné, en relation avec l'aquaculture aussi bien qu'avec l'agriculture, l'industrie ou l'urbanisme.

1.3.2.1. Les propriétés chimiques naturelles de l'eau

Ces propriétés conditionnent la présence ou l'absence de poissons, la nature des espèces présentes et la possibilité d'introduire, ou non, de nouvelles espèces : à ce niveau, les chlorures sont un exemple évident, car le taux de salinité de l'eau est un facteur limitant définissant les espèces de poissons d'eau douce, d'eau de mer et d'eau saumâtre.

Le taux d'oxygène dissous varie également selon les cours d'eau, les plans d'eau, les profondeurs, ce qui crée des conditions favorables à certains espèces, défavorables pour d'autres : les salmonidés exigent au moins 6 à 7 mg/l, les tilapias tolèrent 1,1 mg/l.

D'autres exemples pourraient être pris avec le pH, le gaz carbonique, la dureté, l'azote, facteurs chimiques naturels conditionnant la vie de la flore et de la faune aquatique, donc, des poissons.

1.3.2.2. Les propriétés chimiques de l'eau et la technologie aquacole

Afin d'augmenter la productivité, de mieux valoriser le plan d'eau et l'alevinage, l'homme intervient de diverses façons et, principalement, par l'apport de nourriture et par l'apport de fertilisants, mais aussi, par l'installation d'élevages piscicoles sur divers effluents.

Pour réaliser de telles interventions, l'aquaculteur d'étang doit tenir compte de la capacité des poissons et du plan d'eau à utiliser correctement les apports (aliments et fertilisants) ; ceux-ci doivent être calculés en fonction de la qualité physico-chimique et biologique de l'eau, sinon il y a risque de dégradation des intrants avec production de substances toxiques telles que l'ammoniac, les nitrites, l'hydrogène sulfuré. De plus, la photosynthèse joue un rôle important en étang et peut provoquer de fortes fluctuations du pH, du taux d'oxygène dissous, etc...

En salmoniculture, l'exposition prolongée à des taux élevés d'ammoniac provoque des lésions branchiales caractéristiques, souvent surinfestées par des flavobactéries ; cette pathologie apparaît comme une pathologie infectieuse, alors que la cause première est la qualité chimique de l'eau.

1.3.2.3. Les propriétés chimiques de l'eau et la pollution

Tous les déchets des entreprises et des activités humaines, solubles dans l'eau, sont susceptibles d'atteindre et, parfois, de se concentrer dans l'eau utilisée pour l'aquaculture. Malheureusement, si certaines de ces pollutions provoquent des accidents spectaculaires, mais transitoires, il existe également des pollutions subaiguës qui évoluent sur plusieurs années en associant des effets cumulatifs, aussi bien dans l'eau elle-même, que dans la chaîne trophique qui se trouve perturbée. Lorsque l'accident se produit (maladie sur les poissons, par exemple), le déséquilibre ou l'imprégnation sont tellement avancés que les mesures thérapeutiques restent sans effet : les produits polluants ou leurs métabolites présents dans l'eau se sont accumulés dans l'organisme des poissons qui réagissent par des symptômes et lésions non spécifiques. De tels accidents évoquent des maladies infectieuses, contagieuses, alors qu'ils sont la conséquence d'accumulation de pesticides, PCB, métaux lourds ou autres substances ; en effet, ces substances sont souvent immunodépressives et, ainsi, augmentent la réceptivité des poissons aux bioagresseurs.

En fait, ces différents facteurs physiques et chimiques sont indissociables dans le milieu considéré, et ils sont étroitement interdépendants, l'exemple le plus connu étant l'évolution de la toxicité de l'ammoniac en fonction du pH et de la température.

Cette interdépendance conditionne également les facteurs biologiques qui participent à la vie du plan d'eau ou cours d'eau.

1.3.3. Facteurs biologiques

Les facteurs biologiques comprennent tous les être vivants qui permettent le bon fonctionnement de la chaîne trophique aboutissant à la satisfaction des besoins des diverses espèces en présence. Ils incluent la flore et la faune depuis les virus, bactéries et micro-organismes unicellulaires jusqu'aux crustacés, mollusques, poissons et autres vertébrés.

A ces êtres vivants présents dans l'eau qui comprennent les bioagresseurs eux-mêmes, il faut ajouter tous les stades larvaires des animaux aériens, les débris végétaux et cadavres d'animaux qui tombent ou sont entraînés dans l'eau, ainsi que les divers prédateurs aériens ou aquatiques.

Dans les milieux naturels, non pollués, ces diverses espèces vivent en équilibre les unes par rapport aux autres en fonction des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et du sol : l'écosystème se développe et évolue.

Lorsque la situation est modifiée par l'homme pour les besoins de l'aquaculture, les paramètres se trouvent modifiés, principalement à deux niveaux : le peuplement et l'apport de nourriture, et, à un moindre degré, les algues interviennent dans certaines mortalités.

1.3.3.1. Peuplement

L'aquaculture perturbe l'équilibre naturel en augmentant les peuplements et/ou en variant la nature. Parfois, un certain équilibre est respecté, parfois les facteurs externes, physiques et/ou chimiques, interfèrent avec les dispositions prises par l'éleveur, aboutissant à une grave chute de population : ces "disparitions" sont souvent constatées en étang, mais rarement expliquées par la maladie, aucune trace d'agents pathogènes ne pouvant être mise en évidence et aucun prédateur n'ayant été observé. Ces accidents s'observant dans des peuple-

ments non nourris, peut-être s'agit-il de déficits nutritionnels, l'adéquation poisson-prédateur - plancton-proie étant délicate à obtenir au cours des saisons ?

Par ailleurs, les augmentations de peuplement sont très favorables à la pullulation des bioagresseurs, élément aggravé par les fluctuations de température : lors d'élévation, leur multiplication est plus rapide que le développement des facteurs de résistance des poissons (Ichtyophthirius, par exemple).

1.3.3.2. Nourriture

Constituée de diverses substances chimiques d'origine animale, végétale et minérale, la nourriture artificielle est couramment utilisée en élevage. Les nutritionnistes ont calculé les besoins des poissons en macroéléments ce qui permet des croissances accrues par rapport aux conditions naturelles, mais la recherche n'a pas encore précisé les besoins de toutes ces espèces en certains acides aminés essentiels, en certains acides gras essentiels, en vitamines et en oligo-éléments.

Peu à peu, diverses pathologies, réfractaires aux thérapeutiques classiques, se sont révélées être des pathologies nutritionnelles, par exemple :

- pathologies par carences vraies ou induites (dégradation ou blocage) :
 - + cataractes et carences vraies en vitamines B2, en zinc ou en méthionine,
 - + maladie branchiale et carence en acide pantothénique,
 - + hémorragies cutanées et carence en vitamine C.
- pathologies par substances toxiques :
 - + hémorragies musculaires et abdominales et aflatoxines,
 - + lésions érosives des nageoires et matières grasses rances,
 - + moindre résistance aux infections et pesticides,
 - + nécrose des nageoires, hémorragies et dégénérescence hépatique et imprégnation par les PCB.

En fait, ces déséquilibres (carences ou excès) ou substances indésirables sont très difficiles à révéler tant la palette des substances potentiellement responsables est large ; toutefois, les moyens analytiques et les essais de supplémentation permettent, parfois, d'expliquer de telles pathologies.

1.3.3.3. Algues

Un autre facteur biologique est, de temps en temps, responsable de mortalités : les algues microscopiques.

Trois processus peuvent expliquer certaines mortalités de poissons du fait des algues :

- soit la pullulation d'une algue toxique dont la plus connue est le phytoflagellé, *Prymnesium parvum*, particulièrement active dans les eaux chaudes, saumâtres ou salées, et qui produit une toxine dangereuse pour les poissons, mais aussi pour certaines autres algues,
- soit la combinaison d'une grande consommation d'oxygène et de la libération de substances toxiques par les algues en décomposition (*Microcystis*, *Anabaena*, etc...).
- soit la grande consommation de l'oxygène et l'asphyxie des poissons lorsque ces algues, ayant consommé l'un ou l'autre des nutriments qui leur est indispensable, succombent et fixent l'oxygène présent ; ce processus intervient, en général, en fin de nuit lorsque des orages provoquent une chute de pression atmosphérique.

Dans les trois cas, il semble que ces proliférations d'algues soient la conséquence de fertilisation mal menée conduisant au "bloom algal", mortel.

CONCLUSIONS

Tel est le schéma qui m'a guidé lors des examens que j'ai été amené à réaliser sur les animaux aquatiques qui m'ont été confiés. C'est ainsi que j'ai pu, avec l'équipe du LDA39 (ex-LVD39), pendant plusieurs années apporter cette aide au diagnostic qui, pour tous les éleveurs, s'avère, de temps à autre, nécessaire. Ceci a été possible aussi grâce à la compréhension de ma hiérarchie, à savoir, les directeurs de Services Vétérinaires et les responsables du Conseil Général du Jura qui m'ont permis de réaliser les déplacements et sessions de formation aux quelles j'ai participé en France et à l'étranger.

Malheureusement, ce service est beaucoup moins sollicité par la salmoniculture depuis la mise en place de la réglementation sanitaire qui cible les deux rhabdoviroses des salmonidés et du brochet. En effet, la septicémie hémorragique virale et la nécrose hémato-poïétique infectieuse sont des maladies réputées contagieuses et leur isolement dans un élevage conduit à l'abattage plus ou moins rapide de tout le cheptel : la conséquence insidieuse de l'application de cette réglementation conduit les éleveurs à l'automédication plutôt qu'à des demandes d'examens pour préciser le diagnostic et choisir la thérapeutique la plus adaptée.

Malgré cette situation de fait, la section aquacole du LDA39 reste au service de l'aquaculture sous toutes ses formes dans la mesure des moyens mis à sa disposition.



