

# Facteurs de risque d'apparition et d'émergence des maladies infectieuses en aquaculture

T. RENAULT<sup>1</sup>, B. GUICHARD<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IFREMER, Laboratoire de Génétique et de Pathologie, F-17390 La Tremblade, France

<sup>2</sup> AFSSA, Agence Nationale du Médicament Vétérinaire, F-35302 Fougères, France

Courriel : [Tristan.Renault@ifremer.fr](mailto:Tristan.Renault@ifremer.fr)

Les maladies infectieuses peuvent influencer sur la survie, mais également sur la croissance et les performances zootechniques des animaux en élevage. Elles sont de ce fait des aléas, qu'il est indispensable de prendre en compte et qu'il faut tenter de maîtriser. L'aquaculture comme toutes les autres activités d'élevage doit y faire face. La forte croissance, ces dernières décennies, des productions aquacoles, des espèces exploitées et de leurs échanges à des fins commerciales s'est accompagnée d'une augmentation du nombre et de la répartition des maladies infectieuses. En effet, la libre circulation des animaux et de leurs produits est un élément favorisant la dissémination et l'émergence d'agents pathogènes. Il est cependant possible de concilier la libre circulation des animaux (et de leurs produits) et le contrôle de leurs maladies par le biais de la mise en place de réglementations des échanges.

Les risques, en terme de maladies, induits par la dérégulation des transferts commerciaux internationaux et par l'augmentation de l'activité économique globale qui en a résulté sont une réalité. Ils sont assez bien identifiés et impliquent autant les transferts d'animaux vivants que les produits d'origine animale et les structures et matériels servant à leur transport. L'évolution des agents pathogènes et les effets environnementaux de la pollution et du réchauffement climatique sont aussi des facteurs de première importance à prendre en considération. Parmi les facteurs directement liés aux activités d'élevage, la complexité des cycles de reproduction parasitaire et les risques particuliers aux systèmes de recyclage jouent enfin un rôle notable. Par ailleurs, dans le milieu aquatique (marin en particulier), il est indispensable de prendre en compte la difficulté, voire l'impossibilité d'empêcher les déplacements des animaux sauvages.

Dans ces conditions, il est important de mesurer les risques respectifs représentés par l'importation d'animaux vivants pour l'aquaculture ou le repeuplement d'une part, et par les mouvements des espèces sauvages d'autre part.

L'émergence peut être définie comme «une augmentation significative de l'incidence d'une maladie dans une population donnée, une région donnée et pendant une période donnée, par rapport à la situation épidémiologique habituelle de cette maladie» (Toma et Thiry 2003). Une maladie infectieuse émergente peut être une maladie grave récemment reconnue, susceptible de se propager au sein d'une population ou entre populations, à l'occasion d'échanges d'animaux et/ou de produits d'origine animale. Les causes de l'émergence sont multiples, comme l'apparition d'un nouvel agent infectieux, l'évolution d'un agent existant, l'introduction d'un agent pathogène exotique, la présence de nouveaux vecteurs ou voies de transferts, l'évolution des techniques de diagnostic ou les effets de facteurs environnementaux (Murray et Peeler 2004). L'émergence est ainsi liée pour 16 % des cas à l'agent pathogène lui-même, pour 27 % à l'hôte et enfin pour 57 % à l'environnement. Même si elle ne ressort pas dans ces pourcentages, l'évolution des techniques diagnostiques peut jouer un rôle important : difficiles à isoler et à cultiver, les bactéries intra-cellulaires du groupe des *Rickettsia* n'ont été identifiées chez les saumons qu'en 1989, alors qu'elles provoquaient des pertes en pisciculture marine depuis de nombreuses années (Fryer et Mauel 1997).

Considérant que l'aquaculture doit être tournée toute entière vers le principe de développement durable en fournissant des produits sains de qualité, en intégrant des mesures en matière de santé et de bien-être des animaux, tout

en respectant l'environnement et en créant des emplois à long terme, les maladies infectieuses émergentes constituent sans conteste une préoccupation de tout premier plan.

## 1 / Maladies émergentes chez les animaux aquatiques signalées en 2002-2003

Soixante-deux cas d'émergences, impliquant quarante-trois agents pathogènes différents ont été rapportés pour la période 2002-2003 chez les animaux aquatiques, au niveau mondial, dans une enquête considérant l'émergence dans son acception la plus large (Thrush et Peeler 2004). À l'instar de ce qui a été observé chez les humains et les animaux terrestres, les virus sont les agents pathogènes les plus fréquemment mis en cause (48 %), devant les parasites (24 %), les bactéries (13 %) et les champignons (13 %). Les maladies émergentes des animaux aquatiques sont surtout signalées en Europe et en Amérique du Nord (82 %), chez les salmonidés (45 %), et sont plus fréquemment observées en élevage (65 % des cas) qu'en milieu naturel. Ce dernier résultat peut être en partie expliqué par le fait que les animaux en élevage sont plus facilement surveillés, ce qui peut favoriser la mise en évidence d'un agent infectieux.

Dans 60 % des cas l'émergence est associée à l'apparition de nouvelles localisations, à égalité de manière contiguë et non contiguë, même s'il est discutable de qualifier d'émergence l'extension contiguë d'une maladie.

Il est aussi à noter que pour certaines régions aucune déclaration n'est disponible. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a

pas d'émergence dans ces zones, mais au contraire que les nombres cités ci-dessus sous-estiment peut-être l'importance globale des maladies émergentes chez les animaux aquatiques.

## 2 / Risques d'introduction d'agents pathogènes

### 2.1 / Mouvements d'animaux infectés

L'extension des maladies est souvent due aux mouvements entre pays d'animaux malades ou porteurs de germes pathogènes. Ainsi, le parasite *Anguillicola crassus* est apparu en Europe suite à l'introduction d'anguilles en provenance d'Asie, et la Nécrose Hématopoïétique Infectieuse, maladie virale des salmonidés, par des truites importées des États-Unis (Murray et Peeler 2005). De même, il est suspecté que des transferts d'huîtres plates en provenance des États-Unis soit à l'origine de l'introduction du parasite protozoaire *Bonamia ostreae* en France (Carnegie et Cochennec-Laureau 2004).

En eau douce, les déversements de poissons en rivière pour le repeuplement ou la pêche de loisir peuvent être à l'origine de l'apparition de maladies infectieuses dans des bassins versants jusqu'alors indemnes.

L'introduction d'agents pathogènes peut enfin se faire par le biais de produits issus d'animaux (embouche, farines).

### 2.2 / Matériel et milieu de transport

Le matériel et le milieu de transport au contact d'animaux infectés peuvent jouer un rôle important dans la dissémination d'agents infectieux.

Le rinçage de camions de transport de poissons est ainsi très probablement responsable de la réémergence de la Septicémie Hémorragique Virale de la truite dans certaines zones indemnes, et les eaux de ballast des bateaux de transport ont été mises en cause dans l'apparition de l'Anémie Infectieuse du Saumon (AIS) aux îles Orcades (Murray *et al* 2002).

Le virus responsable du syndrome de Taura chez les crevettes a été détecté aux États-Unis dans des matériaux liés à la commercialisation sur des marchés de crevettes congelées. Une élimination

inadaptée des déchets liquides ou solides issues de la transformation de crevettes infectées peut être une source de virus, à l'origine de la contamination de stocks naturels ou exploités proches de la zone de rejet des déchets (Office International des Epizooties (OIE), 2006).

Enfin, l'introduction d'un nouvel agent pathogène peut également se faire par l'intermédiaire de matériel contaminé.

### 2.3 / Evolution des agents pathogènes

Un microorganisme jusque là considéré comme non virulent peut devenir pathogène en présence d'une population en forte densité, comme cela a probablement été le cas pour l'émergence de l'ISA en Europe dans les années 1990 (Nylund 2003). L'expression de la maladie résulte d'un équilibre entre sa prévalence et la réceptivité de l'hôte. Elle peut évoluer en faveur du pathogène quand la prévalence augmente sans augmentation du pouvoir pathogène, ou quand la sensibilité des animaux augmente sans que la prévalence en paraisse modifiée. Ainsi la mortalité de la furunculose à *Aeromonas salmonicida* a-t-elle diminué après son apparition, alors que la maladie s'installait dans les salmonicultures, et la lactococcose à *Lactococcus garvieae* émerge actuellement en France (Guichard 2004) alors qu'elle était auparavant présente dans les piscicultures sans provoquer de mortalités.

Les agents pathogènes peuvent aussi développer des mécanismes de résistances aux traitements qui leurs sont appliqués (antiparasitaires comme antibactériens), résultant dans l'émergence de nouvelles souches ou de nouveaux variants. Pour la résistance aux antibiotiques, les facteurs de risques d'émergence de résistances incluent l'utilisation de principes actifs ou de schémas posologiques non adaptés, et l'absence d'alternance entre les différentes familles d'antibiotiques disponibles (FAO/OIE/WHO 2006).

### 2.4 / Facteurs environnementaux

#### a) Réservoirs dans l'environnement

Au sein d'une même espèce, les individus sauvages porteurs d'agents pathogènes peuvent les transmettre aux individus en élevage. Certaines espèces peuvent également jouer le rôle de vecteurs. Le virus responsable de la maladie des points blancs (*White Spot*

*Syndrome Virus*) chez les crustacés décapodes peut ainsi être retrouvé chez d'autres espèces comme des rotifères, des bivalves, des vers polychètes, des crustacés non décapodes (artémie et copépodes) et des insectes aquatiques sans être associé à une maladie. De fortes concentrations de virus infectieux ont pu être détectées en absence de réplication chez ces espèces. Pour le virus responsable du syndrome de Taura, les espèces hôtes sensibles sont la crevette à pattes blanches du Pacifique (*Litopenaeus vannamei*), la crevette bleue (*L. stylirostris*) et la crevette ligubam du Nord (*L. setiferus*) (OIE 2006). Alors que les principales espèces hôtes appartiennent toutes au genre *Litopenaeus*, d'autres espèces de crevettes péneïdes peuvent être infectées expérimentalement par le virus sans toutefois développer de signes cliniques. Par ailleurs, des oiseaux de mer et des insectes aquatiques en se nourrissant de carcasses d'animaux infectés peuvent jouer le rôle de vecteurs. Il a ainsi été démontré que le virus restait infectieux 48 heures dans les fèces d'oiseaux.

En eau douce, *Tetracapsula bryosalmonae* est une myxosporidie parasitant différentes espèces de bryozoaires des genres *Fredericella* et *Plumatella* (Okamura et Wood 2002). Bien que ne jouant aucun rôle dans le cycle de ce parasite, et constituant par conséquent un cul-de-sac épidémiologique, les truites peuvent être infestées par *T. bryosalmonae*, qui entraîne de lourdes pertes en élevage. La présence et le développement de cette maladie dans une pisciculture sont donc directement liés à la présence de bryozoaires sensibles en amont du cours d'eau qui l'alimente.

#### b) Polluants

La démonstration entre pollution et augmentation de la sensibilité aux maladies infectieuses a été faite chez les mammifères aquatiques. Ainsi, les marsouins vivants à proximité des ports et qui meurent de maladies infectieuses présentent des niveaux supérieurs en polychlorobiphényles (PCB) que ceux qui meurent de traumatismes (Jepson *et al* 2005).

Cependant, si de nombreux travaux démontrent la capacité de différents polluants à perturber le fonctionnement du système immunitaire chez différentes espèces d'intérêt en aquaculture (poissons, coquillages, crustacés), la relation entre cette immuno-modulation induite et la sensibilité aux ma-

maladies infectieuses est plus rarement explorée. Des travaux ont ainsi montré les effets nocifs de polluants chez les coquillages, en particulier chez l'huître creuse, *Crassostrea gigas* (Gagnaire *et al* 2003, 2006). La contamination de l'huître américaine, *C. virginica*, par l'intermédiaire de sédiments contenant du tributylétain augmente l'intensité d'une infection à *Perkinsus marinus* (Chu *et al* 2002).

### c) Changement climatique

Le changement climatique apparaît aujourd'hui comme inévitable et sera associé à des modifications profondes des environnements terrestres et aquatiques (Harvell *et al* 2004, Lafferty *et al* 2004, Mc Callum *et al* 2004). Dans le domaine marin, il est prévu que les changements auront des effets forts sur la salinité, la température, la direction et l'importance des courants océaniques et qu'ils seront à l'origine de conditions climatiques plus extrêmes.

Le changement climatique devrait avoir des effets sur la santé des organismes aquatiques, en particulier en modifiant la physiologie de l'hôte, la virulence des agents pathogènes, leur abondance et leur distribution. La température apparaît comme le facteur pouvant avoir le plus d'impact sur les relations entre les agents pathogènes et leurs hôtes. Elle pourra être associée à des changements de l'aire de répartition de nombreuses espèces. Cependant, il est possible de dire aujourd'hui que les modifications du climat pourront aussi bien induire des augmenta-

tions ou des réductions de la prévalence de maladies infectieuses en fonction des interactions complexes mises en jeu.

## 3 / Facteurs d'exposition

Pour qu'une maladie émergente s'installe, chaque individu infecté doit contaminer plus d'un autre individu et chaque élevage plus d'un autre élevage. Ainsi, au niveau de l'élevage, la densité des animaux, la mauvaise qualité de l'eau, les maladies intercurrentes, une réduction des capacités de défenses et des contacts nombreux avec d'autres structures sont des facteurs importants qui peuvent être à l'origine de l'installation d'une nouvelle maladie. La recirculation de l'eau peut également jouer un rôle prépondérant par le biais de l'augmentation de la charge en agents pathogènes.

Des facteurs liés à l'agent pathogène lui même interviennent également. En effet, les parasites à cycle direct sont plus susceptibles de s'établir que ceux possédant un cycle indirect impliquant un ou plusieurs hôtes intermédiaires. En effet, en absence de ces hôtes dans une zone particulière, les parasites à cycle indirect ne seront pas capables de boucler leur cycle.

Au niveau d'une région, les populations sauvages peuvent jouer un rôle de première importance. Ces populations peuvent intervenir comme des réservoirs pour les agents pathogènes considérés. La transmission par ces vecteurs

sauvages peut se faire d'autant plus facilement qu'ils peuvent être attirés par leurs congénères en élevage, des animaux élevés appartenant à d'autres espèces et/ou leur nourriture. À l'échelle d'une région, l'extension de l'aire de répartition des agents infectieux (ou de leurs hôtes ou vecteurs) passe également par les mouvements d'eau (cours d'eau, courants marins et marées).

## Conclusion

Il existe de multiples facteurs impliqués dans l'apparition ou dans l'émergence de maladies infectieuses. Dans ce contexte, le manque de données sur les relations entre variations de facteurs environnementaux et sensibilité aux maladies chez les espèces d'intérêt en aquaculture est aujourd'hui criant. Il apparaît indispensable de combler ce manque et l'épidémiologie apparaît comme un outil de choix. Il est indispensable de générer des données pour améliorer la connaissance des facteurs d'épidémiologie descriptive impliqués dans l'apparition et la diffusion de maladies dues à des agents infectieux, en s'intéressant notamment aux interactions entre l'hôte, l'agent pathogène et l'environnement. Dans ce cadre, le développement d'études portant sur les effets de polluants et de facteurs physico-chimiques liés aux changements globaux chez différentes espèces d'intérêt en aquaculture (poissons, bivalves) doit être une priorité en terme de recherche.

## Références

- Carnegie R.B., Cochenne-Laureau N., 2004. Microcell parasites of oysters: Recent insights and future trends. *Aquat. Living Res.*, 17, 519-518.
- Chu F.L., Volety A.K., Hale R.C., Huang Y., 2002. Cellular responses and disease expression in oysters (*Crassostrea virginica*) exposed to suspended field contaminated sediments. *Mar. Env. Res.*, 53, 17-35.
- FAO/OIE/WHO, 2006. Antimicrobial use in aquaculture and antimicrobial resistance. Compte-rendu de la consultation conjointe FAO/OIE/WHO, Séoul, République de Corée, 13-16 juin 2006. [www.who.int/foodborne\\_disease/resistance/en/](http://www.who.int/foodborne_disease/resistance/en/)
- Fryer J.L., Mauel M.J., 1997. The *Rickettsia*: an emerging group of pathogens in fish. *Emerg. Infect. Diseases*, 3 (2), 137-144.
- Gagnaire B., Renault T., Bouilly K., Lapegue S., Thomas-Guyon H., 2003. Study of atrazine effects on Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, haemocytes. *Curr. Pharm. Design*, 9, 193-199.
- Gagnaire B., Thomas-Guyon H., Burgeot T., Renault T., 2006. Pollutant effects on Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), haemocytes: screening of 23 molecules using flow cytometry. *Cell Biol. Toxicol.*, 22, 1-14.
- Guichard B. (2004). Principaux résultats de l'enquête «Pathologie des poissons 2004». *Bull. Épidémiol.*, 15, 5-6. [www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/be\\_15.pdf](http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/be_15.pdf)
- Harvell C.D., Aronson R., Baron N., Connell J., Doson A., Ellner S., Gerber L., Kim K., Kuris A., Mc Callum H., Lafferty K., McKay B., Porter J., Pascual M., Smith G., Sutherland K., Ward J., 2004. The rising tide of ocean diseases: unsolved problems and research priorities. *Frontiers Ecol. Env.*, 2, 375-382.
- Jepson P.D., Bennett P.M., Deaville R., Allchin C.R., Baker J.R., Law R.J., 2005. Relationships between polychlorinated biphenyls and health status in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded in the United Kingdom. *Env. Toxicol. Chem.*, 24, 238-48.
- Lafferty K.D., Porter J.W., Ford S.E., 2004. Are diseases increasing in the ocean? *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 35, 31-54.
- McCallum H.I., Kuris A., Harvell C.D., Lafferty K.D., Smith G.W., Porter J., 2004. Does terrestrial epidemiology apply to marine ecosystems? *Trend Ecol. Evol.*, 19, 585-591.
- Nylund A., Devold M., Plarre H., Idsal E., Aarseth M., 2003. Emergence and maintenance



of infectious salmon anaemia virus (ISAV) in Europe: a new hypothesis. *Diseases of Aquatic Organisms*, 56, 11–24.

Murray A.G., Smith R.J., Stagg R.M., 2002. Shipping and the spread of Infectious Salmon Anemia in Scottish aquaculture. *Em. Inf. Dis.*, 8 (1), 1-5.

Murray A.G., Peeler E.J., 2005. A framework for understanding the potential for emerging

diseases in aquaculture. *Prev. Vet. Med.*, 67, 223-235.

Office International des Epizooties (OIE), 2006. Code sanitaire pour les animaux aquatiques. [www.oie.int/fr/normes/fcode/F\\_summary.htm?e1d11](http://www.oie.int/fr/normes/fcode/F_summary.htm?e1d11)

Okamura B., Wood T.S., 2002. Bryozoans as hosts for *Tetracapsula bryosalmonae*, the PKX organism. *J. Fish Dis.*, 25 (8), 469-475.

Toma B., Thiry E., 2003. Qu'est-ce qu'une maladie émergente ? *Epidémiol. Santé Anim.*, 44, 1-11.

Thrush M., Peeler E., 2004. Monitoring emerging aquatic animal diseases. *Conf. Soc. Vet. Epidemiol. Prev. Med.*, Martigny, Suisse, Poster [www.svepm.org.uk/posters/2004/thrush\\_peeler.pdf](http://www.svepm.org.uk/posters/2004/thrush_peeler.pdf)

---

## Résumé

Au cours des dernières années, l'augmentation de la production aquacole et du nombre d'espèces aquatiques élevées au niveau mondial s'est accompagnée d'une augmentation du nombre et de la répartition des maladies infectieuses. En 2002-2003, 62 cas d'émergence de maladies infectieuses chez des animaux aquatiques ont été rapportés, les deux tiers en élevage, principalement en Europe et en Amérique du Nord. Une maladie est dite émergente quand son incidence augmente significativement pour une population, un lieu et une période donnés. Pour émerger, une maladie doit d'abord être introduite dans une zone ou une population indemne, et les animaux être exposés à des facteurs favorisant sa transmission. Les risques d'introduction de nouvelles maladies sont principalement associés aux mouvements d'animaux infectés (sauvage ou d'élevage, vivants ou morts), au matériel d'élevage ou à des milieux de transport contaminés, à l'évolution des agents pathogènes eux-mêmes, et à des facteurs environnementaux : réservoirs sauvages, polluants, changements climatiques. Les facteurs d'exposition permettant l'émergence d'une maladie après son introduction sont liés aux conditions d'élevage, à l'épidémiologie des différentes maladies et aux mouvements d'eau et d'animaux sauvages.

---

## Abstract

### *Risk factors for emerging infectious diseases in aquaculture*

In the last few years, the global increase of aquatic animal production and farmed species has been associated with an increase in the number and spread of infectious diseases. In 2002-2003, 62 cases of emerging diseases were reported in aquatic animals, two thirds in aquacultured species, mainly in Europe and Northern America. A disease is emerging when its incidence significantly increases in a given time, place and population. To emerge, a disease has to be introduced in a free zone or a free population, and animals must be exposed to favouring transmission factors. The risks of introducing new diseases are mainly associated to movements of infected animals (farmed or feral, dead or alive), contaminated farming gear or transport media, evolution of pathogens, and environmental factors: wild reservoirs, pollutants, climatic changes. Exposition factors allowing the emergence of an introduced disease include farming conditions, epidemiology of the diseases and movements of water and wild animals.

RENAULT T., GUICHARD B., 2007. Facteurs de risque d'apparition et d'émergence des maladies infectieuses en aquaculture. *INRA Prod. Anim.*, 20, 219-222.