

La domestication des poissons : le cas du thon rouge

La capture mondiale de thonidés est de l'ordre de 3,5 millions de tonnes par an. Parmi les espèces très appréciées, le thon rouge *Thunnus thunnus* est prélevé dans le milieu naturel à hauteur de 60 000 tonnes par an. Selon les commissions de protection de la ressource telles que ICATT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) et IOTC (Indian Ocean Tuna Commission), les différentes sous-espèces (*Thunnus thunnus thynnus*, *T. thunnus maccoyi* et *T. thunnus orientalis*) seraient menacées par la surpêche et leur recrutement serait très réduit dans les années à venir quelle que soit la zone géographique (respectivement Atlantique, Pacifique sud et Pacifique nord). Le prix d'achat de ce poisson au Japon varie selon la saison et présente un pic en hiver. Il est de plus extrêmement lié à la qualité du produit et peut atteindre plus de 50 euros/kg (Caill-Milly *et al* 2001). Du fait de la fragilité des stocks, de la variation saisonnière des prix et de la demande croissante d'une chair de qualité supérieure, le thon rouge a fait l'objet de tentatives d'élevage depuis la fin des années 1970 dans des zones géographiques peu éloignées des lieux de capture (Canada, Japon, Australie). Plus récemment, l'évolution des techniques de traction des cages de transport a permis le développement de fermes à plusieurs centaines de milles des lieux de pêche (Espagne, Croatie, Malte). A l'heure actuelle, environ 20 000 tonnes de thon rouge en provenance de structures d'élevage sont vendues sur le marché, mais l'espèce est-elle pour autant en voie de domestication ?

Résumé

Le thon rouge présente des caractères adaptatifs lui permettant de vivre dans une gamme large de paramètres physiques et climatiques tels que la température, la salinité et la pression hydrostatique. L'élevage de l'espèce et une domestication progressive pouvaient donc être envisagés. Les mortalités importantes observées après manipulation et les pertes liées aux variations brutales de l'environnement en cage ont révélé l'extrême sensibilité du thon au stress. Cette nouvelle caractéristique de ce poisson pélagique diminue les possibilités d'intervention humaine durant l'élevage. Celui-ci se limite à l'engraissement d'individus sauvages et les progrès sur le contrôle du cycle biologique de l'espèce sont extrêmement lents. On peut dire que la production de thon progresse sans domestication de l'espèce.

Exigences du thon rouge

Comparé aux autres poissons habituellement élevés en aquaculture marine, le thon rouge est une espèce aux caractéristiques très particulières. Le thon rouge est un grand pélagique qui effectue des migrations sur de longues distances telles que la traversée de l'Atlantique, mais on peut le trouver à très faible distance de la côte où il est pêché à la madrague. Le thon rouge possède la capacité de réguler partiellement sa température corporelle. L'espèce a développé un système spécifique utilisant des échangeurs de chaleur à contre-courant et un tissu isolant le système circulatoire, le *rete mirabile* (Carey et Lawson 1973). La chaleur produite est utilisée au profit des muscles et de l'appareil digestif, de telle sorte que le fonctionnement enzymatique de l'appareil digestif est près de trois fois plus efficace que celui observé chez les autres poissons (Stevens et McLeese 1984).

Les thons ont une consommation moyenne d'oxygène 2 à 5 fois supérieure à celle des salmonidés et 50 fois supérieure à celle du turbot (G. Boeuf, com. pers.). Ils présentent la plus grande surface d'échange branchiale de tous les poissons osseux (Hughes 1984). Leur débit cardiaque est 10 fois plus élevé que celui mesuré chez la truite. Ces caractéristiques physiologiques confèrent aux thons des performances de croissance très élevées leur permettant de s'adapter à une large gamme de facteurs externes.

Selon Quéro et Vayne (1997), les thons rouges sont observés dans les zones géographiques où la température de l'eau est comprise entre 10 et 27°C. Cependant, les principales concentrations de thons rouges sont rencontrées entre 14 et 21°C (Dizon et Brill 1979). La présence de thons rouges en Mer Noire à des salinités comprises entre 18 et 20 ‰ (Quéro et Vayne 1997) montre que l'espèce peut s'adapter à un milieu relativement dessalé. Enfin, le thon rouge nage entre la surface de l'eau et une profondeur maximale de 500 m. Cette plage verticale indique que l'espèce supporte la lumière comme la pénombre et qu'elle présente une bonne résistance aux variations de pression hydrostatique.

La relative tolérance du thon vis-à-vis de facteurs de l'environnement tels que température, salinité, lumière et pression est favorable à sa domestication.

Modes de production du thon rouge

La production aquacole de thon est très majoritairement assurée par l'engraissement en captivité d'individus collectés lors des saisons de pêche traditionnelle ou industrielle. En Australie et en Croatie, la pêche concerne les jeunes thons entre 15 et 30 kg sur les aires de nourrissage et les trajets de migration tandis qu'en Espagne, les animaux sont des individus beaucoup plus gros capturés lors des regroupements liés à la période de reproduction. Les animaux sont transférés des sennes dans des cages spéciales qui sont tractées jusqu'aux enceintes d'élevage où ils sont nourris, jusqu'à la période de la vente, à l'aide de petits poissons pélagiques congelés, communément appelés poissons-fourrage, tels que la sardine et le maquereau.

En ce qui concerne la croissance du thon en captivité, il convient de distinguer deux situations. Les thons juvéniles pêchés à un poids de 7 à 10 kg présentent des performances de croissance impressionnantes en captivité ; élevés à des densités de 2 à 4 kg par m³ et nourris de poissons, ils peuvent croître de 5 kg par mois au cours de l'été tout en présentant des caractéristiques morphologiques et organoleptiques compatibles avec la demande très exigeante du marché japonais.

Les thons capturés lors de la période de reproduction sont beaucoup plus gros et pèsent entre 70 et 250 kg. Ils présentent, au moment de la pêche, une qualité insuffisante pour le marché. En effet, comme chez bon nombre d'espèces, leur chair est très maigre du fait de la mobilisation des réserves lipidiques musculaires au profit de l'activité gonadique. Au cours d'une période de six mois de captivité en photopériode et température décroissantes, ces individus qui ont achevé récemment leur période de reproduction présentent une croissance plus limitée que les jeunes animaux. Le gain de poids peut cependant atteindre 20 % de leur poids de départ. Les réserves lipidiques musculaires se reconstituent et confèrent à la chair la qualité souhaitée par les consommateurs. Il s'agit dans ce cas d'engraissement ou d'affinage (Doumenge 1999).

Limites de l'adaptation du thon à l'élevage

Transport et manipulation du thon

Trois modes de transport ont été développés afin de remplir les enceintes d'élevage.

Les poissons peuvent être pêchés à l'aide d'hameçons dépourvus d'ardillon, remontés très rapidement à bord et placés en bacs de plusieurs mètres cubes sans être touchés par

l'homme, l'hameçon se décrochant sans intervention. Ce type de capture implique une manipulation très rapide afin de remonter le poisson avant que celui-ci ne commence à se débattre et éviter ainsi une éventuelle intoxication par l'acide lactique. Par ailleurs, il a été suggéré que l'exondation pourrait provoquer une altération irréversible du *rete mirabile* pouvant conduire à la mort rapide du poisson (Doumenge 1999). Seuls des individus de petite taille (7 à 10 kg pour le thon rouge) et transportés à très faible densité sont susceptibles de survivre à ce traitement. Néanmoins, seuls 15 % des jeunes thons rouges survivent après leur capture et transport (Farwell 2003), alors que le taux de survie du thon albacore, *Thunnus albacares*, capturé ainsi atteint 50 % (Wexler *et al* 2003). Une telle méthode est utilisable dans un cadre expérimental ou pour l'approvisionnement d'aquariums publics, mais ne peut être appliquée à l'approvisionnement de l'embouche.

Les poissons peuvent être amenés à pénétrer dans les cages par eux-mêmes à l'aide de madraques placées au travers de la route de migration. Les thons rencontrant l'obstacle se dirigent vers l'extrémité du filet où se trouve la cage. Ils sont alors capturés sans la moindre manipulation. Cette méthode est très aléatoire et a montré ses limites au Canada où la modification des routes de migration a provoqué l'extinction de l'embouche du thon rouge (Doumenge 1999).

À l'heure actuelle les poissons sont capturés à la senne tournante puis amenés sans stress à pénétrer par eux-mêmes dans d'immenses cages de transport au travers d'un orifice aménagé dans les filets. Le passage des animaux d'une structure à l'autre est filmé afin de dénombrer les animaux et d'évaluer grossièrement leur poids. Les cages sont ensuite tractées sur des distances pouvant atteindre plusieurs centaines de milles. La nage forcée associée au stress du déplacement augmente la concentration musculaire d'acide lactique qui peut atteindre son seuil létal. La limitation de la vitesse de traction à 1-1,5 nœud permet de réduire la mortalité lors de ces transports (Doumenge 1999). La quantité de poissons ainsi recrutés étant très variable et, selon les commissions thonières, en décroissance à cause de la surpêche, l'approvisionnement des cages n'est pas régulier et provoque de graves difficultés économiques aux engraisseurs. Cette variabilité dans la production est un des éléments caractéristiques de l'absence de domestication de l'espèce.

Pour la plupart des auteurs ayant expérimenté sur le thon, il importe de manipuler le moins possible le poisson. Dans les expériences de marquage, les animaux sont pêchés à l'hameçon, amenés près du bateau et embarqués à l'aide de civières plastifiées laissant les individus immergés. Les marques sont rapidement implantées et les animaux sont pesés et mesurés puis relâchés dans l'eau, l'opération pouvant cependant prendre plusieurs minutes. Dans certains cas, les survies de 100 % ont été confirmées par la récupération de la totalité des marques entre 2 et

8 mois après implantation (De Metrio *et al* 2002). Au cours de nos expériences sur des animaux captifs de 80 à 180 kg dans le cadre du programme européen ReproDott destiné à étudier la reproduction du thon rouge en captivité, les thons soumis à des prises de sang et des biopsies tissulaires ou ovariennes sur le pont du bateau survivaient à court terme. Cependant, dans tous les cas, les animaux replacés dans leur cage après manipulation présentent un comportement normal dans la journée, mais meurent au cours de la nuit suivante. Ce fait peut être rapproché des résultats obtenus à Hawaï sur de jeunes thons de 1 à 3 kg dont l'introduction en bassin se traduit par une mortalité de 50 %, la majeure partie intervenant après 24 h (Brill 2003).

Alimentation

Quelle que soit sa taille à la capture, le thon montre une remarquable aptitude à se nourrir en captivité. En effet, dans les 10 jours suivant son introduction dans les cages ou bassins d'élevage, le thon accepte le poisson-fourrage. Le coefficient de conversion alimentaire est de l'ordre de 20 dans la phase de grossissement. Depuis quelques années, les équipes australiennes de Port Lincoln se sont intéressées aux aliments préparés industriellement tant en termes de forme de présentation que de formulation. Elles montrent que le thon peut consommer des saucisses de chair de poisson et même des aliments humides ou extrudés. Par ailleurs, à partir de 1998, le choix des ingrédients et l'équilibre nutritionnel des granulés extrudés a conduit à des performances de croissance similaires à celle obtenue avec les poissons congelés (Carter *et al* 1998). Enfin, l'alimentation artificielle permet un maintien ou une amélioration de la qualité de la chair. Cependant, l'alimentation par granulés n'est pas encore utilisée en routine car la mortalité au sevrage, supérieure à 50 %, est incompatible avec les contraintes de la production. Selon P. Montague (com. pers., 2003), de gros progrès sont accomplis dans ce domaine, mais les données ne sont malheureusement pas publiées. La capacité d'ingestion de granulés est un facteur favorable à la domestication du thon, mais la forte mortalité constatée au sevrage montre que l'apprentissage de l'alimentation sur aliment artificiel n'est pas résolu pour les poissons sauvages capturés.

Conditions d'élevage

Les exigences particulières du thon en captivité requièrent des conditions qui rendent délicate la domestication de cette espèce. En effet, malgré la plasticité adaptative évoquée plus haut, le thon est extrêmement sensible à toute variation du milieu.

Il est nécessaire d'élever le thon dans des cages de très grandes dimensions (200 000 m³) pour lui permettre de nager et ainsi d'assurer le bon fonctionnement de sa thermorégulation partielle et sa respiration. Cependant, alors que le thon nage en bancs serrés lors de la migration et des regroupements liés à la

reproduction, sa croissance ne peut s'exprimer en captivité que s'il est élevé à des densités inférieures à 4 kg par m³.

Les conditions physico-chimiques de l'eau d'élevage sont déterminantes sur la survie de l'espèce en captivité. En effet, de violentes tempêtes ont eu pour conséquence la mort brutale de près de 2000 t de thons rouges de l'hémisphère austral. Au Maroc, des reproducteurs, mais aussi plus de 2000 juvéniles de thons rouges, ont été perdus pour les mêmes raisons (Nhhala, com. pers.). La turbidité de l'eau due aux apports terrigènes a induit le colmatage des branchies diminuant l'accès à l'oxygène du milieu et provoquant une asphyxie rapide des thons (Doumenge 1999).

De même, alors que l'on trouve des thons dans des eaux de salinité intermédiaire, une brusque dessalure observée lors de pluies importantes provoque de fortes mortalités (Doumenge 1999). Cette faible capacité d'osmorégulation doit probablement être mise en relation avec la grande surface d'échange branchiale qui mettrait le thon rouge dans des conditions de déséquilibre hydrominéral (G. Bœuf, com. pers.).

Reproduction en captivité

La reproduction du thon rouge en captivité a été observée, cependant il n'a pas été possible de contrôler le phénomène. En effet, les thons sont capturés jeunes et sont maintenus en captivité pendant plusieurs années dans des grandes cages à l'abri de tout stress et sans aucune manipulation. Lors de la saison de reproduction, les pontes spontanées sont détectées par des guetteurs éloignés observant à la jumelle les perturbations de la surface de l'eau liées au comportement de copulation des géniteurs. Les œufs sont collectés manuellement à l'aide de filets écumant la surface de l'eau. Les productions peuvent atteindre plusieurs centaines de millions d'œufs par an mais les résultats acquis depuis 20 ans montrent que la production d'œufs est très irrégulière et ne peut en aucun cas être programmée (Kumai 1998). Cependant, le déterminisme de la ponte est bien caractérisé : l'émission des gamètes n'intervient qu'au début de l'été (juin-juillet) au début de la nuit et uniquement dans des eaux dont la température est supérieure à 24°C. Malgré ces difficultés, le cycle biologique du thon rouge a été bouclé au Japon en 2003 par l'obtention de juvéniles à partir d'un lot de géniteurs nés en captivité (Kinki University in Fish Farming International). En Europe, dans le cadre du programme ReproDott, nous avons observé *post mortem* l'occurrence de femelles vitellogénétiques dans les cages d'élevage après un an de captivité, mais aucun comportement de reproduction ni aucune ponte n'ont été observés.

Développement embryonnaire et larvaire

Les essais d'élevage larvaire du thon rouge n'ont été menés qu'au Japon. Le développement embryonnaire est très similaire à celui

des autres poissons et ne semble pas poser de problèmes majeurs. Le taux de survie à l'éclosion conduisant à des larves normales est de l'ordre de 50 %.

Le développement des larves et des juvéniles a un très mauvais rendement global puisque, dans sa synthèse sur l'élevage du thon rouge, Doumenge (1999) évalue la production annuelle de juvéniles à quelques centaines d'individus à partir des dizaines de millions d'œufs collectés. Par ailleurs, les résultats obtenus sur ces phases vitales ne sont pas reproductibles. En effet, une mortalité de 60 à 90 % intervient dans les 10 premiers jours suivant l'éclosion. Cette première crise est suivie d'une phase d'élimination (non chiffrée) des plus petits individus par cannibalisme à partir du douzième jour et, enfin, à partir du 30^{ème} jour, des mortalités très importantes interviennent, liées au comportement nataoire des jeunes thons qui se jettent sur les filets ou les parois des bassins, provoquant des fractures du parasphénoïde et même de vertèbres. La mortalité due à ce comportement peut atteindre 85 % en cage en mer au bout de 4 mois (Miyashita *et al* 2000). Cette mortalité pourrait être due à une incapacité d'adaptation de la rétine lors du lever du soleil (Masuma *et al* 2001).

Perspectives

Etant donné le coût de chaque individu, les efforts de recherche appliquée sur le thon rouge ont été basés sur une observation d'un nombre restreint d'individus captifs excluant la manipulation des poissons. De plus, du fait de la taille et du comportement de ces grands pélagiques, l'élevage en cages dans lesquelles les facteurs externes ne peuvent être contrôlés, a été privilégié. Dans de telles conditions, la domestication de l'espèce reste limitée. Les travaux réalisés permettent de proposer une hiérarchisation des besoins de recherche pour domestiquer l'espèce. En effet il est prioritaire de développer un savoir-faire sur la manipulation des poissons, afin de pouvoir intervenir sur les individus et connaître ainsi l'évolution de leur fonctions physiologiques au cours de la vie captive. Cette amélioration de la manipulation implique l'étude physiologique du stress des thons en liaison avec l'élevage. Il est aussi indispensable de contrôler la reproduction, afin de fournir des générations

d'animaux nés en captivité ayant subi la pression sélective de l'élevage. Enfin, il pourrait être très utile de développer des structures d'élevage parfaitement contrôlées permettant d'étudier l'effet des facteurs externes sur la physiologie du thon et déterminer les conditions optimales de la reproduction et de la croissance de l'espèce.

Conclusion

La production du thon par l'aquaculture est encore uniquement basée sur la collecte d'individus sauvages. Les techniques de capture ont été adaptées à la biologie particulière de l'espèce, permettant ainsi une bonne survie à l'introduction en captivité. Si les conditions d'élevage restent extensives et si la qualité du milieu est stable et adaptée aux exigences de l'espèce, les thons survivent et croissent de façon intéressante à condition de n'être soumis à aucun stress. Mais l'alimentation et la reproduction du thon rouge semblent encore difficiles à maîtriser dans le cadre d'une production plus intensive. Les premiers essais de reproduction et d'élevage des stades précoces menés depuis près de 20 ans au Japon, ne permettent pas de prévoir un contrôle de ces phases biologiques à court terme.

La bonne tolérance de l'espèce aux paramètres de l'environnement suggère que le thon présente des atouts non négligeables vis-à-vis de la domestication. Cependant, toute variation rapide de ces facteurs a pour conséquence une mortalité parfois importante des cheptels, révélant une faible capacité d'adaptation de l'espèce.

L'ensemble de ces faits nous conduit à considérer que, malgré la production de 20 000 tonnes annuelles de poissons engraisés, le thon est un bon exemple d'espèce non encore domestiquée. Cependant la récente obtention de juvéniles à partir d'un stock de géniteurs nés en captivité et ayant résisté à la pression sélective de l'élevage pourrait être le point de départ de la domestication de l'espèce.

Remerciements

L'analyse présentée a été réalisée dans le cadre du projet financé par l'Union Européenne Q5RS-2002-01355.

Références

- Brill R.W., 2003. Handling and manipulating tunas in captivity: a physiologist's perspective Cahiers Options méditerranéennes, 60, 37-40.
- Caill-Milly N., Suquet M., Arrizabalaga H., Guzman D., 2001. Embouche du thon rouge pêché à la canne par les flottilles françaises et espagnoles. Rapport Contrat européen, Ifremer-Azti, 55 p.
- Carey F.G., Lawson K.D., 1973. Temperature regulation in free-swimming bluefin tuna. *Comp. Biochem. Physiol. (A Physiol.)*, 44A (2), 375-392.
- Carter C.G., Van Barneveld R.J., Bransden M.P., Glencross B., Clarke S.M., Foster C., 1998. Nutrition research and the development of Southern bluefin tuna aquaculture in Australia. *Aquaculture and Fisheries Resources Management, Conference Proceedings*. Taiwan Fisheries Research Institute, 4, 205-208.
- De Metrio G., Arnold G.P., Block B.A., de la Serna J.M., Deflorio M., Cataldo M., Yannopoulos C., Megalofonou P., Beemer S., Farwell C., Seitz A., 2002. Behaviour of post-spawning Atlantic bluefin tuna tagged with pop-up satellite tags in the Mediterranean and eastern Atlantic. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective volume of scientific papers SCRS/01/78*, 54, 8 p.

Dizon A.E., Brill R.W., 1979. Thermoregulation in tunas. *American Zoologist*, 19, 249-265.

Doumenge F., 1999. L'aquaculture des thons rouges et son développement économique. *Biologica Marina Mediterranea*, 6, 107-148.

Farwell C.J., 2003. Management of captive tuna: collection and transportation, holding facilities, nutrition, growth, and water quality. *Cahiers Options méditerranéennes*, 60, 65-68.

Hughes G.M., 1984. Measurement of gill area in fishes: practices and problems. *Journal of Marine Biology Assessment of the United Kingdom*, 64, 637-655.

Kumai H., 1998. Studies on bluefin tuna artificial hatching, rearing and reproduction. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 64, 601-605.

Masuma S., Kawamura G., Tezuka N., Koiso M., Namba K., 2001. Retinomotor responses of juvenile bluefin tuna *Thunnus thynnus*. *Fisheries science*, 67, 228-231.

Miyashita S., Sawada Y., Hatori N., Nakatsukasa H., Okada T., Murata O., Kumai H., 2000. Mortality of northern bluefin tuna *Thunnus thynnus* due to trauma caused by collision during growout culture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31, 632-639.

Quéro J.C., Vayne J.J., 1997. Les poissons de mer des pêches françaises. Editions Delachaux et Niestlé, Lausanne, 304 p.

Stevens E.D., McLeese J.M., 1984. Why bluefin tuna have warm tummies: temperature effect on trypsin and chymotrypsin. *American Journal of Physiology*, 246, 487-494.

Wexler J.B., Scholey V.P., Olson R.J., Margulies D., Nakazawa A., Suter J.M., 2003. Tank culture of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*: developing a spawning population for research purposes. *Aquaculture*, 220, 327-353.

Abstract

Fish domestication, what about bluefin tuna ?

Bluefin tuna shows adaptative physiology features allowing life in a wide range of physical and climatic parameters like temperature, salinity and hydrostatic pressure, hence the species fulfil the main basic requirements for progressive domestication and rearing in captivity.

The high mortalities recorded after handling and the losses observed after abrupt variations of environment

in the cages, emphasised the extreme sensitivity to stress of tuna. As consequences, the progresses about the control of tuna biological cycle are very slow due to limited handling possibilities and tuna aquaculture is restricted to fattening of wild fish. At this time, bluefin tuna production progresses without domestication of the species.

FAUVEL C., SUQUET M., 2004. La domestication des poissons : le cas du thon rouge. *INRA Prod. Anim.*, 17, 183-187.

