

La pisciculture en cage de poissons à nageoires en Asie: aperçu général de la situation, enseignements et perspectives d'avenir

Michael Phillips

Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific

Suraswadi Building, Department of Fisheries, Kasetsart University Campus

Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900

Thaïlande

Courriel: Michael.Phillips@enaca.org

Sena DeSilva

School of Life and Environment Sciences

Deakin University, PO Box 423, Warrnambool

Victoria, Australie 3280

Courriel: Sena.Desilva@deakin.edu.au

Phillips, M. & DeSilva, S. 2008. La pisciculture en cage de poissons à nageoires en Asie: aperçu général, enseignements et perspectives d'avenir. Dans M. Halwart et J.F. Moehl (éds). *Atelier régional d'experts de la FAO sur la pisciculture en cage en Afrique. Entebbe, Ouganda, 20-23 octobre 2004*. FAO Comptes rendus des pêches. No. 6. Rome, FAO. pp. 59-86

RÉSUMÉ

Cet exposé donne un aperçu général sur la pisciculture en cage en Asie, en mettant l'accent sur l'élevage en cages de poissons à nageoires en eau douce. Selon toute probabilité, la pisciculture en cage a vu le jour en Asie, les premiers exemples connus remontant à plus de 2000 ans en Chine. Les systèmes «traditionnels», qui se distinguent par le recours à des matériaux de construction naturels tels que le bois et le bambou, la collecte de semences en milieu naturel et l'utilisation de ressources disponibles localement pour l'alimentation, ont toujours cours dans plusieurs pays d'Asie. Au cours des dernières décennies, ces systèmes traditionnels ont évolué pour faire place à des systèmes d'élevage en cage plus «modernes», utilisant des cages spécialement construites selon de meilleurs modèles et à l'aide de matériaux synthétiques nets, des fretins et des alevins élevés dans les stations d'alevinage, divers types d'aliments, y compris des aliments formulés et des pratiques de gestion mieux organisées. Bien que ces systèmes modernes soient d'usage de plus en plus courant, il existe divers systèmes d'élevage en cage en Asie, qui couvrent tout un ensemble de systèmes traditionnels ou modernes, opérant à petite et à grande échelle, et l'élevage porte sur une très grande variété d'espèces et se caractérise par des environnements, des niveaux d'utilisation d'intrants et des niveaux de risque très divers. Cependant, les petites entreprises d'élevage dominent toujours le secteur dans beaucoup de pays asiatiques.

La pisciculture en cage s'est développée en Asie par suite d'un certain nombre d'avantages, y compris le fait que les cages utilisent les masses d'eau existantes et n'ont pas besoin d'espace au sol (bien que le sol soit nécessaire pour accéder aux masses d'eau

où se trouvent les cages). Dans beaucoup de pays asiatiques, les principaux intrants nécessaires à la pisciculture en cage – masses d'eau, aliments, semences, matériaux, adéquats, et appui technique et marchés – sont présents. Les cages offrent aussi la possibilité aux éléments de la communauté qui ne possèdent pas de terres de se lancer dans l'élevage de poissons, activité importante dans les pays où la pêche est en recul, en tirant profit des aptitudes des pêcheurs et des personnes qui n'ont pas facilement accès à la terre et en leur permettant d'accroître leurs revenus. Dans les masses d'eau nouvellement créées, comme les réservoirs, les cages ont montré qu'elles pouvaient être un moyen important de produire du poisson, et offrir parfois de nouvelles possibilités de gagner leur vie aux populations déplacées en raison de la confiscation de leurs terres. En termes économiques, les fermes établies à terre pourraient aussi présenter des avantages, quoique les coûts de l'investissement dans les cages et les intrants (semences et aliments) puissent empêcher les populations pauvres d'y songer. La commercialisation et les aspects économiques sont des questions pour la durabilité.

La région compte plusieurs cas où l'élevage en cage a été encouragé sans que l'on tienne dûment compte des considérations économiques et commerciales, ce qui s'est traduit par une faible viabilité des projets. Il faut admettre qu'un certain nombre d'inconvénients font obstacle au développement de l'élevage en cage. Le mot clé est la «vulnérabilité». Les cages sont des «systèmes ouverts» et sont donc très vulnérables aux changements des conditions d'environnement. Elles sont vulnérables aux variations de la qualité de l'eau pouvant résulter, par exemple, de la détérioration de sa qualité (causée, dans certains cas, par les fermes d'élevage en cage elles-mêmes, ou par des événements externes tels que les marées rouges), d'une maladie frappant les poissons, des dommages causés par les orages (notamment dans les eaux côtières) et de problèmes de sécurité (braconnage). Les problèmes d'environnement sont donc aussi des facteurs dont peut dépendre la réussite ou la faillite de l'élevage en cage.

Cet exposé donne une description détaillée de la conception et de la construction des cages, des systèmes et des pratiques d'élevage, des types de masses d'eau utilisées pour la pisciculture en cage et des principaux obstacles, en mettant l'accent sur les aspects de environnementaux, et elle offre des recommandations concernant la politique et la législation. Deux études de cas détaillées portant sur l'élevage de la carpe commune et du tilapia en Indonésie et en Malaisie, et une autre, décrivant l'évolution récente de l'élevage du poisson-chat de rivière au Viet Nam, sont présentées ci-après.

Cadre général

Cet exposé donne un aperçu général sur la pisciculture en cage en Asie, en mettant l'accent sur l'élevage des poissons en cage en eau douce, avec des exemples choisis de développement de l'élevage en cage et les enseignements qui en découlent. Il contient des illustrations des divers systèmes d'élevage en cage.

Les informations présentées dans cet exposé sont tirées d'un certain nombre de sources, notamment de travaux de recherche en cours menés par le Réseau de centres d'aquaculture pour la région Asie et Pacifique (NACA) et l'Université de Deakin ainsi que d'études récentes de l'aquaculture en cage (Liao et Lin, 2000; Beveridge, 2004).

Bref historique de la pisciculture en cage dans la région

La pisciculture en cage, comme dans le cas de la plupart des pratiques d'aquaculture, a probablement vu le jour en Asie. Les pêcheurs ont vraisemblablement utilisé les premiers types de cages et enclos comme moyen commode de garder les poissons jusqu'à ce qu'ils soient prêts pour la vente. Les premiers systèmes n'étaient peut-être guère plus que des pièges de poissons modifiés. Ces systèmes traditionnels ont été utilisés dans plusieurs parties d'Asie et ailleurs dans le monde depuis des générations (Beveridge, 2004). Ils ont évolué peu à peu de manière à pouvoir retenir les poissons plus longtemps en augmentant leur alimentation à l'aide de «poissons-déchets»

récupérés (généralement) auprès des pêcheries locales, ainsi que grâce à des systèmes de gestion et d'élevage mieux organisés.

Les systèmes «traditionnels», qui se distinguent par l'utilisation de matériaux de construction naturels comme le bois et le bambou, la collecte de semences dans la nature et l'alimentation à l'aide de matières disponibles sur place, ont toujours cours dans plusieurs pays d'Asie, par exemple, au Cambodge pour l'élevage des poissons à tête de serpent (*Ophicephalus* spp., *Channa* spp.) et des poissons-chats de rivière (*Pangasius* spp.). En milieu marin, dans une bonne partie de l'Asie du sud-est tropicale, l'élevage des mérours (*Epinephelus* spp.) très prisés et d'autres poissons des récifs coralliens, bien qu'il utilise des cages relativement modernes, reste fortement tributaire de la collecte des alevins et des petits poissons sauvages, qui sont élevés en cages puis vendus aux marchands de poissons de récifs très recherchés à Hongkong et en Chine.

Ces dernières décennies, ces systèmes traditionnels sont devenus des systèmes d'élevage en cages plus «modernes» utilisant des cages spécialement construites, des modèles améliorés et des filets en matériaux synthétiques, des fretins et des alevins élevés en station d'alevinage, divers types d'aliments, y compris les aliments formulées et des pratiques de gestion mieux organisées. Bien que ces systèmes modernes soient de plus en plus courants, on trouve divers systèmes d'élevage en cage en Asie, depuis les systèmes traditionnels jusqu'aux systèmes modernes, et l'élevage porte sur une très grande variété d'espèces et se pratique dans divers environnements, avec divers niveaux d'investissement, d'utilisation d'intrants et de risque.

Description de la situation actuelle concernant la pisciculture en cage en Asie du Sud-Est et de l'Est

Production de la pisciculture en cage

En 2002, la production mondiale de l'aquaculture (y compris les plantes aquatiques) aurait atteint un volume total de 51,4 millions de tonnes représentant un montant de 60,0 milliards de dollars américains auxquels l'Asie aurait contribué pour environ 90 pour cent (FAO, 2004). Il n'est pas possible de déterminer la part de l'élevage en cage de l'Asie dans ce volume et ce montant. Cependant, entre 80 et 90 pour cent du volume des poissons élevés en milieu marin en Asie, estimé à un million de tonnes, proviennent probablement de l'élevage en cage. La proportion de l'élevage en cages en eau saumâtre et en eau douce est beaucoup plus faible et ne représente probablement qu'un petit pourcentage du, et la majeure partie de cet élevage se fait en étangs. Néanmoins, dans certains pays et endroits, l'élevage en cage représente une source importante de production de poisson et de revenu pour les pisciculteurs, les autres parties prenantes de ce secteur et les investisseurs. Aujourd'hui, la pisciculture en cage offre aussi un autre moyen de gagner sa vie, notamment pour les personnes déplacées par suite de la construction des réservoirs, qui pose un problème de plus en plus délicat dans la plupart des pays en développement.

Avantages et inconvénients de la pisciculture en cage

La pisciculture en cage s'est développée en Asie parce qu'elle présente un certain nombre d'avantages par rapport à d'autres formes de pisciculture. L'un des avantages importants est que les cages utilisent les masses d'eau existantes et n'ajoutent donc pas à la consommation d'eau, ce qui constitue un élément important particulièrement pour ce qui est de l'eau douce, et ne nécessitent pas de terres pour leur exploitation (il est vrai qu'il faut du terrain pour accéder aux masses d'eau où se trouvent les cages). Dans certains cas, les poissons produits en cages peuvent être meilleurs, des points de vue de l'économie et de la qualité, que les poissons élevés en étangs, particulièrement en ce qui concerne leurs propriétés organoleptiques. C'est cela qui a motivé le développement de cette activité, notamment dans les cas du poisson-chat d'eau douce au Viet Nam et de la carpe commune et du tilapia en Indonésie et en Malaisie. Les cages offrent aussi

des possibilités de pisciculture aux éléments de la communauté qui ne possèdent pas de terres, de s'engager – et sont importantes dans les pays où la pêche est en recul, car elles peuvent tirer profit des aptitudes des pêcheurs et leur permettre d'accroître leurs revenus et en même temps que ceux des personnes qui n'ont pas facilement accès à la terre (Beveridge, 2004).

Dans les masses d'eau artificielles, telles que les réservoirs, les cages offrent une importante possibilité de production de poissons, et parfois un autre moyen de subsistance pour les personnes déplacées par la confiscation des terres pour la construction du réservoir. En Chine, en Indonésie et en Malaisie, par exemple, les nouveaux réservoirs ont été un moyen efficace de promouvoir la pisciculture en cage autre source de revenu, particulièrement pour les communautés autochtones déplacées. En outre, face à la demande croissante d'alevins des espèces couramment élevées en Asie, pour la pisciculture en étang et les pratiques de renforcement du chargement (De Silva, 2003), les cages sont utilisées dans de grandes formations lacustres pour l'élevage des fretins pour la production d'alevins, ce qui réduit le besoin d'installations à terre pour ces activités.

Du point de vue économique, les cages présentent également un avantage par rapport aux les fermes d'élevage à terre, quoique les coûts d'investissement dans les cages et dans les intrants (semences et aliments) puissent représenter un obstacle pour les populations pauvres (Beveridge, 2004). Au Bangladesh, par exemple, les subventions se sont révélées nécessaires pour permettre aux éleveurs et aux pêcheurs pauvres des zones rurales de se lancer dans l'élevage en cage (Hambrey et Roy, 2002).

La commercialisation et l'économie de l'élevage en cage sont des facteurs clés pour sa durabilité. Il y a de nombreux exemples dans la région où l'élevage en cage a fait l'objet de promotion dans le cadre de projets où l'on n'avait pas suffisamment prêté attention aux considérations économiques et aux stratégies de commercialisation, ce qui a nui à la durabilité. Le développement de l'élevage en cage peut aussi influencer sur les prix du poisson, au détriment des autres parties prenantes. Par exemple, les grandes quantités de carpes herbivores du Réservoir d'Ea Soup (16 ha) dans le centre du Viet Nam ont occasionné une baisse importante des prix locaux des poissons, réduisant les revenus des pêcheurs, particulièrement à la suite d'une forte extraction de poissons produits en cages (Phillips, 1998).

Il y a un certain nombre d'inconvénients qui font obstacle au développement de l'élevage en cage. Comme l'a souligné Beveridge (2004), le mot clé est «vulnérabilité». Les cages sont des «systèmes ouverts», et elles sont donc très vulnérables aux changements observés dans l'environnement local. Elles sont vulnérables aux variations de la qualité de l'eau provoqués, par exemple, par la pollution de (qui, dans certains cas, peut être causée par les fermes d'élevage en cage elles-mêmes, ou par des événements externes comme les marées rouges ou l'effluent industriel); aux maladies piscicoles, aux dommages causés par les orages (particulièrement dans les eaux côtières) et aux problèmes de sécurité, tels que le braconnage. Les problèmes d'environnement sont donc également déterminants pour le succès ou l'échec de l'élevage en cage.

En Asie, les cages sont généralement situées dans des masses d'eau publiques ou à usages multiples, où l'expansion peut entraîner des conflits avec d'autres usagers. En Corée du Sud, par exemple, le gouvernement a interdit l'élevage en cage en eau douce dans les réservoirs d'eau potable, en raison de préoccupations concernant les impacts sur les précieux approvisionnement en eau potable, occasionnant la fermeture de 221 fermes d'élevage en cage et une perte de production en eaux intérieures de 30 000 tonnes de carpes (Kim, 2000). Par contre, la pisciculture en cage sans apport d'aliments pourrait être utilisée pour réduire l'eutrophisation des sources d'approvisionnement en eau potable, comme dans le cas de l'utilisation des carpes

chinoises majeures dans le réservoir de Seletar à Singapour, et pour la bioremédiation générale des approvisionnements en eau potable. L'expansion sauvage de l'élevage en cage dans les masses d'eau à usages multiples peut aussi entraîner des conflits avec les autres usagers, tels que les pêcheurs. Le développement de l'élevage en enclos de l'espèce *Chanos salmoneus* (poisson lait) dans la Laguna De Bay aux Philippines, est l'un des exemples classiques où l'expansion de l'élevage en enclos a posé de graves problèmes d'accès aux zones traditionnelles de pêche pour les pêcheurs et suscité des conflits (Marte *et al.*, 2000); l'étude de cas sur l'Indonésie présentée ci-dessous traite aussi de tels conflits.

Les marchés, l'économie, l'environnement et les questions sociales sont donc déterminants pour la réussite du développement de l'élevage en cage dans la région, et font donc l'objet d'une attention particulière dans le présent document.

Systèmes d'élevage en cage

L'Asie offre un large éventail de systèmes d'élevage en cage, dont on trouvera un bref aperçu général ci-dessous:

Conception et construction des cages. Les modèles de cage doivent être rentables, mais en même temps ils doivent fournir un environnement approprié pour les poissons et ils doivent pouvoir résister aux forces du vent et des vagues et maintenir les poissons en sécurité. En Asie, on trouve une grande variété des modèles de cages et d'enclos – des petites cages traditionnelles aux modèles de construction plus moderne. Bien qu'il existe de grandes cages basées sur les modèles européens ou japonais, comme les cages du type «Bridgestone» ou «Polar circle», et que ces types existent et soient adaptés aux conditions asiatiques, les modèles traditionnels conçus selon des technologies ou des techniques de construction inférieures prédominent dans les zones d'exploitation en eau douce.

Les cages traditionnelles en eau douce utilisent divers matériaux de construction, comme le bois ou le bambou pour les cadres, utilisant souvent des bidons ou autres de matériel flottant, et diverses formes de filet. Ils utilisent des systèmes d'ancrage simples, y compris les cordes et des blocs servant de poids, ou des poteaux enfoncés dans le substrat. Des exemples sont cités ci-dessous pour illustrer la diversité des systèmes.

Au Viet Nam, le poisson-chat d'eau douce est élevé dans de grandes cages en bois ou en bambou, fabriquées en bois de «sao» et en bois de «fer» disponibles au Cambodge et au Viet Nam. La cage la plus grande mesure 10 m de large, 25 m de long et 5 m de profondeur et produit 200 tonnes de poissons-chats en six mois (illustration 1). Ces cages «de dimension industrielle», nécessaire en raison de la force des courants dans le fleuve Mékong, limitent en fait la pisciculture en cage aux personnes ayant accès à de gros capitaux à investir. À l'autre extrémité du spectre, il y a les cages simples, non flottantes, construites avec des piquets de bambou, utilisées dans le Réservoir de NamNgum en République démocratique populaire lao, pour l'élevage de l'espèce *Channa* spp. (poisson à tête de serpent), et les petites cages en bois, placées sous maisons le long du fleuve Cau dans le nord du Viet Nam, qui servent le plus souvent à l'élevage de carpes herbivores. Il est aussi courant de trouver un grand nombre de petits pisciculteurs concentrés sur un même site comme le long du fleuve Cau au Viet Nam (illustration 2), reflétant peut-être un moyen traditionnel de subsistance dans les régions où il est relativement facile de se procurer les matériaux de construction des cages et des semences (souvent naturelles). On trouve souvent aussi de petites activités individuelles de pisciculture en cage quand il est facile de se procurer du fourrage naturel, par exemple les herbes aquatiques ou les macrophytes pour l'élevage de la carpe herbivore, *Ctenopharyngodon idella* (illustration 3). Dans le sud de la Thaïlande, le bar, *Lates calcarifer* est élevé dans une lagune d'eau saumâtre (le lac Songkhla) à l'aide de filets simples de 2-4 x 2-4 m, suspendus à des bambous enfoncés dans le fond du lac

(illustration 4). On trouve aussi de tels systèmes dans d'autres zones de lagunes peu profondes en Asie où la fluctuation des marées et du niveau de l'eau est faible et offre des possibilités raisonnables d'habitat. Ces systèmes sont simples et leur construction peu coûteuse.

Dans les réservoirs d'eau douce à travers l'Asie, l'élevage de carpe, de tilapia et d'autres espèces dans des cages en bambou ou en bois, attachées à des bidons ou à d'autres types de flotteurs, est chose courante. L'illustration 5 donne un exemple d'un tel réservoir au Viet Nam. On trouve partout ce type de constructions, généralement aux dimensions allant de 2 m x 2 m x 2 m à 7 m x 7 m x 7 m, dotées de filets en nylon, dans les élevages en eau douce d'Asie.

Alors que les autres régions consacrent des investissements substantiels à la recherche sur des systèmes d'élevage en cage adaptés pour la plupart au comportement des poissons, ce type de recherche est assez limitée à ce jour en Asie. Les travaux de recherche visant à améliorer les économies et la gestion des systèmes d'élevage en cage en Asie nécessiteront dans la plupart des cas une plus grande attention, afin d'améliorer les résultats.

Espèces et systèmes d'élevage. De même qu'il y a une large gamme de systèmes d'élevage en Asie, cet élevage porte sur un grand choix d'espèces et utilise des méthodes d'élevage très diverses. Les espèces les plus courantes de poissons d'eau douce élevés en cage en Asie sont le tilapia (diverses variétés du tilapia du Nil), la carpe, le poisson-chat, le poisson à tête de serpent, le gourami, le barbeau et une multitude d'espèces mineures généralement élevées intensivement en eau douce et le bar et le mérrou élevé dans les eaux saumâtres et dans l'eau de mer. Des espèces indigènes aussi bien qu'exotiques sont élevées en cage en Asie. Le plus souvent, on utilise des poissons produits dans des stations d'alevinage, quoique certains systèmes (par exemple l'élevage du gobie marbré en Thaïlande, de certains types de poisson-chat de rivière, et de poisson à tête de serpent dans toute l'Asie du sud-est) utilisent des alevins de capture. L'une des espèces d'eau douce les plus prisées, le poisson mandarin (*Siniperca chausti*) est élevé en cage dans des réservoirs dans le centre de la Chine. Cette activité est importante, car le poisson mandarin se nourrit de poissons vivants; par conséquent, très souvent de jeunes cyprins sont élevés côte à côte dans la même masse d'eau avec les poissons mandarins dans des cages beaucoup plus simples et moins robustes.

Les systèmes d'élevage impliquent le chargement en alevins, l'utilisation de suppléments alimentaires et des systèmes de gestion de nature à optimiser les bénéfices. La réussite du développement exige en particulier l'accès aisé à une alimentation et à des semences appropriées, mais les compétences de gestion de l'élevage en cage sont tout aussi importantes.

L'alimentation représente un investissement considérable dans l'élevage en cage semi-intensif et intensif. En milieu marin, et dans certains élevages en cage en eau douce tels que l'élevage de poisson-chat au Viet Nam, la forte demande de «poissons déchets» apparaît maintenant comme un obstacle majeur au développement de la pisciculture marine (Edwards Le Anh Tuan et Allan, 2004). En eau douce, on utilise de plus en plus les boulettes comme suppléments alimentaires dans les exploitations commerciales, bien que les aliments de fabrication artisanale soient toujours très utilisés. L'élevage de la carpe herbivore au Viet Nam, activité qui était rentable pour de nombreuses entreprises familiales des régions montagneuses du pays, jusqu'à ce que frappe la maladie virale, reposait sur une alimentation composée de grandes quantités d'herbes (il faut plus de 40 kg d'herbes pour produire 1 kg de poisson!). La production des poissons-chats de rivière est aussi fondée en grande partie sur des aliments produits dans les fermes, à partir de poissons déchets. Certaines espèces carnivores d'eau douce sont toujours élevées à l'aide de poissons capturés dans la nature, mais on s'interroge plus en plus sur la durabilité de cette pratique.

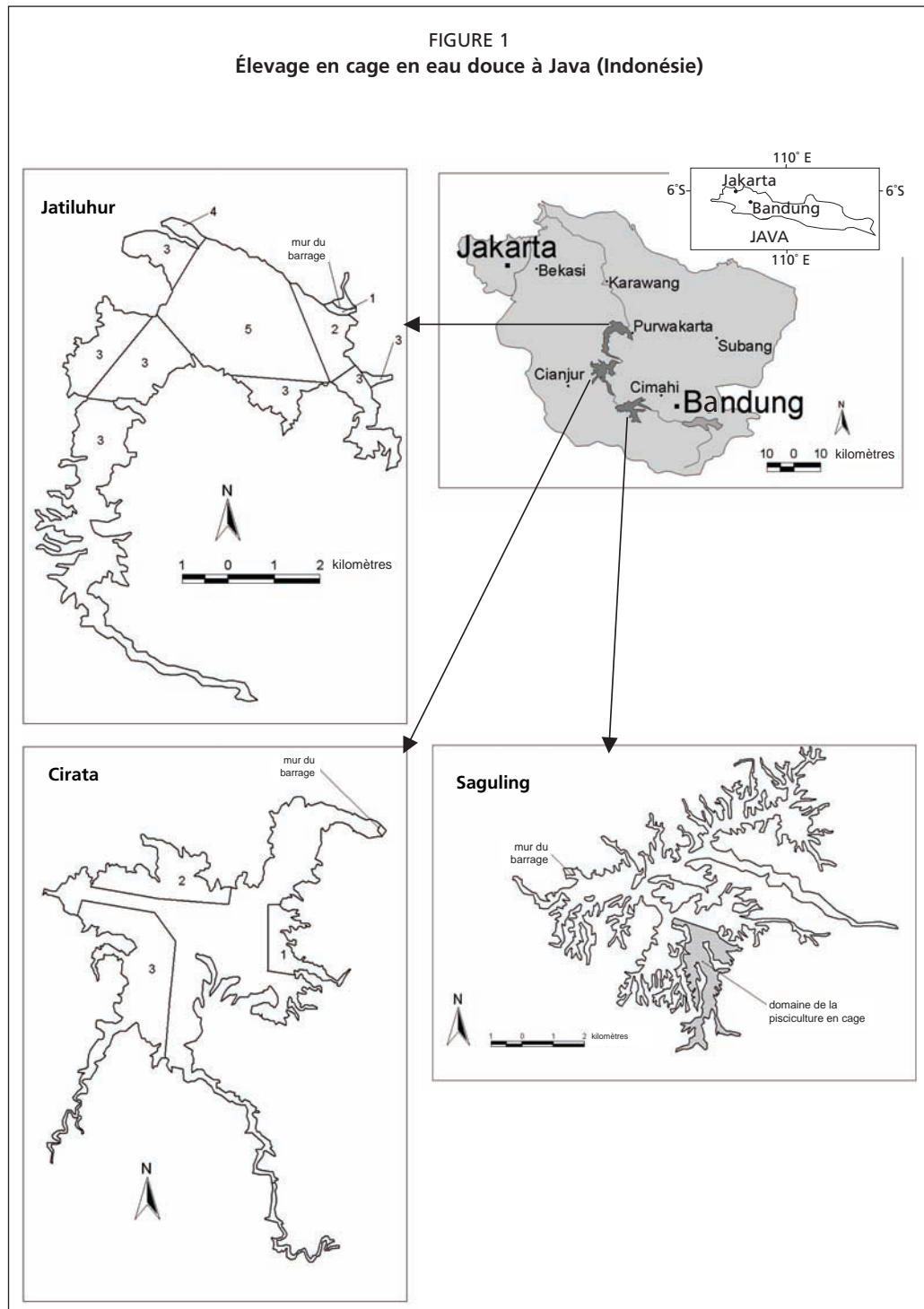
Les systèmes d'élevage extensif sont aussi pratiqués au moyen d'une alimentation filtrée dans les eaux où la productivité naturelle est suffisante pour soutenir la croissance. On trouve des exemples de ces systèmes en République démocratique populaire lao, où les carpes à grosse tête et les carpes argentées sont alimentées par filtrage dans des réservoirs productifs (illustration 6). Aux Philippines, l'élevage extensif du poisson-lait (*Chanos chanos*) était très rentable dans les années 80, mais la surproduction dans la Laguna De Bay a entraîné la surexploitation excessive de la productivité naturelle et précipité ce secteur au bord de la faillite. Les variations de la productivité naturelle du lac, l'élevage en enclos et les modifications de l'hydrologie et de l'écologie du système se sont conjugués pour provoquer une transformation des méthodes d'élevage. L'utilisation de suppléments alimentaires de pour l'élevage en enclos du poisson-lait (*Chanos chanos*) et du tilapia a maintenant remplacé en grande partie l'élevage extensif du poisson-lait. La monoculture et la polyculture sont toutes deux pratiquées dans la pisciculture en cage dans les eaux douces asiatiques. Le illustration 6 sur de la République démocratique populaire lao montre un exemple où deux types de poissons à alimentation filtrée sont élevés ensemble – alimentation zooplancton et phytoplancton dans un système extensif – et où l'alimentation de l'un complète celle de l'autre. Il y a d'autres exemples d'élevage plus intensif. Dans les réservoirs indonésiens, par exemple, est apparu un système à double filets (connu sous l'appellation locale de «lapis dua»), avec l'élevage de la carpe commune dans les cages intérieures, entouré d'un élevage de le tilapia dans les cages extérieures (illustration 7). Les tilapia peuvent s'alimenter de déchets, ce qui permet, du moins, en théorie, de réduire les pertes d'aliments et de réduire ainsi les impacts des déchets alimentaires sur la qualité de l'eau et l'environnement. Les éleveurs vietnamiens de poisson-chat d'eau douce introduisent généralement de petites quantités de barbeaux et d'autres poissons fourrageurs pour réduire le plus possible le gaspillage d'aliments.

Les cages installées en eau douce sont utilisées pour la production de poisson pour le commerce, mais elles servent aussi de viviers piscicoles. Le développement extensif des petites cages pour servir de viviers – ou «hapas» - pour le tilapia et les barbeaux en République démocratique populaire lao et en Thaïlande, parfois dans de petits réservoirs, des canaux d'irrigation ou d'autres petites masses d'eau publiques, par exemple, a permis de créer des emplois pour les petits exploitants (illustration 8).

Types de masses d'eau. L'Asie est riche de ressources en eau pouvant se prêter à la pisciculture en cage, et une grande variété de masses d'eau sont utilisées pour la pisciculture en cage en eau douce. Il s'agit notamment de formations naturelles comme les lacs, les lagunes et les rivières aussi bien que de constructions artificielles, telles que les grands et les petits réservoirs, les étangs créés pour les activités minières et les canaux d'irrigation. Ces masses d'eau utilisent aussi bien les eaux stagnantes que les eaux courantes. La pisciculture en cage offre la possibilité d'exploiter divers types de ressources en eau pour la production de poisson. Une particularité de beaucoup des eaux utilisées pour la pisciculture en cage en Asie est qu'il s'agit souvent de masses d'eau à usages multiples. Cela crée des risques de conflits avec les autres usagers, et il faut donc accorder une attention particulière à l'intégration de la pisciculture aux autres utilisations des masses d'eau. Il y a aussi d'autres implications. En Indonésie, par exemple, la politique du gouvernement s'est concentrée presque uniquement sur la promotion de l'élevage commercial en cage dans les réservoirs d'eau douce du centre de Java, ce qui s'est traduit des occasions manquées de développement des pêches de capture et a eu des impacts négatifs sur les petits pêcheurs qui vivent de la pêche et qui n'ont pas les moyens d'investir dans des cages (Abery *et al.*, 2005)..

Études de cas

On trouvera ci-après quelques exemples de développement de l'élevage en cage en eau douce, qui illustrent certaines questions clés concernant l'élevage en cage en Asie.



Indonésie – pisciculture en cage dans des réservoirs

Saguling, Cirata et Jatiluhur sont situés dans le grand bassin hydrographique du Fleuve Citarum, dans le centre de l'île de Java, en Indonésie (figure 1). L'élevage des poissons d'eau douce a bénéficié d'une promotion en tant qu'activité susceptible d'augmenter la production piscicole et qui d'offrir une source de revenu aux populations déplacées par la construction de réservoirs. Plusieurs études ont été faites sur ces réservoirs peu après leur construction (Soemarworo *et al.*, 1990) et plus récemment des études ont été menées par De Silva *et al.* (2004), et par Abery *et al.* (2005).

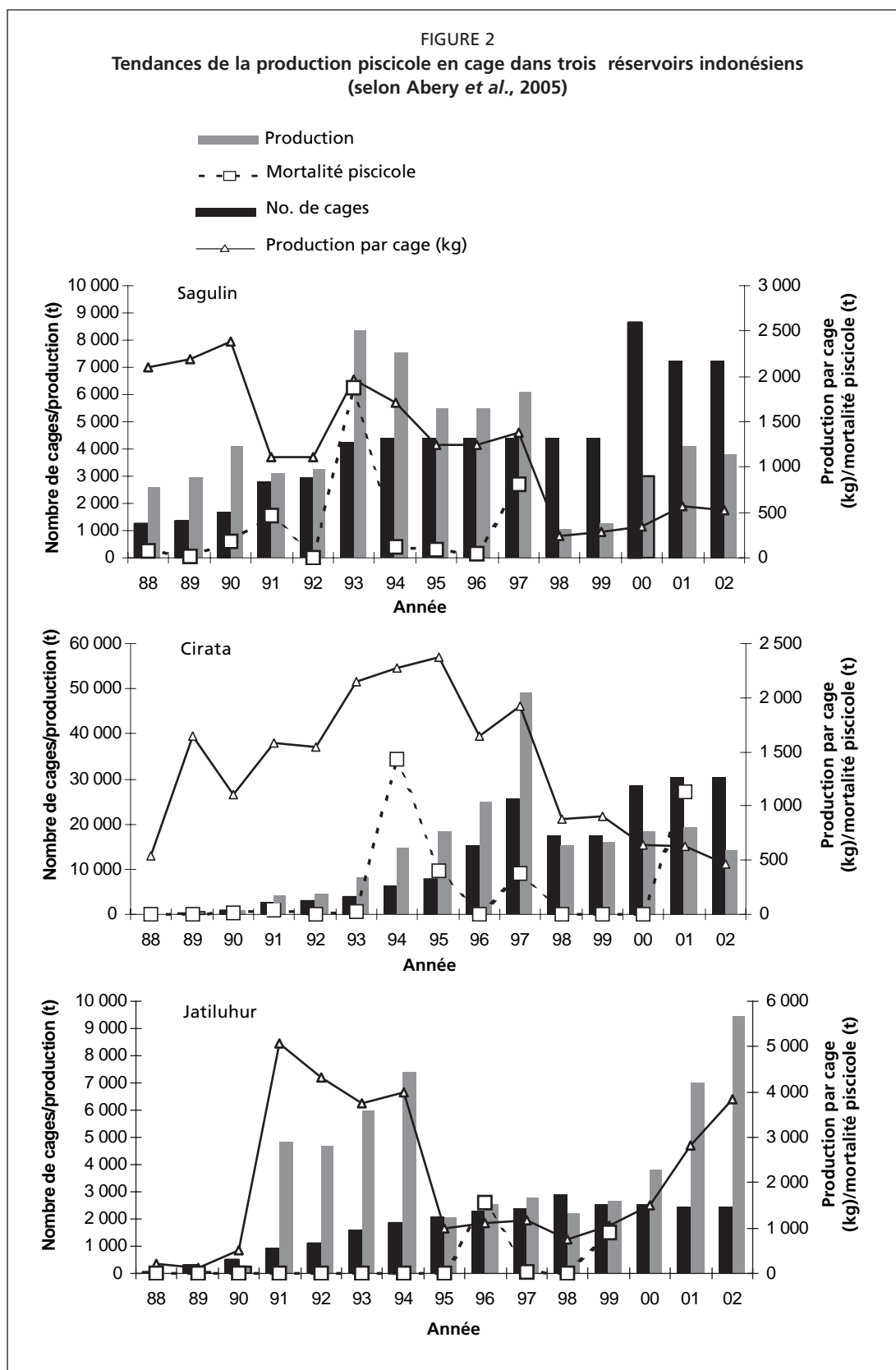
Cette étude de cas, extraite de Aberly *et al.* (2005), résume les conclusions de ces analyses récentes, décrivant des systèmes de pisciculture en cage dans les réservoirs et présentant des données sur l'histoire de la pisciculture en cage et de la pêche dans les réservoirs de Saguling, Cirata et Jatiluhur, ainsi que les leçons à en tirer.

Les systèmes en cages et l'élevage. Dans tous les réservoirs est utilisé un système d'élevage à deux filets, connu sous l'appellation locale «lapis dua». Toutes les cages mesurent 7 x 7 m. et ont un cadre en bambou (illustration 9); cependant, leur profondeur de la cage extérieure varie de 5 à 7 m d'un réservoir à l'autre, selon leur emplacement dans le réservoir et la profondeur de celui-ci et son tirant d'eau. Ainsi, la profondeur moyenne du réservoir de Cirata est d'environ 35 m et les cages sont situées dans des zones d'une profondeur moyenne d'environ 60 m, et par conséquent à Cirata, la cage extérieure mesure en général 7 m en profondeur, tandis qu'à Saguling elle n'est que de 5 m. Les cages ont des mailles de 1,5 cm et elles utilisent des filets à cinq ou six plis. Chaque filet a une durée de vie de trois à quatre ans. La cage intérieure mesure souvent 7 x 7 x 3 m et est utilisée pour l'élevage de la carpe commune (*Cyprinus carpio*). En règle générale, la cage extérieure est peuplée de tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). La taille moyenne des poissons est d'environ 7 à 8 cm, et en moyenne chaque cage reçoit environ 100 kg d'alevins de carpe commune et autant de tilapia du Nil.

La plupart des cages arrivent à réaliser deux cycles d'élevage par an. Le tilapia du Nil et la carpe commune sont récoltés à des poids individuels d'environ 330 à 500 g (2-3 poissons/kg) et de 250 kg, respectivement; le prix actuel au producteur est respectivement de 4 000 et 6 000 roupies indonésiennes le kilo (8 500 roupies indonésiennes = 1 \$EU). L'alimentation à l'aide de boulettes n'est utilisée que pour la carpe commune de la cage intérieure, et la plupart des aliments (en boulettes, aliments commerciaux obtenus auprès de divers fournisseurs) contiennent environ 11 à 13 pour cent d'humidité, 26-28 pour cent de protéines, 6 à 8 pour cent de lipides et 4 à 6 pour cent de cendre et de fibres. Le prix des diverses marques d'aliments varie de 2 420 à 2 900 roupies indonésiennes le kilo. Les poissons sont alimentés plusieurs fois par jour, à hauteur de 10 à 12 pour cent par jour de leur poids. D'après la plupart des pisciculteurs, le ratio moyen de conversion alimentaire (quantité d'aliment sec/augmentation de la biomasse humide), pour les deux espèces, varie de 1,2 à 1,3

Production de la pisciculture en cage. Le nombre des cages dans chacun des réservoirs a augmenté de façon spectaculaire au cours des 14 dernières années, sauf à Jatiluhur, où il s'est stabilisé à quelque 2 000 cages, contre respectivement environ 7 000 à Saguling et 3 000 à Cirata. Dans tous les trois réservoirs, l'accroissement du nombre des cages a entraîné une augmentation considérable dans la production de poisson. La production piscicole en cage a atteint son maximum en 1993, 1994, 1997 et 2000 à Saguling, à Cirata et à Jatiluhur, puis a diminué, sauf dans le cas de Jatiluhur où elle a augmenté ces trois dernières années. En revanche, la production par cage a baissé radicalement (figure 2); à Saguling, elle est tombée de 2 200 kg en 1989 à moins de 500 kg par cage en 2002 et à Cirata, d'un maximum d'environ 2 300 kg en 1995 à quelque 400 kg par cage en 2002. À Jatiluhur, cependant, la production piscicole totale et la production par cage ont augmenté depuis 2000, et celle-ci (environ 4 000 kg par cage) est presque au niveau de production des premières années de la pisciculture en cage.

Accroissement de la mortalité des poissons. La mort des poissons dans les cages a été constatée pour la première fois dans le réservoir de Saguling (72 tonnes) en 1988, puis dans le réservoir de Cirata (10 tonnes) en 1990 et dans le réservoir de Jatiluhur (1 560 tonnes) en 1996. Après ces cas initiaux, la mortalité piscicole a été quelque peu irrégulière dans les trois réservoirs. Les taux de mortalité piscicole varient selon les années et ils n'ont pas augmenté en proportion avec le niveau de production.



Cependant, la mortalité piscicole était typiquement absente lorsque les niveaux de production étaient très faibles comme dans les débuts de la production dans les réservoirs de Cirata et de Jatiluhur (figure 2).

La baisse de la rentabilité par cage s'explique par une détérioration de la qualité de l'eau et l'introduction d'un nouveau virus – le virus Koi herpes (VKH) – qui a eu un impact considérable sur la production. Les chargements en substances nutritives provenant de l'élevage en cage ont certainement aggravé encore les problèmes.

La mort des poissons est particulièrement liée aux températures plus froides ou à la pluviosité, qui ont fait monter les eaux profondes vers la surface. Dans les conditions normales, quand les niveaux des réservoirs sont élevés, il se produit une stratification et en général, seule la couche profonde plus froide demeure anoxique et par conséquent, les poissons sauvages ne sont pas affectés puisqu'ils ont souvent tendance à habiter dans les strates supérieures de la colonne d'eau. Lorsque le niveau de l'eau dans les réservoirs est en baisse ou lorsqu'il y a changement des conditions climatiques, il peut se produire un mélange des strates et une propagation des conditions anoxiques dans toute la colonne d'eau, avec de fortes concentrations de substances toxiques comme NH_3 -N, NO_2 -N et H_2S . La montée des eaux profondes vers la surface des eaux, qui est un phénomène bien connu des pisciculteurs, provoque la mort des poissons sauvages comme des poissons élevés en cage. Les pisciculteurs sont maintenant au courant des périodes à risque, et ils peuvent donc vendre leurs poissons avant les périodes à risque, mais la maladie et la mortalité piscicole continuent de se faire sentir sur la rentabilité.

Chargements d'azote et de phosphore. Les études faites sur les chargements en substances nutritives et sur les modèles de sédimentation montrent que les exploitations d'élevage en cage dans tous les trois réservoirs sont à l'origine des grandes quantités d'apport de substances nutritives. Des portions de ces substances nutritives sont dissoutes et une partie s'accumule dans les sédiments (mais on ne sait toujours pas avec certitude quelle quantité est reçue par les sédiments et quelle quantité de déchets est absorbée par les poissons sauvages). La matière organique s'accumule au fond du réservoir sous les cages et peut créer une forte demande d'oxygène dans un milieu où l'oxygène est déjà présent en faible quantité.

En général, les cages sont situées dans certains endroits (baies) dans les réservoirs et elles sont souvent en surnombre (illustration 10). Les conditions hydrologiques dans les baies retirées ne permettent pas un échange d'eau efficace, ce qui entraîne une plus forte accumulation des substances nutritives dans ces endroits, particulièrement dans les sédiments. La bonne implantation des cages et la réduction des densités dans les endroits où se produit un meilleur échange d'eau pourraient contribuer à réduire la mortalité piscicole. Saguling reçoit aussi une quantité considérable d'effluent domestique et industriel de la ville de Bandung dont la population est estimée à 2 millions d'habitants, ce qui contribue à la contamination de la qualité de l'eau et à la mortalité piscicole dans ce réservoir. Les exploitants des cages vivent sur les sites des cages et ajoutent encore aux charges de substances nutritives et de matière organique dans les masses d'eau.

Les poissons sauvages et les pêcheurs. De beaucoup, les principales espèces prélevées dans tous les trois réservoirs sont diverses espèces de tilapia, suivie de la carpe commune. La production de poissons sauvages dans les trois réservoirs a généralement augmenté au cours des dix dernières années, probablement en raison des fuites des poissons d'élevage. On a noté une diminution des prises de poissons sauvages dans le réservoir Jatiluhur, qui ont enregistré de fortes baisses en 1996, en 1997 et en 1999 où a été constatée une certaine mortalité piscicole. Le développement de la pisciculture en cage dans les réservoirs présente donc des avantages et des inconvénients pour les moyens de subsistance des pêcheurs. Il semble ressortir des études préliminaires qu'une approche intégrée de la production de poisson dans le réservoir – tenant compte à la fois de la gestion de l'élevage en cage et de la pêche de capture – pourrait améliorer la production d'ensemble de poisson et les avantages socioéconomiques du réservoir.

Systèmes de gestion. La responsabilité d'ensemble de la gestion n'est pas confiée aux mêmes autorités pour les trois réservoirs; les aspects concernant la pêche sont administrés par les autorités du District, qui relèvent elles-mêmes de l'administration provinciale. Dans le cas du réservoir Cirata, la pêche relève de la juridiction des autorités de trois districts: Bandung, Purwarkarta et Cianjur. Ce sont les Autorités des districts chargées de la gestion de la pêche qui délivrent les licences pour la pisciculture en cage, contrôlent et recueillent les données sur la production et surveillent également la pêche. Dans le cas de Saguling, il n'y a pas de système de délivrance de licences et une politique d'accès ouvert est donc maintenue, ce qui contribue probablement à l'excès de prolifération des cages et, en fin de compte, à la mortalité piscicole dans ce réservoir.

Dans tous les réservoirs, les sites d'implantation des cages et le nombre de licences à délivrer ont été déterminés d'avance. Cependant, au fil des années, les activités de pisciculture en cage se sont intensifiées avec l'utilisation d'un plus grand nombre d'unités utilisées par les pisciculteurs individuels, l'adoption des systèmes d'élevage à deux filets, l'augmentation de la densité de chargement et des taux d'alimentation, entraînant une tendance générale à un chargement excessif. Les systèmes de gestion les plus efficaces sont ceux du réservoir de Jatiluhur, où les responsabilités de la gestion sont plus claires et où est appliqué un système de zonage agréé par les parties prenantes.

Les enseignements. Les principales leçons à tirer de cet exemple sont les suivantes: (a) l'augmentation du chargement des réservoirs en substances nutritives et la combinaison d'un excès de chargement et d'un mauvais choix des emplacements pour les cages ont entraîné une détérioration de la qualité de l'eau, avec les conséquences que cela comporte pour les poissons élevés en cage et pour la rentabilité de la pisciculture; (b) le développement de l'élevage en cage a un impact sur la pêche de poissons sauvages; il faut à présent tendre à une gestion intégrée des réservoirs, axée sur des avantages optimums pour les pêcheurs et les pisciculteurs, de manière à soutenir un développement harmonieux de ces deux activités; (c) un système efficace de délivrance de licences, tenant compte de la charge en substances nutritives et en matières organiques, et une meilleure gestion des fermes sont indispensables pour limiter la production piscicole aux zones désignées dans les réservoirs. Il faudra davantage de travaux de recherche afin de déterminer la charge optimale. Il sera nécessaire de parvenir à un consensus entre les parties prenantes locales sur une gestion locale conjointe et des responsabilités clairement définies.

Viet Nam – l'élevage du poisson-chat en cage dans le fleuve Mékong

Le delta du Mékong est l'une des plus importantes régions de pêche et d'aquaculture du Viet Nam, enregistrant une production totale de 740 000 tonnes pour l'aquaculture en 2003, soit près de 70% de la production totale de l'aquaculture du pays. L'élevage du poisson-chat d'eau douce est une activité importante de l'aquaculture en eau douce dans la région du Mékong, où les poissons sont élevés dans des cages flottantes, des enclos et des étangs. L'élevage du «Tra» (*Pangasius hypophthalmus*¹) et du «basa» (*Pangasius bocourti*) est une activité traditionnelle pour de nombreux pisciculteurs du delta du Mékong (Trong *et al.*, 2002) (illustration 11). Depuis les réformes de libéralisation commerciale lancées par le gouvernement vers la fin des années 80, la production des poissons-chats a augmenté considérablement, grâce à des systèmes de production et de commercialisation de plus en plus organisés ainsi qu'aux ventes à l'exportation. La production a atteint 120 000 tonnes en 2003 et restait en hausse en 2004 (Nguyen et Phillips (2004) et Phillips (2002).

¹ Cette espèce est aussi connue sous le nom de *Pangasianodon hypophthalmus* – Van Zalinge *et al.* (2002).

Systèmes d'élevage et gestion. En 2003, il y avait plus de 5 000 cages à poissons dans quatre provinces du delta du Mékong. La dimension des cages varie de 50 à 400 m³, les plus grandes cages étant généralement situées en dessous des logements des pisciculteurs (voir illustration 1). Le poisson-chat de rivière, le poisson à tête de serpent et le *Barbodes altus* (barbeau rouge-queue), le barbeau argenté et la carpe commune sont les espèces que l'on trouve le plus souvent dans l'élevage en cage. Les cages sont peuplées d'une espèce principale et de quelques carpes communes pour utiliser les aliments non consommés. Pour le poisson-chat d'eau douce et le poisson à tête de serpent, les densités de chargement pour les viviers et l'élevage sont 200-300 et 80-150 poissons/m³, respectivement, pour une taille de 5-6 g. D'autres espèces sont introduites à raison de 80-100 poissons/m³. L'espèce principale élevée dans la région est le poisson-chat d'eau douce, pour répondre à la forte demande de ce produit à l'exportation. L'espèce «basa» a une plus grande valeur, mais sa production est limitée par la difficulté de se procurer des semences. L'espèce «Tra» est dominante, et les poissons élevés dans les cages sont généralement perçus comme étant d'une meilleure qualité, et se vendent donc à un prix meilleur que les poissons élevés en étang. La figure 3 illustre certaines tendances récentes des prix et laisse apparaître des différences intéressantes entre les espèces et les systèmes d'élevage. C'est ce qui explique l'ampleur de l'investissement a été consacré à l'élevage en cage dans le delta du Mékong.

Dans les cages, les poissons-chats sont nourris au moyen de boules gluantes produites à même la ferme avec un mélange de son du riz, de riz cassé et de poissons déchets. Certaines formulations diététiques piscicoles sont disponibles, mais les pisciculteurs préfèrent les aliments qu'ils préparent sur place – dans leur ferme – pour des raisons de tradition et de prix. Auparavant, ils utilisaient les végétaux pour les poissons-chats de rivière, mais ils ont cessé de les utiliser comme ingrédients car ils contiennent des caroténoïdes, qui font que la chair de l'espèce aujourd'hui dominante, *P. hypophthalmus*, jaunit et se trouve rejetée par les usines de transformation en filets de poisson. Les poissons-chats sont élevés pendant 10-14 mois et leurs rendements sont très élevés, variant de 80 à 120 kg/m³. L'élevage en cage des espèces très prisées exige des niveaux d'investissement qui dépassent les moyens des pisciculteurs pauvres et marginaux. Cependant, de très grands nombres de pauvres participent à cette activité, en qualité d'ouvriers dans les usines de transformation.

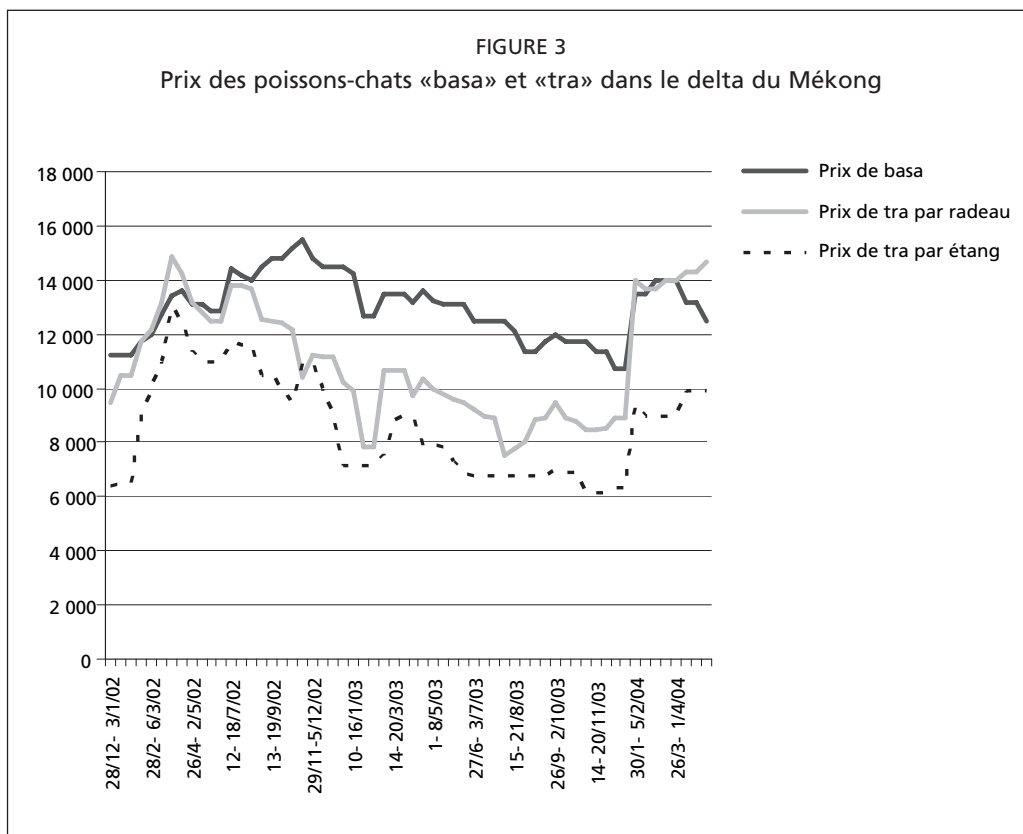
La production de poisson dépend fortement de l'approvisionnement en poissons déchets de faible valeur provenant des pêches de capture aussi bien en eau douce qu'en mer au Viet Nam et au Cambodge. L'utilisation de poissons déchets pour l'aliment des poissons d'élevage en cage permet de transformer un produit de faible valeur économique en un produit d'une plus grande valeur – les poissons élevés en cage – mais inspire des préoccupations concernant les impacts de l'expansion de la demande sur l'environnement et la difficulté pour les consommateurs pauvres de se procurer du poisson. Edwards, Le Anh Tuan et Allan (2004) ont noté que la demande de poissons de faible valeur pour l'alimentation des poissons-chats a contribué à la hausse des poissons déchets et s'inquiètent des conséquences pour les consommateurs pauvres qui se utilisent les poissons de faible valeur pour leur alimentation.

Les questions environnementales se posent également au sujet de l'impact que les déchets produits par l'élevage en cage ont sur la qualité des eaux fluviales et sur les maladies des poissons. Il semble, d'après les études effectuées sur les déchets ainsi produits, que le débit rapide du fleuve Mékong réduise les impacts sur l'environnement. Cependant, les pisciculteurs se plaignent du fait que la qualité de l'eau pose un problème particulier pendant la saison sèche où ce débit est moins rapide, et devient préoccupante quand les riziculteurs déversent les eaux chargées de pesticides et d'engrais de leurs rizières. Ces périodes sont également marquées par l'éruption de maladies chez les poissons-chats de rivière

Diversité des parties prenantes. Bien que les niveaux d'investissement dans l'élevage en cage dépassent les moyens des populations pauvres du delta du Mékong, ce secteur à caractère très commercial offre des moyens de subsistance à des populations nombreuses et diverses pour lesquelles il est une importante source d'emplois. En 2003, les cages et les étangs ont fourni ensemble des emplois à plus de 11 000 familles et à quelque 30 000 paysans sans terres qui travaillent en qualité d'ouvriers, particulièrement dans l'alimentation des poissons, dans les deux principales provinces piscicoles situées près de la frontière cambodgienne (Nguyen et Phillips, 2004). En 2003, plus de 8 000 personnes ont également travaillé dans les usines de transformation du poisson, produisant des filets de poissons-chats pour l'exportation. Les femmes pauvres représentent une proportion particulièrement forte, de plus de 70 pour cent, de la main d'œuvre de ces usines. Plusieurs milliers de personnes travaillent également à la prestation des services (financement et crédit, aliments et semences pour poissons, commerce, services vétérinaires, emmagasinage et transport) pour l'industrie de l'élevage des poissons-chats.

Vulnérabilité de la commercialisation. L'industrie vietnamienne du poisson-chat s'est développée avec succès, occasionnée par la demande croissante du marché et la production d'un produit compétitif. L'histoire récente montre que cette industrie, et les gens qui y travaillent, sont vulnérables aux fluctuations du marché international.

Le succès de ce secteur et les exportations croissantes vers les États-Unis d'Amérique en particulier sont à l'origine de l'affaire bien connue des mesures «anti-dumping» prises contre le Viet Nam. En juin 2002, la Commission du commerce extérieur (ITC) du Département du commerce des États-Unis (DOC) a reçu une pétition de l'Association des éleveurs des poissons-chats des États-Unis d'Amérique et de huit établissements individuels de transformation des poissons-chats aux États-Unis d'Amérique, demandant qu'une enquête anti-dumping soit effectuée sur dans



les importations de certains filets de poissons congelés vietnamiens. Les signataires de la pétition estimaient que les filets de poissons congelés vietnamiens étaient vendus aux États-Unis d'Amérique à un prix inférieur à leur coût de production et que ces importations portaient atteinte à la production intérieure de poissons-chats des États-Unis d'Amérique. Après son enquête, en janvier 2003, le Département du commerce s'est prononcé en faveur de l'industrie du poisson-chat des États-Unis et a imposé une série de droits d'entrée de 37 à 53 pour cent contre les exportateurs de poissons-chats vietnamiens. Cette décision a eu de profondes répercussions sur les intéressés. L'effet le plus immédiat a été une baisse du prix au producteur du basa de 14 000 dông à des prix proches des coûts de production d'environ 7 000 dông (voir figure 3). Les pisciculteurs, les associations d'éleveurs, les usines de transformation et le gouvernement ont pris diverses mesures, à savoir, (a) une réduction des coûts, particulièrement par les éleveurs et les entreprises de transformation, provoquant des pertes d'emplois parmi les éléments les plus pauvres qui travaillaient comme ouvriers ou comme manœuvres dans les usines de transformation; (b) une promotion de la consommation intérieure, à travers des campagnes de commercialisation qui ont suscité une augmentation considérable de la consommation des poissons-chats au Viet Nam et une réduction de la dépendance immédiate à l'égard des marchés d'exportation. Cette campagne en faveur de la consommation intérieure a heureusement (pour les éleveurs des poissons-chats), a coïncidé avec une éruption de grippe aviaire et suscité un accroissement de la demande de produits piscicoles; (c) la diversification des marchés internationaux et des produits, aidant ainsi à réduire la dépendance vis-à-vis du marché des États-Unis d'Amérique, et favorisant l'ouverture de nouveaux marchés en Asie et en Europe pour des produits de poisson-chat plus diversifiés; et (d) de nouveaux investissements dans les mesures de contrôle de qualité pour assurer les nouveaux marchés de la qualité des produits.

Ces efforts concertés de l'industrie et les actions du gouvernement ont porté leurs fruits. Après une baisse au cours de l'année 2003, l'élevage en cage du poisson-chat dans le delta du Mékong a connu une reprise considérable en 2004 et a atteint des niveaux record de production et d'exportation, mais avec une politique privilégiant l'élevage en étang au détriment de l'élevage en cage (Hung, Le Tanh, pers. comm.).

Enseignements. Le cas du Viet Nam illustre le succès du développement d'un élevage commercial en cage fondé sur le poisson-chat de rivière, mais aussi la vulnérabilité de ce secteur aux changements sur les marchés internationaux. Bien que de nombreux pisciculteurs et entreprises de transformation se situent au-dessus de la couche socioéconomique la plus basse, ce secteur a réussi à employer de grands nombres de personnes pauvres dans une région où ces personnes habitent en grands nombres. Les changements sur le marché ont eu un impact sur certains des groupes les plus pauvres. La vulnérabilité a encore été accentuée par l'absence de solides politiques de protection sociale («les filets de sécurité»).

Les enseignements à tirer de cet exemple sont les suivants: (a) l'élevage en cage du poisson-chat de rivière au Viet Nam était et reste une activité rentable, produisant des produits de meilleure qualité que l'élevage en étangs en raison des systèmes d'eau courante utilisés; (b) le développement d'un secteur de l'élevage en cage prospère a procuré des avantages considérables à un large éventail de parties prenantes; (c) pour être compétitifs sur les marchés internationaux, les entreprises vietnamiennes ont dû investir considérablement dans l'application des normes d'hygiène et un contrôle de qualité; (d) bien que les études aient montré que l'élevage en cage n'a pas d'effet sensible sur la qualité de l'eau, à cause du débit rapide du fleuve, les problèmes d'environnement occasionnés par les variations de la qualité de l'eau et par les maladies sont importants; les règles de zonage et les restrictions imposées par le gouvernement au nombre des cages ont aidé à limiter ces impacts, et seront indispensables à la survie du secteur; (e) le

Aspects techniques

Ces questions ont trait à la conception des cages, à leur construction, aux systèmes d'élevage et aux pratiques de gestion. Les principales questions techniques concernent la qualité et la disponibilité des semences, la disponibilité d'aliments appropriées à des coûts abordables ainsi qu'à la conception et à l'exploitation des systèmes de cages rentables. En eau douce, la rentabilité des investissements dans les cages est un facteur dominant, en raison du prix du marché relativement bas de la plupart des espèces produites.

Aspects sociaux

Le développement de la pisciculture en cage offre aux éléments de la communauté qui ne possèdent pas de terres la possibilité de se lancer dans la pisciculture pour la production destinée au marché ou pour l'alevinage. En ce qui concerne les pêcheurs et les pisciculteurs les plus pauvres, une aide considérable et des subventions pourraient être nécessaires pour leur permettre de s'engager dans la petite pisciculture en cage (Hambrey et Roy, 2002). La pisciculture en cage se pratique généralement dans des masses d'eau publiques, suscitant des possibilités de conflit social si elle n'est pas bien planifiée et gérée. Il est donc nécessaire d'accorder beaucoup de soins à la planification et d'effectuer les consultations nécessaires afin d'éviter les impacts sociaux négatifs. Les questions d'équité est également importantes.

Économie et marchés

Les questions d'économie et de marché sont évidemment importantes aussi bien du point de vue de l'investissement nécessaire (et de la capacité de divers groupes sociaux d'y participer) que de la rentabilité de l'élevage et du risque lié aux investissements dans la pisciculture en cage. L'aptitude à faire face à la concurrence sur les marchés internationaux, la nécessité d'être conscient des risques du marché et de savoir les gérer sont des questions importantes dont dépend le succès du développement de l'élevage en cage dans la région. Le développement des marchés locaux est une option qui peut aider à réduire l'exposition aux risques internationaux.

Le tableau 1 résume les coûts et la rentabilité de la monoculture en cages du tilapia (100 m²) dans certains pays asiatiques. Toutes les valeurs sont exprimées en dollars des États-Unis d'Amérique (\$EU) par unité de superficie de cage (Dey et Paraguas, 2001); les chiffres ont été convertis en prix de 1999 sur la base des indices des prix de gros en dollars dans chaque pays. Le tableau montre que les cages chinoises fournissant des rendements substantiellement plus élevés par cycle de production, mais les activités de pisciculture en cage en Indonésie et en Thaïlande sont, en moyenne, plus rentables que celles des deux autres pays. Les exploitants des cages aux Philippines dépensent en moyenne 0,43 \$EU/kg contre 1,30 \$EU/kg en Chine.

TABEAU 1
Coûts et rentabilité de la monoculture en cages du tilapia (1999) (modifiés d'après Dey et Paraguas, 2001). Toutes les valeurs sont en \$EU par unité de superficie de la cage.

| Paramètre | Chine | Indonésie | Philippines | Thaïlande |
|---|--------|-----------|-------------|-----------|
| Rentabilité brute | 10 724 | 756 | 649 | 428 |
| Coûts variables | 6 181 | 280 | 297 | 350 |
| Coûts fixes | 1 132 | 57 | 165 | 10 |
| Total des coûts | 7 313 | 337 | 462 | 359 |
| Rentabilité par rapport aux coûts variables | 4 543 | 476 | 352 | 78 |
| Rentabilité nette | 3 411 | 419 | 187 | 68 |

Le tableau 2 montre la part des coûts variables des divers intrants utilisés dans l'élevage en cage du tilapia dans les mêmes pays asiatiques (aussi modifiés après Dey et Paraguas, 2001).

Dans tous les pays, les aliments représentent l'élément de coût le plus élevé, surtout en Thaïlande où ils représentent 87 pour cent du total des coûts variables. Ces chiffres ont été analysés de façon plus approfondie du point de vue:

- de l'avantage comparatif: l'avantage économique pour le pays de développer la production et le commerce du produit;
- de l'avantage concurrentiel: le pays peut-il réussir à soutenir la concurrence dans la commercialisation du produit sur les marchés internationaux.

Les deux paramètres ont été calculés sur la base du coût des ressources intérieures (CRI). Le CRI est le quantum des ressources intérieures qu'un pays utilise pour gagner (à travers les exportations) ou épargner (à travers la substitution aux importations) pour une unité de devise nette dans la production du produit (Medalla, 1983).

TABLEAU 2

Coûts et intrants (en pourcentage) dans la pisciculture en cages du tilapia dans certains pays asiatiques (modifiés d'après Dey et Paraguas, 2001 – à noter que les valeurs pour les Philippines et la Thaïlande n'atteignent pas les 100%)

| Paramètre | Chine | Indonésie | Philippines | Thaïlande |
|---------------------|------------|------------|-------------|--------------|
| Charge | 38.0 | 43.9 | 27.1 | 10.8 |
| Aliments | 54.3 | 44.8 | 53.2 | 86.5 |
| Main-d'œuvre | 3.1 | 9.4 | 17.1 | 7.2 |
| Recrutée | 0.9 | 9.4 | 8.9 | 4.3 |
| Familiale | 2.2 | - | 8.2 | 2.9 |
| Autres | 4.6 | 1.9 | 0.2 | - |
| Total | 100 | 100 | 97.6 | 104.5 |

TABLEAU 3

Avantages compétitif et comparatif de l'élevage en cage du tilapia dans certains pays asiatiques (modifiés d'après Dey et Paraguas, 2001)

| Paramètre | Chine | Indonésie | Philippines | Thaïlande |
|--|--------|-----------|-------------|-----------|
| Prix Moyens indicatifs (US\$/kg) | 0.94 | 0.40 | 0.94 | 0.94 |
| Rendement (équivalent du poids du poisson vivant en kg) ^a | 5 613 | 789 | 540 | 780 |
| Rendement équivalent du surgelé (kg) | 5 103 | 717 | 491 | 709 |
| Analyse économique | | | | |
| Coût intérieur (monnaie locale) | 36 322 | 1 922 204 | 14 121 | 6 069 |
| Coût extérieur (monnaie locale) | 17 129 | 699 959 | 4 563 | 8 463 |
| Coût total | 53 542 | 2 622 163 | 18 685 | 14 532 |
| CRI ^b (utilisant le prix frontière de 1999) | 12.64 | 3 193.13 | 38.1 | 12.8 |
| SER | 8.91 | 9 744.9 | 50.5 | 43.9 |
| CRR ^d | 1.42 | 0.33 | 0.75 | 0.29 |
| Analyse financière | | | | |
| Coût intérieur (monnaie locale) | 40 201 | 2 209 177 | 16 144 | 6 069 |
| Coût extérieur (monnaie locale) | 19 033 | 777 733 | 5070 | 8 463 |
| Coût total | 59 234 | 2 986 910 | 21 214 | 14 532 |
| DRC ^b (utilisant le prix frontière de 1999) | 16.43 | 376 981 | 45.99 | 13.35 |
| TCO ^c | 8.10 | 8 859 | 45.99 | 39.95 |
| CRR ^d | 2.03 | 0.43 | 1.00 | 0.33 |

^a rendement enregistré ÷ 1.1

^b Coût en ressources intérieures

^c Taux de change officiel

^d Coût relatif de ré-utilisation

Le tableau 3 montre l'avantage concurrentiel et l'avantage comparatif de l'élevage en cage du tilapia dans les pays asiatiques choisis.

Le prix moyen du tilapia surgelé aux États-Unis d'Amérique en 1999 a été utilisée comme le prix frontière (1,24\$EU/kg) pour tous les pays, après ajustement pour le fret et l'assurance.

L'analyse montre que tous les pays ont un avantage comparatif dans l'élevage en cage du tilapia, sauf la Chine. Quand l'on prend en compte les distorsions des prix sur le marché, seules les exploitations en Indonésie et en Thaïlande peuvent rivaliser avec d'autres pays pour les exportations de tilapia aux États-Unis d'Amérique. Les Philippines ne sont pas compétitives en raison des distorsions sur le marché intérieur (avantage compétitif neutre). La Chine a besoin de prix frontière d'au moins 1,18\$EU et 1,43\$EU/kg pour maintenir à la fois son avantage comparatif et son avantage compétitif; à défaut, le rendement devrait être 7 000/kg/m² et 7 780/kg/m² avec un prix frontière de 0,94\$EU et un taux de change officiel (TCO) de Ch¥ 8,28/\$US pour soutenir à la fois son avantage comparatif et son avantage compétitif, (Dey et Paraguas, 2001).

Questions écologiques et environnementales

Les questions environnementales sont particulièrement importantes et risquent de prendre encore plus d'importance à l'avenir, à mesure que s'accroît la pression sur les ressources en eau douce. La raison principale est que les cages et les enclos sont des systèmes «ouverts» et il y a donc interaction entre ces systèmes et le milieu environnant et le autres usagers des ressources. Les cages peuvent être hasardeuses et vulnérables:

- aux impacts sur la pisciculture en cage – pollution des eaux, écoulement des eaux, fluctuations de la profondeur, prédateurs, braconnage et risques provoqués par un changement «extérieur» de l'environnement;
- à «l'autopollution» par la libération de substances nutritives et de matière organique – sédiments, qualité de l'eau et maladie, entraînant des problèmes de durabilité;
- aux risques de poser des problèmes d'environnement pour autres usagers – dégradation du cadre visuel, impact sur la navigation et sur les petits pêcheurs;
- aux impacts éventuels sur les stocks de poissons sauvages, par exemple par les fuites, les espèces exotiques, la transmission des maladies et l'implantation des cages sur les frayères.
- A la «perte» des ressources locales qui peut avoir un impact sur d'autres –nourriture pour les poissons carnivores, herbes pour la carpe herbivore et matériaux de construction (les forêts!).

Le développement de systèmes de gestion de l'environnement efficaces est donc une question importante dont peut dépendre le développement à venir de l'élevage en cage en Asie.

Politique gouvernementale et appui juridique

La politique gouvernementale et l'appui institutionnel et juridique sont des facteurs importants pour le développement de l'élevage en cage en Asie. Alors que, dans bien des cas, le développement s'est déroulé sans forte intervention du gouvernement au niveau des petites exploitations, ce qui a souvent abouti à une expansion incontrôlée, dans la plupart des pays, les gouvernements ont mis en place une politique de soutien au développement de l'aquaculture, et le soutien technique a permis le développement de l'élevage en cage. La section suivante traite de certains de ces aspects ainsi que du cadre de contrôle et de réglementation qui semble convenir aux conditions asiatiques, en mettant l'accent sur les aspects environnementaux. Le Code de conduite pour une pêche responsable (FAO,1995) peut être consulté aussi pour des conseils sur les questions clés à prendre en compte dans le développement de l'élevage en cage et les responsabilités générales des états et du secteur de l'élevage à l'égard d'un développement responsable.

ENCADRÉ 1

Recommandations concernant l'établissement des zones d'aquaculture en cage dans un réservoir d'eau douce (d'après Phillips, 1998)**Étape 1: Identifier la zone**

Activités: Établir un inventaire des ressources, en particulier, identifier les zones et les utilisations appropriées; identifier des parties intéressées par le réservoir; procéder à des consultations avec ces parties (collectivités locales, gouvernement); identifier et délimiter les zones appropriées.

Questions: Les profondeurs appropriées, la capacité de charge, présence ou absence d'habitats piscicoles importants, frayères, utilisations actuelles. La zone doit permettre un espacement adéquat des cages. Des consultations et un accord avec les parties prenantes sont indispensables. Les discussions sur le zonage devraient se dérouler dans le contexte de la gestion de la pêche et de l'ensemble des utilisations du réservoir.

Étape 2: Détermination du groupe d'utilisateurs

Activités: Consultations entre les parties prenantes pour la détermination du groupe.

Questions: Veiller à assurer la participation des groupes cibles. Le système de zonage peut servir de base pour faire valoir les droits de certains groupes et utilisateurs. Les questions d'équité doivent être étudiées soigneusement.

Étape 3: Accord sur un système de gestion des zones

Activités: Élaboration du système de gestion par le groupe d'utilisateurs; conditions requises identifiées pour le soutien institutionnel; formation/renforcement des capacités des groupes d'utilisateurs et des institutions de soutien; définition des activités de gestion et des responsabilités, par exemple, sécurité, commercialisation, viviers, etc.

Étape 4: Établissement légal des zones

Activités: Le choix de l'emplacement des zones, des groupes d'utilisateurs et du système de gestion doivent être approuvés par l'administration locale.

Questions: La nature exacte du statut juridique devrait faire l'objet de discussion avec les groupes d'utilisateurs et l'administration locale dans le cadre du processus de consultation ci-dessus. Les questions d'incitation/désincitation peuvent être examinées. Approbation du système de délivrance de permis.

Considérations environnementales concernant la pisciculture en cage***Implantation et le choix de la masse d'eau***

Le choix de l'emplacement pour l'élevage en cage influe énormément sur les chances de succès de la ferme, sur les risques environnementaux et sur les interactions sociales. Les principales questions qui se posent sont les suivantes:

- Le choix de sites appropriés du point de vue de l'environnement pour les espèces élevées (température, oxygène dissous, disponibilité d'aliments naturels pour l'élevage extensif) et le système d'élevage (par exemple, profondeur des eaux, habitat).
- Le choix de sites susceptibles de réduire les risques de changement causé à l'environnement par d'autres activités (par exemple, pollution industrielle, rurale) ou impacts des événements naturels, comme la prolifération d'algues nuisibles, sur les investissements dans l'élevage en cage.
- Le choix de sites susceptibles de réduire les impacts de l'élevage en cage sur la qualité de l'eau, sur les habitats aquatiques principaux et sur les autres utilisateurs de l'eau.

- Le choix de sites dans des formations lacustres, des lacs et des réservoirs, en amont des fleuves où se trouvent généralement les viviers de la plupart des espèces indigènes, et où l'accès aux bassins hydrographiques supérieurs de ces masses d'eau devient relativement facile.

Pour répondre à ces questions, il faut des actions de gestion de la part du gouvernement ainsi que du secteur de l'élevage.

Les Gouvernements peuvent prendre la responsabilité d'assurer la réglementation du développement en établissant des systèmes de délivrance de permis ou des zones où l'élevage en cage est autorisé. La plupart des systèmes qui réussissent ont tendance à se trouver aux endroits où l'administration locale participe activement à l'élaboration des règles de délivrance de permis ou de zonage, ou dans les zones où des accords de gestion ont été élaborés conjointement par les pisciculteurs locaux et l'administration locale (co-gestion). Dans les réservoirs chinois, par exemple, une forte réglementation locale a permis le zonage de régions pour la pisciculture en cage, aidant ainsi à optimiser la production de l'élevage en cage et des pêches (Wu, Guo et Yang, 2000) L'illustration 12 montre une photo aérienne de Hongkong, où (dans les eaux maritimes) le gouvernement a désigné des zones spéciales destinées à l'élevage en cage, en tenant compte de la capacité de charge, en vue de réduire les impacts de l'élevage en cage et les interactions avec les autres usagers côtiers. L'environnement est constamment surveillé afin de déterminer que les zones se prêtent toujours à l'élevage. L'encadré 1 se réfère à un exemple du processus de zonage conçu pour un réservoir d'eau douce au Viet Nam (Phillips, 1998).

Dans certains cas, les gouvernements asiatiques ont décidé de restreindre l'élevage en cage dans certaines masses d'eau. En République de Corée du sud, le gouvernement a décidé d'interdire l'élevage de la carpe d'eau douce dans les réservoirs d'eau potable, en raison de préoccupations quant aux impacts de l'élevage sur la qualité de l'eau (Kim, 2000). Des enclos ont été également retirés de certains endroits du lac Tai Hu, dans la Province de Jiangsu, en Chine, par crainte des répercussions sur la qualité de l'eau et sur la beauté du site. Il y a de nombreuses possibilités de conception au niveau de la ferme et de décisions d'exploitation pour améliorer la gestion environnementale de la pisciculture en cage. Le choix du type de cage et l'amarrage, la distribution des cages, l'utilisation de cages adaptées à l'endroit (par exemple, la nécessité d'éviter d'utiliser des cages pour rivières dans les réservoirs) jouent tous un rôle important pour la réussite économique de la pisciculture en cage et sa performance environnementale. Le Gouvernement peut aider en apportant son appui par le biais de la vulgarisation et de la formation.

Contrôle des déchets et gestion de l'effluent

La durabilité environnementale de l'élevage en cage et en enclos est étroitement liée à la capacité de l'environnement:

- À absorber les déchets sans nuire à la qualité de l'eau ou porter atteinte à l'aptitude à long terme du lac, du réservoir ou de la masse d'eau à absorber les déchets;
- À fournir les intrants nécessaires à la poursuite de l'élevage: dans les formes plus «intensives» d'aquaculture en cage/enclos, la préoccupation principale est l'oxygène dissous; dans ses formes plus extensives, il faut une productivité naturelle, par exemple, du plancton, pour alimenter les poissons à travers un filtre.

Les déchets provenant des cages y compris les substances nutritives, la matière organique, les déchets et autres matières (provenant soit directement de la pisciculture soit d'activités connexes, telles que le fait que des humains vivent au-dessus des cages) peuvent entraîner une grave détérioration de la qualité de l'eau et des sédiments. L'ampleur de cet impact dépend des diverses caractéristiques de la ferme et de son emplacement (hydrologie, niveaux de production, pratiques de gestion de la ferme et autres). En général, les élevages en cage extensifs sont consommateurs nets de la productivité de base et des substances nutritives de la masse d'eau, tandis que les élevages intensifs en sont producteurs nets. L'élevage semi-intensif peut soit stimuler soit réduire les niveaux de substances nutritives et la productivité (Beveridge, 2004).

ENCADRÉ 2

Facteurs utilisés pour déterminer la capacité d'assimilation dans un réservoir de région montagneuse au Viet Nam utilisé pour l'élevage de la carpe herbivore (modifié d'après Phillips, 1998)

- Apport d'eau: plus il y a de l'eau, plus il y a dilution des déchets (matières fécales, substances nutritives, matière organique dissoute) donc moins de risque de détérioration de la qualité de l'eau. Cet apport est lié au bassin hydrographique (et au type d'utilisation des sols), à la pluviosité et aux phénomènes saisonniers.
- Volume du réservoir: les plus gros réservoirs (profondeur moyenne par rapport à la superficie) offrent une plus grande capacité d'absorption des déchets. Un plus gros volume d'eau en saison sèche améliore aussi la capacité d'assimilation de l'environnement du réservoir aux moments critiques.
- Production de la pisciculture en cage: Le volume de production déterminera la quantité de déchets produits, en particulier le volume de matières organiques et des substances nutritives. La gestion et l'emplacement du site, de même que les facteurs saisonniers, jouent aussi un rôle important dans le déversement de déchets pour un niveau de production donné.
- Qualité et diverses utilisations de l'eau: la qualité de l'eau détermine si un réservoir peut se prêter à la pisciculture en cage, ainsi que sa capacité d'absorption d'un surcroît de substances nutritives et des matières organiques. L'utilisation actuelle de l'eau permet également de déterminer à quel point les variations de la qualité de l'eau sont acceptables (par exemple, ces variations pourraient ne pas être acceptables dans un réservoir d'eau potable, mais pourraient l'être dans un réservoir d'eau d'irrigation pour l'agriculture). Dans beaucoup d'environnements d'eau douce, les concentrations de phosphore sont utilisées comme indicateur du niveau trophique de la masse d'eau.

Sur le plan local, ces problèmes peuvent avoir un impact sur la qualité de l'eau et sur la réussite de l'élevage. Et de façon plus significative, ces problèmes pourraient avoir des effets sur la qualité globale d'une masse d'eau ainsi que sur sa valeur et son utilité pour les autres fermes d'aquaculture et les autres usagers. Dans la région, il y a plusieurs exemples des conséquences de l'élevage en cage intensif (par exemple, l'élevage de la carpe dans des réservoirs en Indonésie, l'élevage de la carpe herbivore au Viet Nam) et de l'élevage en cage extensif (par exemple, Laguna De Bay aux Philippines). Les questions clés ont trait:

- À la nécessité de maintenir les niveaux de production piscicole et de production de déchets dans les limites de la capacité d'assimilation de l'environnement (sur le plan local et dans l'ensemble de la masse d'eau).
- À la nécessité de réduire les déchets par une utilisation efficace des aliments et d'autres pratiques de gestion.

Une bonne partie de la recherche a porté sur l'étude du déversement des déchets provenant de l'élevage en cage en zone tempérée et sur l'établissement des modèles permettant de prédire les impacts sur l'environnement (pour une étude détaillée voir Beveridge, 1994), mais seules quelques études pratiques ont été effectuées en Asie. En règle générale, les gouvernements des pays d'Asie n'ont pas intégré les évaluations de la capacité d'assimilation à leurs cadres de réglementation, probablement à cause des complexités et des coûts que cela comporte, bien qu'ils montrent un certain intérêt (par exemple en Indonésie) pour de genre d'évaluation. L'encadré 2 donne des exemples

ENCADRÉ 3

Recommandations pour la gestion et l'implantation visant à réduire les impacts environnementaux de la pisciculture en cage dans un réservoir en région montagneuse utilisé pour l'élevage en cage de la carpe herbivore au Viet Nam (modifié de Phillips, 1998)**Pratiques de gestion:**

- Utiliser des pratiques d'alimentation efficaces et des régimes diététiques appropriés, pour réduire le gaspillage.
- Utiliser les ressources disponibles localement, ce qui réduit la dépendance à l'égard des matières importées.
- Combiner éventuellement élevage intensif et extensif et espèces. Par exemple, l'élevage en cage avec alimentation par filtrage pourrait être combiné à un élevage intensif de carpe herbivore, pour assurer l'absorption efficace des substances nutritives et autres matières organiques produites par l'élevage en cage intensif.
- Pratiquer la polyculture pour assurer une utilisation plus efficace des aliments dans les cages, par exemple, faire une utilisation plus large de la carpe commune dans les cages de carpe herbivore et des essais d'introduction de poissons à alimentation par filtration dans les cages d'élevage intensif de carpe herbivore.

Facteurs à prendre en compte lors de l'implantation des cages:

- Placer les cages aux endroits où le courant est bon pour assurer un bon approvisionnement en oxygène dissous et la bonne dispersion des déchets.
- Espacer le plus possible les cages dans le réservoir, pour assurer la bonne dilution des déchets et un bon approvisionnement en oxygène.
- N'utiliser qu'un point d'amarrage pour chaque cage pour permettre à celle-ci de bouger au gré du vent et aider ainsi à la circulation de l'eau et à une meilleure dispersion des déchets.
- Contrôler la pollution de l'eau dans le bassin hydrographique pour assurer le maintien de la qualité de l'eau dans les réservoirs.
- Installer les cages loin des eaux stagnantes qui comportent des risques de remontée des eaux de mauvaise qualité des fonds vers la surface.
- Laisser au moins 2 m en dessous du fond de chaque cage pour que les poissons restent loin des eaux potentiellement anoxiques (à faible teneur en oxygène dissous, et contenant de l'hydrogène sulfuré).
- Veiller à ce que le fond des cages soit situé au-dessus de toute eau anoxique produite par une thermocline.

de facteurs importants pour la détermination de la capacité d'assimilation pour la pisciculture en cage intensive, basés sur une évaluation de l'élevage de la carpe dans un réservoir en région montagneuse au Viet Nam (Phillips, 1998).

Il y a aussi de nombreuses possibilités d'améliorer la gestion de l'environnement au niveau de la ferme. L'installation et la gestion des cages dans les réservoirs jouent un rôle important dans l'impact environnemental de la pisciculture en cage. L'encadré 3, inspiré lui aussi des expériences dans les réservoirs en région montagneuse au Viet Nam, identifie certaines options pour le maintien de la qualité de l'environnement dans un réservoir utilisé pour la pisciculture en cage intensive.

La surveillance de l'environnement peut (et doit) être utilisée pour déterminer les impacts du développement de l'élevage en cage sur les masses d'eau, afin de mesurer les changements causés par ce développement et pour aider à modifier les calculs de la capacité d'assimilation et de charge et les pratiques de gestion. La surveillance de l'environnement pourrait inclure certains facteurs tels que: (a) la présence de substances nutritives (N et P); (b) des mesures de chlorophylle pour évaluer les effets sur le phytoplancton; (c) des mesures de l'oxygène dissous (l'intérieur et l'extérieur des cages, à la surface et au fond) (hebdomadaires/mensuelles dans certains sites choisis, y compris les zones potentiellement anoxiques); (d) les profondeurs du disque de Secchi (dans l'idéal quotidiennement dans le cadre de la gestion de la ferme, pour déterminer les variations brutes de la qualité de l'eau); (e) la température (hebdomadaire, là encore dans le cadre de la gestion de la ferme) et (f) l'établissement de budgets pour de substances nutritives pour la ferme (apports et pertes de phosphore et d'azote).

Sélection des espèces et mouvements d'animaux aquatiques

Les marchés sont évidemment un facteur critique dans le choix des espèces; cependant, faut tenir compte des considérations d'environnement dans ce choix. Les principales questions sont notamment les suivantes:

- La bonne adaptation de l'environnement local et les apports nécessaires (par exemple, est-ce que l'espèce se situe en bas ou en haut de la chaîne alimentaire, est-ce qu'elle se prête à un élevage optimal avec les ressources locales, est-ce que son élevage risque «d'épuiser» des ressources locales utilisées par d'autres?).
- La qualité des poissons élevés dans la station d'alevinage.
- Est-ce qu'il est nécessaire d'introduire des espèces? et
- Est-ce qu'il s'agit d'une espèce exotique ou indigène?

Les impacts potentiels de l'introduction d'espèces exotiques ont été largement annoncés. En effet, l'élevage en cage en eau douce pratiqué en Asie utilise des espèces exotiques, y compris le tilapia et les carpes dont l'élevage est très répandu (bien que les carpes soient indigènes dans certaines régions et qu'elles soient fortement présentes dans la région depuis de nombreuses années). Néanmoins, l'introduction d'une espèce exotique demande beaucoup de prudence et il existe des directives reconnues sur le plan international pour aider les pays (par exemple, Turner, 1988). Les gouvernements ont un rôle important à jouer ici pour aider à établir les règlements nécessaires et encourager l'analyse du risque d'importation approprié afin d'identifier les risques et de les gérer (par exemple, Arthur *et al.*, 2004).

Aliments et gestion des aliments

Les aliments constituent un défi majeur à relever pour le développement futur de l'élevage en cage en Asie. Les principales questions sont les suivantes:

- l'utilisation d'aliments dérivés de ressources durables, réduisant ainsi la dépendance à l'égard des ressources halieutiques et, dans la mesure du possible, la demande de ressources marines;
- utilisation plus efficace des ressources comme aliments en aquaculture.

Le choix et les pratiques de gestion des aliments par les éleveurs ont une grande influence, et là encore, il de vastes possibilités de promouvoir des pratiques d'alimentation efficaces. Il y a une forte justification économique à le faire, car les aliments représentent l'un des principaux coûts de l'élevage (voir la section économique ci-dessus). Par conséquent, les pratiques d'alimentation plus efficaces peuvent accroître la rentabilité de l'élevage. L'utilisation des ressources disponibles localement peut aussi aider à réduire la dépendance à l'égard des matières importées et les risques que celles-ci comportent.

Maladies des poissons et gestion de la santé

Le contrôle des maladies piscicoles est une importante préoccupation pour le développement de l'élevage en cage, qui exige des actions de la part du gouvernement, des exploitants et des investisseurs. Les principales questions sont les suivantes:

- réduire les risques d'éruption de maladies par des stratégies de gestion susceptibles de réduire le stress et de maintenir les conditions d'environnemental appropriées pour les poissons;
- réduire les risques d'introduction de nouveaux pathogènes dans une ferme ou dans une zone d'élevage.

En particulier, l'introduction de nouvelles maladies peut avoir de graves conséquences pour les investissements dans l'aquaculture en cage, car les maladies sont très difficiles à maîtriser une fois qu'elles entrent dans un système ouvert. Les exemples les plus récents en Asie sont l'introduction du «virus koi herpes» en Indonésie, qui a causé de lourds dommages à l'élevage en cage de la carpe commune dans de grands réservoirs (ainsi que dans l'élevage en étangs), et qui ne cesse de se répandre, probablement du fait des mouvements des poissons vivants (NACA, 2004). En Asie, les gouvernements ont formellement arrêté un ensemble de directives techniques concernant le mouvement responsable des animaux aquatiques vivants dans la région; le défi maintenant réside dans la mise en œuvre de ces directives (FAO/NACA, 2000)

Les gouvernements devraient chercher à faire en sorte que les exploitants aient accès à des professionnels pouvant des conseils sur la santé piscicole, y compris à des matériels de vulgarisation et à des services de diagnostic. Une base juridique est également nécessaire pour contrôler les mouvements de la faune aquatique vivante et pour réduire ainsi les risques pour les exploitants résultant de l'introduction de maladies. Lorsque les masses d'eau sont partagées, des accords sont nécessaires entre pays voisins.

Au niveau de la ferme, il y a d'énormes possibilités de réduire les risques de stress ou de maladie piscicole, y compris par le maintien des conditions d'environnement, des systèmes de mise en quarantaine sur la ferme et d'autres mesures. La lutte contre les maladies est particulièrement difficile une fois qu'une maladie se déclare dans des systèmes de cages ouverts, et la coopération entre les exploitants d'un même réservoir ou lac est importante pour réduire les risques. L'une des grandes responsabilités pour ceux qui investissent dans les pays où la capacité de gouvernement de contrôler les maladies est limitée doit être de veiller à ce que les risques d'introduction de nouvelles maladies soient réduits au minimum par l'utilisation de pratiques responsables.

Qualité et sécurité de l'alimentation, utilisation de produits chimiques et de médicaments

Les fermes aquacoles doivent veiller à la sécurité alimentaire des produits aquacoles et promouvoir les efforts visant à maintenir la qualité du produit avant et après la récolte. Les poissons destinés à la vente doivent répondre aux normes de qualité appropriées pour les poissons destinés à la consommation humaine.

Les produits chimiques pour le traitement des maladies ne doivent être utilisés qu'après diagnostic et recommandation de traitement par des professionnels de la santé piscicole. Il importe de restreindre l'utilisation des produits chimiques qui peuvent avoir un impact sur la santé humaine et/ou sont interdits dans les pays importateurs. Il incombe au de donner des conseils pour la réglementation de l'usage des produits chimiques dans l'aquaculture (FAO/NACA/OMS, 1999).

Questions sociales connexes et autres usagers des ressources

Le développement de la pisciculture en cage peut avoir des implications sociales considérables, à la fois positives et négatives, et elles devraient être prises en considération dans le développement de l'élevage en cage. Dans l'idéal, une approche communautaire

ou participative devrait être adoptée pour le développement de l'élevage en cage, pour que les développements soient adaptés à la situation et aux besoins locaux ainsi que pour l'identification des groupes cibles appropriés, leur rôle au sein de la communauté et l'impact attendu sur la situation socioéconomique de la communauté.

La formation aussi devrait être encouragée et elle doit être conçue pour répondre aux besoins et aux capacités des groupes cibles identifiés, afin d'assurer des pratiques aquacoles responsables.

Il faut encourager les exploitations plus vastes à évaluer les impacts socioéconomiques et à développer des stratégies de nature à procurer des avantages aux collectivités locales (par exemple, emploi, alimentation, implantation de préférence hors des zones d'usage traditionnel). Enfin, le développement de l'aquaculture en cage et en enclos devrait – dans la mesure du possible (et le cas échéant) – être intégré aux systèmes de gestion des pêches des masses d'eau, plutôt que d'être traité comme une composante séparée. En d'autres termes, il devrait être l'une des options de développement susceptibles d'améliorer les rendements piscicoles et d'assurer une distribution équitable des avantages découlant des masses d'eau. Bien qu'une aquaculture en cage durable puisse augmenter la production piscicole et les revenus, la difficulté est d'assurer une distribution équitable des avantages à long terme aux groupes cibles. Par conséquent, il importe d'accorder une grande attention aux systèmes de gestion et aux structures institutionnelles (pour soutenir les systèmes de gestion locaux) – ainsi qu'aux questions techniques – afin d'assurer le développement d'une pisciculture en cage et en enclos équitable et écologiquement durable.

Institutions de gestion

Les institutions de gestion sont nécessaires pour appuyer le développement de l'élevage en cage. L'absence d'arrangements locaux de gestion et d'accords entre les diverses parties prenantes est l'une des principales causes de la mauvaise implantation et de la mauvaise gestion de l'élevage en cage – et un développement incontrôlé a des répercussions sur l'environnementaux et sur les conditions sociales.

Les autres facteurs de gestion contribuant aux échecs de la pisciculture en cage sont notamment: le manque de soutien institutionnel et de services de vulgarisation; le manque de zonage et de plans pour la délivrance de permis – le développement anarchique; une conception sectorielle étroite et le manque d'incorporation dans la planification de la zone locale/la co-gestion du réservoir; ainsi que le manque de considération des questions sociales/de pauvreté. Le soutien technique (promouvoir aussi l'autodépendance et le renforcement des capacités des exploitants et des groupes d'exploitant et de gestion locaux) est nécessaire et le développement doit être fondé sur un équilibre entre les besoins locaux et les besoins du marché.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

En Asie, l'élevage en cage a un long passé et continue de se développer. Parmi les diverses contraintes, les préoccupations concernant l'environnement et le marché sont d'une importance particulière. Les mesures de gestion du gouvernement et de l'industrie/du secteur de l'élevage sont importantes pour le développement durable de cette part importante du secteur aquacole.

succès du développement a été lié à la mise en place de systèmes de gestion, aux mesures de soutien et à l'aide à la recherche et au développement, de la part des administrations locales et centrale, et à des systèmes de commercialisation et de contrôle de qualité de mieux en mieux organisés.

Malaisie – l'élevage en cage du tilapia rouge au Sarawak

À la suite de la saisie du Réservoir de BatanAi (8 400 ha) au Sarawak (Malaisie orientale) en 1984, des milliers de personnes ont été déplacées, dont la plupart appartenaient aux minorités ethniques qui vivaient dans la vallée et tiraient leur subsistance de l'agriculture. Une certaine proportion de ces personnes/familles ont pu opter pour l'élevage en cage comme un nouvelle source de revenu; c'est ainsi qu'une coopérative a été créée pour gérer ces activités, et le Gouvernement du Sarawak a fourni des subventions pour l'installation des cages. En même temps, une station d'alevinage a été construite, en aval du barrage, en vue de produire le stock de semences nécessaire aux fermes d'élevage en cage. Il a été jugé que le tilapia rouge était l'espèce la plus appropriée et, à ce jour, toutes les activités reposent sur le tilapia rouge.

Au début, des séries de 70 à 80 cages de 3 x 3 m chacune ont été installées pour des groupes de familles, avec un total de 16 séries pour l'ensemble du réservoir. Chaque famille possédait deux cages de chacune des séries. Ainsi, la Coopérative d'organisations de pisciculteurs de la région, qui compte environ 1 000 pisciculteurs, avait 323 cages. À tour de rôle, chaque famille s'occupait de l'alimentation, de la surveillance et de la gestion générale des cages. Cette tendance à l'élevage communautaire se poursuit dans une certaine mesure, mais certaines séries de cages appartiennent maintenant à des particuliers. Un certain nombre de ces grandes séries pourraient former une coopérative pour s'occuper de l'achat des aliments et de la commercialisation. Cependant, une grande exploitation privée exploite à présent 304 cages, et une autre plus petite en exploite 20.

Le poids moyen du tilapia rouge au moment du chargement des cages est de 80 g; chaque cage reçoit environ 500 poissons. Souvent un programme mensuel de chargement et de récolte est appliqué, et la récolte se fait à raison de 15 à 20 cages à la fois; environ six à sept mois après le chargement, la taille moyenne du poisson est de 500 à 600 g. En général, 70 à 80 pour cent des poissons sont ainsi récupérés. Ces poisson sont presque toujours nourris de boulettes achetées dans le commerce, dont la teneur en protéines varie souvent de 28 à 32 pour cent du poids sec, et le prix au le kilo est d'environ 2,72 ringgit Malaisiens (3,5 ringgit Malaisiens = 1\$EU).

Le coût moyen de production est d'environ 4,30 ringgit le kg, et le prix du poisson au producteur est de 6,0 ringgit le kilo. En revanche, le prix à la consommation est d'environ 30 ringgit le kilo. Le problème est que les petits pisciculteurs ont de plus en plus de mal à réaliser un profit raisonnable pour vivre de cette activité. Avec la hausse des coûts des aliments et la stagnation des prix au producteur qui ont marqué les quatre dernières années, c'est la viabilité d'ensemble de l'élevage en cage du tilapia rouge qui est menacée si l'on ne prend pas d'urgence des mesures, soit pour faire baisser le prix des aliments soit pour augmenter le prix du poisson au producteur. Actuellement, dans le Réservoir de BatanAi l'élevage en cage ne semble pas avoir causé de dégradation manifeste de l'environnement. Cela serait dû à la densité raisonnable des cages dans le réservoir, et aussi au fait qu'elles sont situées à proximité du barrage, où l'eau est relativement profonde et où le nettoyage est plus intense.

PRINCIPAUX OBSTACLES À LA PISCICULTURE EN CAGE EN ASIE

La pisciculture en cage en eau douce devient de plus en plus populaire en Asie; elle se fait plus intensive qui contribue de plus en plus à la production de poisson de la région. Les expériences de ce développement en Asie révèlent un certain nombre de questions importantes exposées ci-après.

RÉFÉRENCES

- Abery, N.W., Sukadi, F., Budhiman, A.A., Kartamihardja, E.S., Koeshendrajana, S., Buddhiman & De Silva, S.S. 2005. Fisheries and cage culture of three reservoirs in west Java, Indonesia; a case study of ambitious development and resulting interactions. *Fisheries Management and Ecology*. 12: 315-330.
- Arthur, J.R., Bondad-Reantaso, M., Baldock, F.C., Rodgers, C.J. & Edgerton, B.F. 2004. Manual on risk analysis for the safe movement of aquatic animals (FWG/01/2002). APEC/DoF/NACA/FAO, 59 p. APEC Publ. No. APEC #203-FS-03.1.
- Beveridge, M.C.M. 2004. *Cage aquaculture*. 3^{ème} édition. Ames, Blackwell Publishing. 376 pp.
- De Silva, S.S. 2003. Culture-based fisheries: an underutilized opportunity in aquaculture development. *Aquaculture*. 221: 221-243.
- Dey, M.M. & Paraguas, F.J. 2001. Economics of tilapia farming in Asia. Dans S. Subasinghe & T. Singh, (éds). *Tilapia: production, marketing and technological developments*. pp. 33-44. Kuala Lumpur, Malaysia, INFOFISH.
- Edwards P., Le Anh Tuan & Allan, G.L. 2004. *A survey of marine trash fish and fish meal as aquaculture feed ingredients in Viet Nam*. ACIAR Working Paper Number 57. Canberra, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research). 56 pp.
- FAO. 1995. Code de conduite pour une pêche responsable. p. 41. Rome.
- FAO. 2004. *Aquaculture statistics 2002*. Rome.
- FAO/NACA. 2000. Asia regional technical guidelines on health management for the responsible movement of live aquatic animals and the Beijing consensus and implementation strategy. *FAO Fisheries Technical Paper No. 402*. p. 53. Rome.
- FAO/NACA/WHO. 1999. Food safety associated with products from aquaculture – report of a joint FAO/NACA/WHO study group, 1999. WHO Technical Report Series No. 883. Geneva, World Health Organization. 55 pp.
- Hambrey, J. & Roy, M. 2002. *Final project review of the one-year extension of the CAGES project*. Report for CARE-Bangladesh. Nautilus Consultants, Edinburgh.
- Kim, I.-B. 2000. Cage aquaculture in Korea. Dans I.C. Liao & C.K. Lin, (éds). *Cage aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia*. pp 59-73. Manila, Asian Fisheries Society and Bangkok, World Aquaculture Society, Southeast Asian Chapter.
- Liao, I.C. & Lin, C.K. 2000. Cage aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia. 318 p. Manila, Asian Fisheries Society and Bangkok, World Aquaculture Society, Southeast Asian Chapter.
- Medalla, E.M. 1983. On the use of DRC criterion in selecting projects. *PIDS staff paper Series No. 83-02*. Manila, Philippine Institute of Development Studies.
- NACA. 2004. Final report of the second meeting of the Asia regional advisory group on aquatic animal health. p. 49. Bangkok.
- Nguyen, T.T. & Phillips, M. 2004. *Policy research – implications of liberalisation of fish trade for developing countries. A case study of Viet Nam*. Draft document. Project PR 26109. June 2004. Strategy for International Fisheries Research (SIFAR), Rome.
- Phillips, M.J. 1998. Freshwater cage culture development in the reservoirs of the Central Highlands of Vietnam. Phnom Penh, Report to the Mekong River Commission. 124 pp.
- Phillips, M.J. 2002. Freshwater aquaculture in the Lower Mekong Basin. *MRC Technical Paper No. 7*. Phnom Penh, Mekong River Commission. 62 pp.
- Trong, Trinh Quoc, Nguyen Van Hao & Griffiths, D. 2002. Status of Pangasiid aquaculture in Vietnam. *MRC Technical Paper No. 2*. Phnom Penh, Mekong River Commission. 16 pp.

- Turner, G.E.** 1988. Codes of practice and manual of procedures for consideration of introductions and transfers of marine and freshwater organisms. *EIFAC Occasional Paper* No. 23. European Inland Fisheries Advisory Commission. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 44 pp.
- Van Zalinge, N., Lieng Sopha, Ngor Peng Bun, Heng Kong & Jørgensen, J.V.** 2002. Status of the Mekong *Pangasianodon hypophthalmus* resources, with special reference to the stock shared between Cambodia and Vietnam. *MRC Technical Paper* No. 1. Phnom Penh, Mekong River Commission. 29 pp.
- Wu, Z.W., J.W. Guo, J. & Yang, Yi.** 2000. Current status and sustainability of cage culture in reservoirs: a case study in China. Dans I.C. Liao & C.K. Lin, (éds). *Cage aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia*. pp 259–265. Manila, Asian Fisheries Society and Bangkok, World Aquaculture Society, Southeast Asian Chapter.