La mortalité après capture dans le commerce de l'aquariophilie marine : étude d'une entreprise indonésienne d'exportation

Christiane Schmidt[1] et Andreas Kunzmann[2]

Introduction

Au cours des dix dernières années, le recours à des méthodes de pêche destructrices, le prélèvement d'espèces inappropriées, de mauvaises pratiques de manipulation et d'élevage, et le potentiel de surexploitation ont suscité des inquiétudes quant au commerce d'aquariophilie marine (Barber et Pratt, 1997 ; Johannes et Riepen, 1995 ; Jones, 1997 ; Sadovy, 2002 ; Wood, 2001). Ces craintes concernent, pour l'essentiel, directement ou non, le taux élevé de mortalité après prélèvement. C'est pourquoi les efforts de réduction de ce taux revêtent une importance capitale dans la gestion de la filière. Les poissons tropicaux ayant à subir un long voyage avant de parvenir à destination, et de nombreuses personnes participant à leur conditionnement, le taux élevé de mortalité après prélèvement peut s'expliquer par de nombreuses raisons, notamment les suivantes :

- Lésions physiques et utilisation de cyanure au cours de la pêche, d'où un risque élevé d'infections bactériennes et parasitaires et de mortalité différée (Hanawa et al., 1998).
- Mauvaises conditions de manipulation provoquant un stress chez les animaux et, par conséquent, une moindre résistance à des agents pathogènes présents en permanence et aux maladies (Rottmann et al., 1992 ; Grutter et Pankhurst, 2000).
- Mauvaise qualité de l'eau dans les sacs de transport et les aquariums.
- Prélèvement d'espèces ou de juvéniles qu'il est pratiquement impossible de conserver dans des aquariums.

Les professionnels ont tout intérêt à éviter la mortalité après capture, pour des raisons économiques et écologiques. Tout poisson mort implique une perte financière et un gaspillage de l'effort de pêche car il faut remplacer le poisson mort pour honorer les commandes, d'où une pression accrûe sur les ressources naturelles.

Malgré les mesures énergiques prises pour lutter contre ces problèmes, la gestion du commerce d'aquariophilie marine se heurte à un manque de données fiables concernant la mortalité après capture (Holthus, 1999 ; MAC, 2001). Du fait des disparités résultant de différents modes de traitement des produits appliqués dans le monde, il est pratiquement impossible d'avancer une estimation du niveau de mortalité après prélèvement typique de cette filière et de la généraliser à l'échelon mondial.

L'Indonésie, dont les récifs coralliens présentent la biodiversité la plus riche du monde, est l'une des plaques tournantes du commerce d'aquariophilie marine et le premier exportateur mondial d'organismes de récif destinés à l'aquariophilie. Afin de disposer d'informations sur la cause de la mortalité après prélèvement et de trouver des solutions pour réduire le taux de mortalité, les auteurs ont procédé à l'évaluation de la mortalité après capture d'organismes marins d'ornement dans plusieurs lots livrés et traités dans une entreprise d'exportation indonésienne, sur une période de six mois.

Méthodes

L'étude a été réalisée dans une entreprise d'exportation possédant de nombreuses stations annexes dans toute l'Indonésie, dont trois à Bali. Les poissons livrés par les intermédiaires et les pêcheurs arrivent aux stations, où ils sont déballés, acclimatés et reconditionnés. À la station de Goris, au nord-ouest de Bali, où cette étude a été menée, l'un des fournisseurs de poissons est un intermédiaire implanté à Madura ; il transporte les poissons par bateau jusqu'à une plage toute proche. Cet intermédiaire achète les poissons à des pêcheurs locaux de Madura qui consacrent plusieurs jours, voire plusieurs semaines, à la pêche de ces poissons. Ceux-ci peuvent donc provenir de Sulawesi, par exemple, ou même des Philippines, et rester plusieurs jours stockés dans des sacs en plastique à bord des bateaux de pêche, souvent en plein soleil ; ils manquent d'oxygène et l'eau n'est que partiellement renouvelée. Avant d'être transportés à la station de Goris, les poissons passent au moins une journée chez l'intermédiaire, à Madura. Après que l'entreprise d'exportation passe une commande, les poissons sont conditionnés et apportés à la station. Dans le cas des livraisons observées, la durée du trajet de Madura à la station de Goris variait de 11 à 14 heures.

Lorsque les poissons destinés à la station de Goris proviennent d'intermédiaires et de pêcheurs locaux, les temps de transport sont beaucoup plus courts (1,5 à 2 heures) que dans le cas de l'intermédiaire de

1 Amblard Overseas Trading S.A., 20 avenue de la Chevalière, 81200 Mazamet (France). Courriel : fishfood@gmx.net
2 Zentrum für Marine Tropenökologie, Fahrenheitstr.6, 28359 Bremen (Allemagne)

Madura. Une seule livraison d'un intermédiaire local a été observée. L'intermédiaire n'avait pas stocké les poissons pendant plusieurs jours avant de les transporter à la station, contrairement à la pratique de l'intermédiaire de Madura. Il a reconditionné les poissons en changeant une partie de l'eau et en ajoutant de l'oxygène avant de les livrer en camion à la station. Seuls les poissons morts ont été éliminés avant le transport à l'exportateur. Les pêcheurs locaux apportent leur prise à la station en cyclomoteur. Certains poissons livrés sont morts ou blessés. À l'arrivée, le personnel de la station contrôle la qualité des poissons et élimine les poissons morts et abîmés.

Les poissons abîmés sont rendus aux pêcheurs ou, dans le cas de Madura, conservés dans des aquariums séparés à la station, en attendant qu'ils guérissent. Après acclimatation et reconditionnement, les poissons sont transportés par camion (3–4 heures) à la station centrale de l'entreprise, à Denpasar. Les poissons y sont à nouveau acclimatés et conservés dans des bacs, jusqu'à l'exportation — via la Thaïlande et Singapour — vers l'Europe et les États-Unis d'Amérique.

Au cours de notre étude, nous avons observé l'état des poissons à chaque stade de leur manipulation, depuis leur arrivée à la station jusqu'au moment de leur départ de la station centrale pour l'exportation. Nous avons suivi et observé six lots de poissons livrés à la station de Goris, puis à la station centrale d'exportation. Normalement, l'examen d'un lot prenait une dizaine de jours, soit pratiquement la durée du stockage des poissons à la station centrale (voir tableau 1). Les six arrivages portaient sur un total de 2 576 poissons, tous vertébrés, appartenant à 120 espèces.

Pour les besoins de cet article, on a attribué un nom aux six arrivages en fonction de l'origine du poisson, suivi de la durée du transport (en heures) depuis le lieu d'origine jusqu'à la station annexe. Ces lots sont mentionnés ci-dessous dans l'ordre chronologique :

Arrivage	Provenance
"Madura 13h"	intermédiaire de l'entreprise à Madura
"Madura 14h"	intermédiaire de l'entreprise à Madura
"Intermédiaire 1,5h"	intermédiaires locaux, avec des poissons provenant du sud de Sulawesi
"Pêcheur 2h"	pêcheur local à Goris
"Madura 11h"	intermédiaire de l'entreprise à Madura
"Madura 12h"	intermédiaire de l'entreprise à Madura

Les informations recueillies portaient sur le nombre de poissons morts à l'arrivée (DOA), de poissons morts après l'arrivée (DAA), de poissons abîmés, les types d'équipement utilisés dans les stations, la qualité de l'eau (d'après des essais normalisés) et la manipulation, afin d'examiner les facteurs de stress éventuels qui provoquent la mort des poissons. L'expression "Mortalité à l'arrivée" (DOA) désigne les morts déjà survenues ou survenant au moment de l'ouverture des colis à la station centrale ; l'expression "Mortalité après l'arrivée" (DAA) désigne la mort des poissons pendant les deux périodes d'acclimatation et leur séjour dans le système de stockage ou le bac, jusqu'au moment du conditionnement en vue de l'exportation. Le terme "pertes" se réfère à la somme de DOA, de DAA et des poissons abîmés au point de ne plus être commercialisables. Le nombre de morts et de lésions physiques observé a été enregistré par espèce, et les causes apparentes de mortalité notées. Les trois espèces les plus abondantes dans les lots, en quantité, étaient : *Chrysiptera parasema*, *Chelmon rostratus* and *Amphiprion clarkia*. *Chelmon rostratus* et *Zebrasoma verliferum* étaient les espèces les plus fréquemment livrées.

Pour compléter ces données fondamentales, la Direction de l'entreprise d'exportation a indiqué que, à son avis, près de 80 pour cent des poissons livrés étaient capturés au cyanure, bien que la loi interdise cette pratique en Indonésie.

Résultats

Équipement et méthodes de manipulation de l'entreprise d'exportation

On a observé que l'équipement utilisé et les méthodes de manipulation appliquées dans l'entreprise étaient à la pointe du progrès. Les effets négatifs éventuels de l'équipement et des méthodes de manipulation sur les taux de mortalité sont passés en revue ci-après.

Tableau 1. Différents stades de traitement dans l'entreprise d'exportation et heure des six arrivages observés

Arrivage	Station annexe					Station centrale			
	Arrivée	Déballage	Acclimatation	Conditionnement	Départ	Arrivée	Déballage	Acclimatation	Séjour en conteneur (jours)
Madura 11h	12h20	13h40	14h00–10h30	10h30	3h00	6h15	16h16	16h30–8h00	7
Madura 12h	11h00	11h15	11h30–17h30	17h30	3h30	6h30	8h30	8h45–13h00	7
Madura 13h	10h10	10h15	10h15–16h00	16h00	3h00	6h00	17h40	17h50–14h30	9
Madura 14h	11h40	14h00	14h00–13h00	13h00	3h00	7h30	8h45	8h50–13h40	7
Intermédiaire 1,5h	9h30	11h15	11h15–10h30	10h30	3h30	7h00	10h50	11h00–14h30	8
Pêcheur 2h	9h00	11h15	11h30–17h10	17h00	4h00	8h00	15h00	15h00–11h00	12

Taux de mortalité après prélèvement

Les pertes totales dans les six arrivages variaient de 24 à 51%, et les taux de mortalité étaient compris entre 10 et 40%. Les poissons abîmés représentaient une part importante des pertes (figure 1).

Si l'on ne tient compte que des quatre arrivages de l'intermédiaire de Madura, on observe une corrélation significative du point de vue statistique entre la durée du transport et la mortalité à l'arrivée (DOA) (r=0,84). Si l'on prend en considération l'ensemble des six arrivages, on constate que le coefficient de corrélation r chute à une valeur de 0,43, qui n'est pas significative. Cela laisse à penser que la durée de transport n'est pas le seul facteur qui influe sur le niveau de DOA. Le traitement et la manipulation du poisson entre le prélèvement et l'arrivée à la station annexe jouent aussi un rôle important. Dans toutes les livraisons de Madura, le traitement et la manipulation sont censés être semblables, ce qui se traduit par une forte influence de la seule durée de transport sur le niveau de DOA. Le nombre relativement élevé de DOA dans les livraisons de l'intermédiaire et du pêcheur par rapport à la courte durée de transport peut s'expliquer par l'influence d'un traitement et d'une manipulation plus stressants.

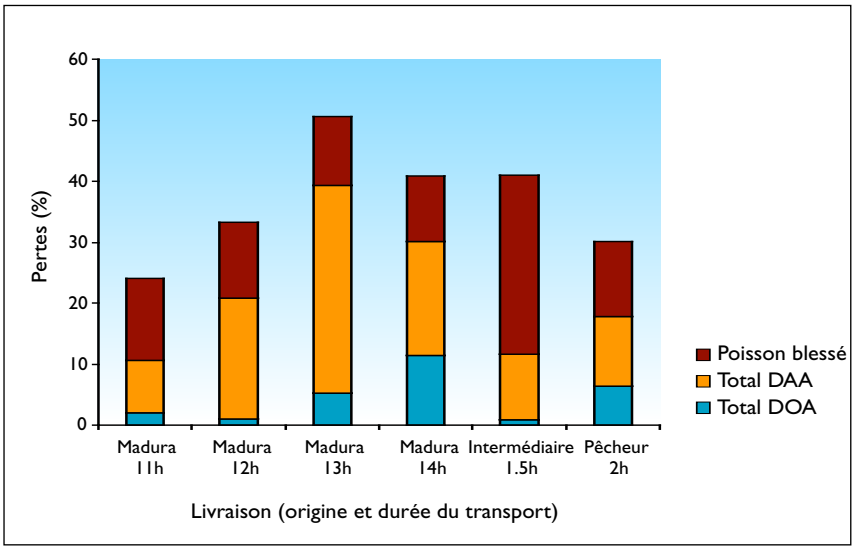

Figure 1. Pertes de poissons dans chacun des six arrivages, en pourcentage du nombre de poissons livrés à la station annexe[1]

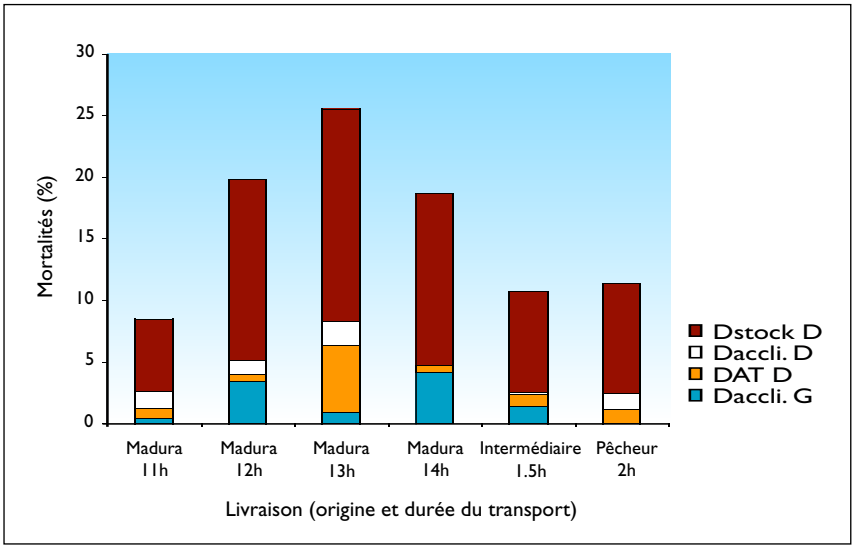

Figure 2 . Mortalité lors des quatre opérations de traitement après l'arrivée (DAA), en pourcentage du nombre de poissons livrés à la station annexe

La plupart des pertes, dans quatre des six arrivages, concernaient la mortalité après l'arrivée (DAA) (figure 1). Dans le cas de l'arrivage "Madura 13h", les DAA représentaient 68% des pertes totales. Les causes de mortalité sont tout d'abord recherchées en examinant les opérations de traitement au cours de laquelle les poissons meurent. La figure 2 représente une ventilation des DAA au cours de quatre étapes. Les poissons meurent au cours de la première acclimatation, à la station annexe de Goris (Daccli G), à l'arrivée après le transport jusqu'à la station centrale de Denpasar (DAT D), pendant la deuxième période d'acclimatation à la station centrale de Denpasar (Daccli D), et enfin, pendant le séjour dans le système de stockage, à la station centrale (Dstock D), où se produisent la majorité des morts après l'arrivée. Le tableau 2 indique les principales causes de mortalité dans le système de stockage. Les maladies sont principalement d'origine bactérienne et parasitaire.

On a observé une corrélation entre la cause et le moment de la mort. Plus le séjour dans le système de stockage est long, et plus l'influence des bactéries et parasites pathogènes est forte.

1. Il faut noter que, dans l'arrivage "Madura 13h", le nombre de morts survenues pendant l'emballage à la station annexe n'est pas compris dans la figure 2, alors qu'il est inclus dans le DAA indiqué sur la figure 1.

Cela explique les pics de mortalité souvent observés au bout de cinq à six jours.

Il s'avère que les taux de mortalité sont étroitement liés aux espèces. Toutefois, la composition par espèces et le nombre de poissons variaient considérablement d'un arrivage à l'autre. Il était donc difficile de cerner rigoureusement les différences de taux de mortalité selon l'espèce. En règle générale, il apparaissait clairement que les espèces différaient non seulement par le taux de mortalité, mais aussi selon les opérations de traitement entraînant la mort des poissons. On a trouvé une corrélation significative selon l'opération de traitement et la mortalité par espèce en effectuant un test de Pearson (test du chi-carré : 192,054 ; p<0.001).

Tableau 2. Causes de mortalité dans le système de stockage (pourcentage du total)[2]

Arrivage	Maladie parasitaire	Maladie bactérienne	Autres
Madura 11h	27,3	68,2	4,5
Madura 12h	30,8	57,7	11,5
Madura 13h	27,3	22,7	50,0
Madura 14h	16,7	50,0	33,3
Intermédiaire 1,5h	24,3	10,8	64,9
Pêcheur 2h	72,7	13,6	13,6

Certaines espèces meurent surtout pendant le transport (*Chrysiptera parasema, Cromileptes altivelis, Ecsenius bicolor, Euxiphipops sexstriatus, Siganus vulpinus, Symphorichthys spilurus*). D'autres survivent au transport et meurent dans le système de stockage (*Amphiprion sandaracinos, A. clarkii, Doryramphus dactyliophorus, Labroides bicolor, Labroides rubrolabiatus, Premnas biaculeatus, Pterois antennata*). Une différence significative entre les nombres de morts causées par ces deux traitements a été mise en évidence (chi carré de Pearson : 87,519 ; p<0.001). Les poissons de la sous-famille des *Amphiprioninés* ont commencé à mourir au bout de quatre jours de séjour dans le système de stockage, par suite d'une infection à *Brooklynella hostilis* qui se propage rapidement à presque tous les individus de cette sous-famille. La cause de mortalité de la majorité des poissons d'autres espèces était une infection bactérienne.

Qualité de l'eau

Les paramètres relatifs à la qualité de l'eau sont présentés dans l'ordre où ils ont été mesurés à chaque arrivage. Les différences de qualité entre les aquariums et les sacs de transport pour un arrivage donné se traduisent par la plage de mesures présentée ici, avec, dans tous les cas, le minimum et le maximum mesurés. Les tableaux 3 à 8 indiquent les valeurs mesurées pour chaque arrivage, au fur et à mesure de

Tableau 3. Paramètres de qualité de l'eau dans les sacs de transport à la station annexe de Goris (échantillon de dix sacs, prélevés au hasard, contenant chacun les trois espèces les plus abondantes de chaque arrivage)

Arrivage	Salinité (‰)	Oxygène dissous (mg L^{-1})	pH	Température (°C)	Ammonium (mg L^{-1})	Ammoniaque (mg L^{-1})	Nitrite (mg L^{-1})
Madura 11h	32,3–32,7	12,1–14,7	6,95–7,25	29,2–29,4	4,0–8,0	0,05	0,15–0,25
Madura 12h	32,8–33,3	10,4–13,8	6,93–7,28	28,9–29,2	4,0–7,0	0,03–0,08	0,10–0,25
Madura 13h	33,3–36,5	6,98–8,6	7,13–7,42	29,1–29,3	1,0–10,0	0,01–0,19	0,1–1,0
Madura 14h	34,5–34,7	8,31–13,49	6,71–6,75	30,6–30,7	10–>10	0,04–0,05	0,05–0,15
Intermédiaire 1,5h	34,1–34,3	16,01–18,61	7,01–7,36	26,3–26,9	2,5–4,0	0,02–0,04	0
Pêcheur 2h	32,3–33,3	13,0–14,17	6,91–7,13	29,0–29,5	6,0–7,0	0,04–0,1	0,05–0,25

Tableau 4. Paramètres de qualité de l'eau dans les deux aquariums d'acclimatation de la station annexe de Goris

Arrivage	Salinité (‰)	Oxygène dissous (mg L^{-1})	pH	Température (°C)	Ammonium (mg L^{-1})	Ammoniaque (mg L^{-1})	Nitrite (mg L^{-1})
Madura 11h	33,3	6,28-6,34	7,84	27,9	0,25	0,050	0,00
Madura 12h	34,3	6,08-6,20	7,16	27,6	0,00	0,010	0,01
Madura 13h	33,9	6,09-6,30	7,84	27,8	0–0,10	0,010	0,01
Madura 14h	36,2	6,26-6,32	8,13	27,6	0,25	0,050	0,02
Intermédiaire 1,5h	36,4	6,42-6,47	8,02	26,0	0,20	0,050	0,01
Pêcheur 2h	37,6	6,85	6,91	29,3	0,20	0,025	0,00

2. La catégorie "Autres" recouvre des causes non identifiées, probablement l'empoisonnement au cyanure au cours du prélèvement et ses conséquences, ou l'empoisonnement au cuivre utilisé pour la prévention des parasites dans le système de stockage.

leur cheminement dans la station, depuis le moment de leur arrivée à la station de Goris, dans des sacs de transport (tableau 3), jusqu'à leur transfert dans le système de stockage, à la station centrale de Denpasar (tableau 8).

Dans les sacs de transport examinés à la station annexe (tableau 3), les arrivages accusaient d'importantes différences de qualité de l'eau. La salinité et la température relevées dans les sacs de transport d'un arrivage variaient légèrement selon l'espèce, tandis que l'oxygène dissous, le pH, l'ammonium et le nitrite variaient beaucoup selon l'espèce.

À la station annexe (tableau 4), tous les paramètres, sauf l'oxygène dissous, présentaient les mêmes valeurs dans les deux aquariums d'acclimatation. L'oxygène dissous différait entre les deux selon le nombre de poissons et d'espèces. Le pH dépendait de l'heure de mesure, le pH variant au cours du processus d'acclimatation (il augmente au fil du temps).

Dans l'eau de conditionnement de la station annexe (tableau 5), la salinité ne variait que légèrement d'un arrivage à l'autre ; le taux de salinité inférieur dans les arrivages "Madura 11h" et "Madura 12h" s'explique par un changement de mode de manipulation. Il s'agissait des deux derniers arrivages étudiés, après que la Direction de la station ait donné des instructions à son personnel pour modifier le traitement de l'eau. Les températures sont étroitement liées au climat environnant, l'eau de conditionnement étant prélevée dans un réservoir souterrain et placée dans des boîtes en plastique avant le conditionnement. Il convient de noter le pH particulièrement faible de l'arrivage "Madura 13h". Il n'a pas été décelé d'ammonium ni de nitrite dans les arrivages.

Dans les sacs de transport qui arrivaient à la station centrale (tableau 6), la salinité et la température étaient similaires pour toutes les espèces d'un arrivage. L'oxygène dissous, le pH, l'ammonium et le nitrite différaient considérablement selon l'espèce.

À la station centrale (tableau 7), la salinité des aquariums d'acclimatation était similaire dans tous les arrivages ; seuls les arrivages "Madura 13h" et "Pêcheur 2h" présentaient des valeurs différentes. En général, la salinité était faible. L'oxygène dissous et le pH dépendent de l'heure de mesure, l'oxygène étant fourni pendant l'acclimatation ; l'oxygène dissous et le pH augmentent probablement au fil du temps.

Dans le système de stockage de la station centrale (tableau 8), la salinité, la température, le pH, l'ammonium et le nitrite ont été mesurés à plusieurs reprises pendant toute la durée du séjour et, à tout instant, les paramètres présentaient des valeurs similaires dans les six aquariums utilisés pour stocker les poissons d'un arrivage donné. L'ammonium et le nitrite n'ont été mesurés qu'une fois par semaine, mais tous les autres paramètres ont été mesurés chaque jour pendant toute la durée du séjour. On a observé des variations d'un jour à l'autre et d'un arrivage à l'autre. Les plus grandes différences, qui ressortent des plages indiquées sur le tableau 7, étaient de 1,1 pour la salinité, 1,35 mg L^{-1} pour l'oxygène dissous, 0,19 pour le pH et 2,0°C pour la température. Sur une journée, la température pouvait varier de 0,6°C. La concentration d'oxygène dissous variait d'un aquarium à l'autre,

Tableau 5. Paramètres de qualité de l'eau des sacs de conditionnement à la station annexe de Goris

Arrivage	Salinité (‰)	Oxygène dissous (mg L^{-1})	pH	Température (°C)	Ammonium (mg L^{-1})	Ammoniaque (mg L^{-1})	Nitrite (mg L^{-1})
Madura 11h	29,2	6,07	8,46	27,5	0	0	0
Madura 12h	29,2	6,14	8,42	27,3	0	0	0
Madura 13h	34,2	6,28	8,05	28,6	0	0	0
Madura 14h	34,1	6,24	8,26	30,1	0	0	0
Intermédiaire 1,5h	34,3	6,59	8,35	26,7	0	0	0
Pêcheur 2h	33,8	6,55	8,28	27,9	0	0	0

Tableau 6. Paramètres de qualité de l'eau dans les sacs de transport à la station centrale

Arrivage	Salinité (‰)	Oxygène dissous (mg L^{-1})	pH	Température (°C)	Ammonium (mg L^{-1})	Ammoniaque (mg L^{-1})	Nitrite (mg L^{-1})
Madura 11h	29,1–29,2	9,32–11,25	7,09–7,44	26,7–27,1	0–0,2	0	0–0,01
Madura 12h	29,0–29,2	9,30–11,40	7,06–7,56	26,9–27,4	0–0,1	0	0–0,01
Madura 13h	34,1–34,7	11,41–13,04	7,51–7,64	27,7–27,9	0–0,5	0–0,01	0
Madura 14h	34,4	11,40–14,40	6,34–7,24	28,7–28,9	0–4,0	0–0,03	0–0,05
Intermédiaire 1,5h	34,0–34,3	13,72–15,42	7,05–7,43	27,6–27,7	0,25–0,9	0–0,01	0–0,025
Pêcheur 2h				Aucune donnée			

Tableau 7. Paramètres de qualité de l'eau dans les aquariums d'acclimatation, à la station centrale

Arrivage	Salinité (‰)	Oxygène dissous (mg L^{-1})	pH	Température (°C)	Ammonium (mg L^{-1})	Ammoniaque (mg L^{-1})	Nitrite (mg L^{-1})
Madura 11h	25,3	5,57–6,19	8,28	25,5	0,2	0,02	0,02
Madura 12h	25,2	5,80–6,23	8,24	25,7	0,1	0,01	0,01
Madura 13h	28,2	5,73–6,31	8,16	27,5	0–0,2	0–0,02	0–0,02
Madura 14h	25,5	5,74–6,09	8,02	29,7	0	0	0
Intermédiaire 1,5h	25,2	5,80–6,47	8,14	27,8	0,25	0,02	0,05
Pêcheur 2h	26,1	6,50–6,62	8,27	26,8	0,1–0,2	0,01–0,02	0,01–0,025

Tableau 8. Paramètres de qualité de l'eau dans le système de stockage de la station centrale. Les plages s'étendent de la valeur minimale à la valeur maximale, mesurées dans les six aquariums de stockage pendant toute la durée du séjour des poissons

Arrivage	Salinité (‰)	Oxygène dissous (mg L^{-1})	pH	Température (°C)	Ammonium (mg L^{-1})	Ammoniaque (mg L^{-1})	Nitrite (mg L^{-1})
Madura 11h	26,1–26,5	5,42–6,77	8,30–8,44	26,6–28,3	0	0	0
Madura 12h	26,2–26,7	5,78–6,68	8,29–8,42	26,5–28,2	0	0	0
Madura 13h	27,4–28,1	5,98–6,57	8,15–8,27	27,0–29,0	0	0	0
Madura 14h	26,8–27,9	6,05–6,41	8,25–8,44	26,8–28,1	0	0	0
Intermédiaire 1,5	26,3–26,7	5,72–6,55	8,36–8,44	27,1–28,2	0	0	0
Pêcheur 2h	26,0–26,2	5,94–6,49	8,41–8,47	27,1–28,4	0	0	0

d'un jour à l'autre et d'un arrivage à l'autre. Les valeurs étaient fonction du contenu de l'aquarium (nombre et espèces de poissons) et de la température.

Discussion

Premières réflexions

Cette étude avait pour principaux objectifs l'estimation des taux de mortalité après prélèvement, aux différents stades de traitement, et l'examen des causes de mortalité à la station d'exportation. L'hypothèse a été émise que le stress causé par le traitement et la manipulation était la principale cause de mortalité. Selon Barton et Iwama (1991), le stress est un état de moins bonne santé. Un facteur de stress provoque un changement de l'état biologique d'un organisme, ce qui peut, surtout si ce facteur de stress est permanent, diminuer l'adaptabilité de l'organisme et causer à terme sa mort. Différents facteurs de stress, et les réactions qu'ils provoquent, ont de graves effets cumulés sur les poissons, même si chaque influence, prise isolément, est faible. Des poissons meurent à chaque étape du processus. Cela est lié non seulement aux facteurs de stress qui interviennent directement à chaque étape, mais aussi aux facteurs de stress qui ont affecté le poisson jusqu'à cette étape. La mortalité dépend aussi de la résistance de chaque poisson au stress.

Pertes et mortalité en général

La figure 1 montre que les pertes totales diffèraient considérablement d'un arrivage à l'autre, dans une fourchette de 24 à 51%. La mortalité totale (somme de DOA et DAA) était comprise entre 11 et 40%. Cette plage est inférieure aux taux de mortalité de 30 à 40% indiqués par Vallejo (1997) pour des stations de stockage des Philippines, d'autant que quatre des six chiffres se situent dans une fourchette de 11–21%.

En examinant la part respective de chacune des trois catégories de pertes (DOA, DAA et poissons abîmés), on constate que les poissons abîmés représentent la part la plus considérable des pertes totales (25–76% du total, figure 1). Pendant le transport à la station annexe, les poissons sont traités sans ménagements (dans le cas des arrivages en provenance de Madura, par exemple, les sacs sont jetés sur la plage, où ils restent exposés en plein soleil). Des facteurs mécaniques, au cours de l'emballage et du transport peuvent aussi abîmer les poissons. Bien que ces opérations n'aient pas été étudiées en détail, il semble que les ouvriers de la station d'exportation manipulent et traitent les poissons avec plus de soin que les intermédiaires. On a également observé des différences de qualité du traitement entre la station annexe et la station centrale. Dans cette dernière, les gérants de la station contrôlent en permanence la manipulation, et les employés suivent des instructions précises. En revanche, la qualité de la manipulation dans la station annexe semble fluctuante, selon l'heure de la journée et le comportement des employés.

Mortalité à l'arrivée

Le pourcentage de mortalité à l'arrivée (DOA), influencé par la qualité de l'eau de conditionnement, les conditions de stockage avant le transport, la mani-

pulation pendant l'opération de conditionnement et la durée de transport, est compris entre 0,8 et 11%. La valeur mini de 0,8% dans l'arrivage "Intermédiaire 1,5h" s'explique par la courte durée du transport et par le fait que l'intermédiaire élimine les poissons morts du lot avant le transport à la station annexe. La valeur maxi de 11% dans l'arrivage "Madura 14h"peut s'expliquer par l'ordre chronologique des arrivages. "Madura 14h" était le deuxième arrivage observé. Les observations des auteurs concernant le nombre élevé de DOA et, en règle générale, sur le mauvais état des poissons survivants, ont été transmises à la Direction, qui a donné des instructions à l'intermédiaire de Madura pour améliorer le contrôle de la qualité, la manipulation et le conditionnement. L'état des poissons à l'arrivée des livraisons suivantes effectuées par cet intermédiaire était meilleur, et le nombre de DOA a sensiblement diminué.

L'influence négative d'une longue durée de transport peut être compensée par de meilleures conditions de traitement et de manipulation du poisson. Mais il faut également tenir compte de la méthode de capture.

Cela nous amène à examiner la qualité de l'eau dans les sacs de transport, à l'arrivée à la station annexe (tableau 2). Les paramètres mesurés peuvent se comparer aux plages optimales et admissibles indiquées par Baensch and Debelius (1997) pour des poissons de récifs coralliens transportés en aquarium (les plages "admissibles" ne se rapportent qu'à de brèves périodes ; elles concernent des conditions qui ne sont pas gravement toxiques) :

- Salinité : 30,3–32,7‰ à 25°C
- Oxygène dissous : 6–7 mg L^{-1}
- pH : 8,1–8,3 (optimum) ; 7,9–8,5 (admissible)
- Température : 25°C (optimum) ; 22–28°C (admissible)
- Ammonium : 0 mg L^{-1} (optimum) ; 0,01–0,05 mg L^{-1} (admissible)
- Ammoniaque : 0 mg L^{-1} (optimum) ; jusqu'à 0,01 mg L^{-1} (admissible)
- Nitrite : 0 mg L^{-1} (optimum) ; jusqu'à 0,05 mg L^{-1} (admissible)

Lorsqu'on compare les paramètres mesurés dans les sacs de transport à leur arrivée à la station annexe et ces plages, on constate que la plupart d'entre eux n'entrent pas dans les plages admissibles.

Les valeurs de l'oxygène dissous dépassent la plage admissible. Les concentrations élevées peuvent s'expliquer par l'utilisation d'oxygène pur pour remplir les sacs de transport, ce qui peut entraîner une sursaturation jusqu'à hauteur de 277%. Celle-ci peut être préjudiciable au poisson et provoquer une embolie gazeuse (Bassleer 2000), bien que cette maladie n'ait pas été observée au cours de la présente étude. La concentration en oxygène, comme le pH, l'ammonium, l'ammoniaque et le nitrite, est un paramètre qui dépend de l'espèce. Dans tous les sacs de transports de tous les arrivages, le pH était inférieur à la plage admissible. L'eau des sacs de transport est polluée par les excréments et le dioxyde de carbone rejeté, de sorte que le pH peut s'abaisser à des niveaux inadmissibles à la longue. Mais comme il s'agit d'un processus lent, le poisson peut s'adapter à la pollution et au faible pH et y faire face. En réalité, le faible pH constitue en quelque sorte une assurance vie pour le poisson, car, à ce niveau, la plupart des produits finals du métabolisme des protéines sont présents sous forme d'ammonium, moins toxique pour le poisson que l'ammoniaque, dans lequel se transforme l'ammonium lorsque le pH est plus élevé. Aux niveaux de pH mesurés, les concentrations en ammonium (et par conséquent en ammoniaque) sont élevées et en dehors des plages admissibles. La survie des poissons dans les arrivages observés peut s'expliquer par le fait que ces fortes concentrations agissent pendant peu de temps. Mais les concentrations relativement élevées en ammoniaque sont probablement un facteur agissant sur le nombre de DOA. Il en va de même pour le nitrite. À faible dose, l'ammoniaque a en outre un effet fortement irritant, provoquant une hyperplasie de la peau et des branchies. L'hyperplasie des branchies peut elle même entraîner des problèmes respiratoires et créer des conditions idéales pour la prolifération de bactéries et de parasites opportunistes (FishDoc 2003). La mort liée à ces problèmes peut également survenir à un maillon ultérieur de la chaîne de traitement.

Mortalité après l'arrivée

La majorité des pertes est due aux morts après l'arrivée (DAA). Le pourcentage de DAA dans les arrivages variait entre 8,5 et 34%. Les DAA totaux ont été ventilés en quatre taux de mortalité différents selon les opérations de traitement subies pendant le séjour dans la station d'exportation (figure 2).

Mortalité en cours d'acclimatation dans la station annexe

Les taux de mortalité enregistrés pendant cette étape étaient compris entre 0 et 4% (figure 2). Parmi les paramètres de qualité de l'eau mesurés dans les aquariums d'acclimatation, la présence d'ammonium et celle d'ammoniaque semblent être des facteurs étiologiques plausibles. Ces deux paramètres dépendent de la composition par espèces et de la densité de stockage dans les aquariums. Si la densité y est trop élevée, l'ammonium et, par conséquent, l'ammoniaque, s'accumulent et influent sur le nombre de morts en cours d'acclimatation. Le taux de mortalité particulièrement élevé pendant l'acclimatation de l'arrivage "Madura 12h" ne s'explique sans doute pas par la qualité de l'eau ou le traitement seuls. Les auteurs pensent que le nombre de morts pendant l'acclimatation résulte en grande partie du traitement subi par les poissons au cours du transport et du déballage, avant l'acclimatation proprement dite.

Mortalité à l'arrivée à la station centrale

À ce stade, les taux de mortalité vont de 0,4 à 5,5% (figure 2). Cette dernière valeur a été observée dans l'arrivage "Madura 13h", à la suite de problèmes survenus pendant le conditionnement à la station annexe

de Goris. L'opération de conditionnement a été stoppée car les poissons emballés étaient en train de mourir. Les poissons ont alors été déballés et transférés dans le système d'acclimatation en attendant que l'emballage reprenne.

Dans tous les arrivages sauf "Madura 13h", le taux de mortalité ne dépassait pas 1,2%, pourcentage relativement modeste. Bien que l'on n'ait pas décelé de corrélation entre la durée de séjour dans les sacs et le nombre de morts, il semble qu'à ce stade, ce soit le principal facteur négatif qui influe sur la survie. Manifestement, la manipulation au cours de l'emballage a joué aussi un rôle, car elle semble avoir été la cause du taux de mortalité élevé observé dans l'arrivage "Madura 13h". En règle générale, nous avons supposé que le stress causé par le transport et le traitement avant l'arrivée à la station centrale ont influé sur la survie au cours des stades ultérieurs. Iversen et al. (1998) ont constaté que, du fait du stress induit par la capture et le transport de saumon de l'Atlantique, le poisson avait besoin de davantage de temps pour récupérer — plus de 48 heures dans certains cas. Carmichael (1984) a observé des périodes de récupération encore plus longues — 96 heures — chez des black-bass à grande bouche *Micropterus salmoides*, une espèce d'eau douce, dont le niveau de corticostéroïdes s'était élevé sous l'influence des facteurs de stress. Bien que ces études aient porté sur des espèces de climat tempéré, les observations semblent être similaires aux réactions au stress caractéristiques des poissons de récifs coralliens. Ainsi, Grutter et Pankhurst (2000) ont trouvé des niveaux élevés de cortisol plasmatique chez *Hemigymnus melapterus* (tamarin vert), en réaction à la capture et à la manipulation. Ces niveaux n'ont baissé qu'au bout de 2,5 mois d'observation au laboratoire, mais toujours sans atteindre les niveaux mesurés chez des poissons qui viennent d'être capturés. Ce genre de réaction au stress laisse à penser que les poissons sauvages ne s'acclimateront jamais complètement à la vie en captivité.

Mortalité en cours d'acclimatation à la station centrale

Sur les six arrivages, 0–2% de poissons seulement sont morts au cours de l'acclimatation à la station centrale de Denpasar, chiffre très inférieur au taux de mortalité constaté au cours de la même étape à la station annexe de Goris (figure 2). Les raisons de cette différence tiennent à un meilleur équipement, à la disposition des aquariums et à l'organisation du travail, ainsi qu'à un contrôle plus strict de la manipulation dans la station centrale. Bien que la qualité de l'eau dans les aquariums d'acclimatation de la station centrale soit moins bonne que celle observée à la station annexe, la meilleure manipulation du poisson (notamment le soin apporté au déballage et au tri des poissons par espèce pour éviter la concurrence entre espèces avant l'introduction des poissons dans les aquariums) semble déboucher sur des taux de mortalité moins élevés à ce stade. Il ne faut pas oublier qu'à ce stade du traitement, les poissons les plus faibles sont déjà morts.

Mortalité dans le système de stockage de la station centrale

La plupart des DAA sont intervenus pendant le séjour des poissons dans le système de stockage (49–79% du nombre total de DAA). Les morts à ce stade représentaient 6 à 17% du total de morts (figure 2). Le taux maxi, 17%, a été observé dans l'arrivage "Madura 13h", ce qui peut s'expliquer par le traitement particulièrement stressant subi par les poissons de ce lot, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Tous les paramètres concernant la qualité de l'eau dans les aquariums de stockage, à l'exception de la salinité, sont généralement compris dans les plages admissibles précitées. Il en va de même pour les plages admissibles indiquées dans les Instructions supplémentaires à l'intention des stations d'exportation, rédigées par le *Marine Aquarium Council* (2001) et destinées aux exportateurs candidats à une certification.

- pH : 7,8–8,5
- ammoniaque libre : jusqu'à 0,001 mg L^{-1}
- nitrite : jusqu'à 0,125 mg L^{-1}

La salinité a été intentionnellement abaissée dans le système de stockage à 26–27‰ à des fins de prévention des parasites — traitement courant recommandé par les experts en aquariophilie (Bassleer 2000 ; Baensch et Debelius 1997). Ce traitement est un facteur de stress, mais, du fait que le poisson ne séjourne qu'une semaine tout au plus dans le système de stockage, ce ne devrait pas être un facteur de mort. Son influence positive pourrait au contraire compenser son effet négatif.

Parmi les diverses causes de mortalité observées dans le système de stockage, on a constaté que les infections bactériennes et parasitaires prédominaient (tableau 2) et que leur influence augmentait en fonction de la durée de séjour. La mort causée par des maladies d'origine bactérienne et parasitaire peut s'expliquer par la disparition de la réponse immunitaire des poissons, causée par l'élévation chronique des niveaux de cortisol, elle-même induite par le stress de la manipulation (Grutter et Pankhurst 2000). Les poissons déjà affaiblis par l'influence des facteurs de stress et la réponse qui en résulte ne sont pas capables de résister à des infections bactériennes et parasitaires (Barton et Iwama 1991). Même les bains en eau douce donnés généralement tous les jours aux poissons dans les systèmes de stockage ne peuvent pas empêcher la propagation de ces maladies ; au contraire, ils contribuent peut-être à l'élévation des taux de cortisol, en constituant un facteur de stress supplémentaire. En général, il semble qu'il n'y ait pas un facteur unique, y compris la qualité de l'eau, de mortalité des poissons, quelle que soit leur espèce, lors de leur séjour dans le système de stockage. En revanche, il y a plusieurs facteurs de stress dont les effets négatifs sur les poissons se cumulent et finissent par vaincre leur résistance aux maladies et à la mort (Barton et Iwama 1991).

Conclusions et recommandations

On peut raisonnablement conclure de la présente étude que les taux de mortalité observés, qui vont de 10 à 40%, sont d'un niveau inadmissible. Ces pertes se sont produites malgré les conditions modernes d'équipement et de manipulation en vigueur à la station d'exportation. La grande variabilité des taux de mortalité et de dégradation des poissons parmi les six arrivages observés dénote la variabilité de la qualité du traitement et de la manipulation, et laisse à penser que l'on pourrait obtenir des résultats positifs en améliorant la cohérence de ces opérations. Les grandes différences de taux de mortalité entre les deux premiers arrivages de Madura et ceux qui ont suivi — après que de nouvelles instructions de manipulation aient été données au fournisseur — indiquent que l'amélioration des méthodes de manipulation permet de réduire sensiblement la mortalité après capture. Il est évident qu'un contrôle qualité plus strict au cours du traitement (y compris celui de la qualité de l'eau) et de la manipulation aux différents stades du passage dans les stations annexes s'impose. Les auteurs ont formulé des recommandations détaillées à la Direction de l'entreprise, de manière que celle-ci puisse apporter des améliorations à chacun des stades du processus.

Bien que l'entreprise exportatrice ne puisse contrôler directement la manipulation au cours de la pêche et du transport aux stations annexes par des tierces parties, la formation des fournisseurs déboucherait certainement sur des améliorations et serait donc nécessaire. Il faut en outre changer d'urgence la manière dont les poissons sont capturés, c'est-à-dire abandonner la pêche au cyanure pour la pêche au filet. Rubec et al. (2000) citent un importateur de poissons de mer des États-Unis d'Amérique qui a observé une différence de 20% du taux de mortalité entre les poissons capturés au cyanure (plus de 30%) et ceux pêchés au filet (moins de 10%) en provenance des Philippines. Cette anecdote montre que le poisson capturé au cyanure présente une moindre résistance, tandis que la mortalité après capture peut être sensiblement abaissée grâce au recours à des méthodes de pêche appropriées. Les poissons exposés au cyanure au cours de la capture courent un plus grand risque de stress et manifestent une moindre adaptabilité (Hanawa, 1998). Les maladies d'origine bactérienne ou parasitaire jouent un rôle important, surtout dans le système de stockage. Les conclusions de cette étude montrent que des améliorations, même mineures, du traitement, de la qualité de l'eau et de la manipulation sont souhaitables.

Les taux de mortalité observés au cours de cette étude sont étroitement liés aux espèces considérées. Dans les six arrivages, un total de 120 espèces de poissons a été examiné. Malheureusement, aucune espèce n'était présente dans les six arrivages à la fois, et deux seulement ont été constatées dans cinq arrivages sur les six. Sept espèces figuraient dans quatre arrivages, et vingt dans trois arrivages. La composition par espèce variait beaucoup selon l'arrivage. En outre, le nombre de poissons dans les arrivages variait considérablement, ce qui compliquait l'analyse statistique de la mortalité en fonction de l'espèce. Quoi qu'il en soit, il faudrait approfondir d'urgence la recherche afin de déterminer les espèces qui ne se prêtent pas à la manipulation et au traitement dans la chaîne de distribution. Les auteurs de l'étude ont observé que, pour un grand nombre d'espèces, l'entreprise d'exportation ne respectait pas la norme de certification établie par le *Marine Aquarium Council* quant aux DOA et DAA (1% maximum chacun). Il a été remarqué, au cours de l'étude, que l'on commercialise des espèces réputées parmi les amateurs pour être inappropriées à des aquariums domestiques, parce qu'elles nécessitent de la nourriture spéciale difficile à trouver (polypes coralliens, par exemple). Cela corrobore le constat de Sadovy (2002), selon lequel 40% des espèces commercialisées ne conviennent pas à la majorité des aquariophiles.

Il est clair qu'il faut prendre des mesures d'incitation visant à réduire la mortalité. Cet objectif pourrait être atteint en appliquant le système de certification MAC (les produits certifiés ne représentent encore qu'une petite partie du commerce d'aquariophilie). Mais cette démarche ne sera couronnée de succès qu'à condition que les acheteurs insistent pour avoir des produits de meilleure qualité, même s'ils coûtent plus cher. Pour une entreprise, la certification demande un investissement important, tant en équipement qu'en procédure de certification proprement dite. Les seules perspectives de faire des bénéfices en réalisant un meilleur chiffre d'affaires et en fixant des prix plus élevés pour les produits certifiés ne suffiront peut-être pas à convaincre les exportateurs de réduire les taux de mortalité.

Pour les pays en développement tels que l'Indonésie, il faudrait élaborer un guide plus détaillé pour aider les entreprises à obtenir la certification. Ce document devrait décrire une approche graduelle de toutes les procédures de traitement et de manipulation, et donner des instructions précises sur la manière de respecter les normes (de fait, le MAC est en train d'élaborer un guide de ce genre pour l'Indonésie). Une norme de certification prévoyant des seuils de DOA et de DAA légèrement supérieurs (5%) pendant une certaine période de transition pourrait être appropriée pour gagner des entreprises à la cause de la certification, du moins dans les régions où la pêche au cyanure est encore une pratique courante, difficile à éradiquer.

Bibliographie

Baensch, H.A. and Debelius H. 1997. Meerwasser atlas band 1. Melle, Germany: Mergus Verlag GmbH. 1207 p.

Barber, C.V. and Pratt V.R. 1997. Sullied seas. Strategies for combating cyanide fishing in Southeast Asia and beyond. Washington D.C.: World Resources Institute. 64 p.

Barton, B.A. and Iwama G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annual Review of Fish Diseases 1:3–26.

Bassleer, G. 2000. Fischkrankheiten im meerwasser: Ursachen, diagnose, behandlung. Ettlingen: Dähne Verlag. 96 p.

Carmichael, G.J. 1984. Long distance truck transport of intensively reared largemouth bass. Progressive Fish Culturist 46:111–115.

FishDoc. 2003. Ammonia – the silent killer. http://www.fishdoc.co.uk/water/ammonia.htm

Grutter, A.S. and Pankhurst N.W. 2000. The effects of capture, handling, confinement and ectoparasite load on plasma levels of cortisol, glucose and lactate in the coral reef fish *Hemigymnus melapterus*. Journal of Fish Biology 57:391–401.

Hanawa, M.L., Harris L., Graham M., Farrell A.P. and Bendell-Young L.I. 1998. Effects of cyanide exposure on *Dascyllus aruanus*, a tropical marine fish species: Lethality, anaesthesia and physiological effects. Aquarium Sciences and Conservation 2:21–34.

Holthus, P. 1999. Le *Marine Aquarium Council*, garant de la qualité et de la viabilité à long terme de l'aquariophilie d'eau de mer. Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS 5:34–35.

Iversen, M.B., Finstad B. and Nilsen K.J. 1998. Recovery from loading and transport stress in Atlantic Salmon (*Salmo salar L.*) smolts. Aquaculture 168:387–394.

Johannes, R.E. and Riepen M. 1995. Environmental, economic, and social implications of the live reef fish trade in Asia and the western Pacific. Report to The Nature Conservancy and South Pacific Commission. 82 p.

Jones, R.J. 1997. Effets du cyanure sur le corail. Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS 3:3–7.

Marine Aquarium Council. 2001. Best practice guidance for the core handling, husbandry and transport international Performance Standard for the Marine Aquarium Trade. 16 p. http://www.aquariumcouncil.org

Rottmann, R.W., Francis-Floyed R. and Durborow R. 1992. The role of stress in fish disease. Publication No. 474, Southern Regional Aquaculture Center. 3 p.

Rubec, P.J., Cruz F., Pratt V., Oellers R. et Lallo F. 2000. Des poissons capturés au filet, sans cyanure, pour l'aquariophilie. Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS 7:28–34.

Sadovy, Y. 2002. La mortalité dans le commerce des poissons de récif vivants. Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS 10:3–5.

Vallejo, B.V. 1997. Survey and review of the Philippine marine aquarium fish industry. Sea Wind 10(2):25–26.

Wood, E.M. 2001. Collection of coral reef fish for aquaria: Global trade, conservation issues and management strategies. UK: Marine Conservation Society. 80 p.