

Mise en évidence et valorisation de la croissance compensatrice chez *Heterobranchus longifilis*

Pierre Luquet, Ziriga J. Otémé et Adou Cissé

Centre de Recherches Océanographiques, BP V 18, Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

Accepté le 12 avril 1995.

Luquet P., Z. J. Otémé, A. Cissé. *Aquat. Living Resour.*, 1995, 8, 389-394.

Evidence for compensatory growth and its utility in the culture of Heterobranchus longifilis.

Abstract

Three trophic levels were tested with the African catfish *Heterobranchus longifilis*. In the 1st trial, fish with a mean weight of 60 g (12 batches of 8 fish), were subjected to severely restricted feeding (1% of body weight) for three weeks, then increased rations for three weeks either to *ad libitum* feeding or to 3% of body weight. Growth rates were compared to those of fish that had been continuously fed either *ad libitum* or at 3% of body weight. Although the final live weights of fish on restricted diets were lower than those of fish on unrestricted diets, the results indicate that a restrictive feeding rate ultimately induces a significantly higher specific growth rate, and a better food conversion ratio. This compensatory growth is caused both by hyperphagy and by an improved metabolism. A positive effect of hyperphagy was still noted during the following two weeks.

During the 2nd experiment, silurids of an initial mean weight of 141 g (6 batches of 18 fish) were fed for 10 weeks either at a constant rate of 4% body weight, or fed alternately on a diet restricted to 2% of body weight for one week then increased to 4 or 5% of body weight for the next week. At the end of the trial (10 weeks), mean weights were not significantly different. The best food conversion ratio (1.8) was found among the fish on restricted diets alternated with increased rations equal to that of the control (4%). In the 3rd experiment, silurids of a mean weight of 340 g (6 batches of 16 fishes) were fed for five months at a constant rate of 3% of body weight and those of fish fed alternately at 2% then 4% using 15-day intervals following lunar cycles were compared. At the end of the experiment, final mean weights varied from 977 to 1 127 g, while the food conversion ratios varied from 2.1 to 2.5. The best performances, considering all criteria, were those of group of fish fed restricted diets of 2% of body weight during the waning moon and then increased to 4% during the waxing moon. Conversely, the worst results were obtained with those fish on a restricted diet during the waxing moon. To fully utilize the phenomenon of compensatory gain as illustrated in the silurid, dietary restriction, even a mild one for a one week period can be recommended. However, there appears to be very little profit in attempting to benefit from hyperphagy after restricted diets for two weeks.

Keywords: African catfish, *Heterobranchus longifilis*, diets, growth, lunar cycles.

Résumé

Trois niveaux trophiques ont été expérimentalement étudiés chez le silure africain *Heterobranchus longifilis*. Au cours d'un 1^{er} essai, des poissons d'un poids moyen initial de 60 g ont été rationnés (1% du poids vif) pendant trois semaines puis alimentés pendant 3 semaines soit *ad libitum* soit à 3% du poids vif. Leur croissance a été comparée à celle de poissons nourris en permanence soit en excès soit à raison de 3% du poids vif. Si le poids vif final des lots ayant subi une restriction est inférieur à celui de leurs homologues alimentés à taux constant, les résultats indiquent que la restriction alimentaire induit ultérieurement une croissance spécifique significativement supérieure, et un indice de consommation meilleur. Cette croissance compensatrice est due à la fois à une hyperphagie et à une amélioration du métabolisme. Un effet positif de l'hyperphagie est encore noté pendant les deux semaines suivantes. Lors de la 2^e expérience, des silures d'un poids moyen initial de 141 g ont été nourris pendant 10 semaines soit à un taux constant de 4% du poids vif, soit alternativement à un taux de 2% du poids vif pendant une semaine, puis alimentés pendant une semaine à raison de 4 ou 5% du poids vif. Au terme de l'essai, les

poids moyens ne sont pas significativement différents. Les indices de consommation les meilleurs (1,79) sont notés pour les poissons ayant subi l'alternance avec un niveau haut analogue au témoin (4%). Lors d'une 3^e expérience, des silures, d'un poids moyen initial de 340 g ont été nourris pendant 5 mois, soit au taux constant de 3% du poids vif, soit de façon alternée à 2 et 4% du poids vif sur la base d'un pas de 15 jours en tenant compte des phases lunaires. Au terme de l'expérience, les poids moyens finaux ont varié de 977 à 1127 g, tandis que les indices de consommation variaient de 2,1 à 2,5. Les meilleures performances, pour l'ensemble des critères utilisés sont notées pour les lots nourris à 2% du poids vif en lune descendante, puis à 4% en lune montante. Chez les poissons nourris de façon restreinte, en période de lune montante, la croissance est minimale. Pour valoriser le phénomène de croissance compensatrice ainsi mis en évidence chez le silure on peut recommander une restriction alimentaire, durant des périodes de 1 semaine. En revanche, tirer bénéfice de l'hyperphagie ne semble pas profitable.

Mots-clés : Silure africain, *Heterobranchus longifilis*, croissance, chronobiologie.

INTRODUCTION

Quels sont les effets d'une restriction alimentaire momentanée sur la croissance du silure *Heterobranchus longifilis*? De telles restrictions peuvent en effet être imposées par divers événements telles qu'une diminution brutale de la qualité de l'eau, une rupture de stock d'aliment, ou même un retard dans le déstockage des enclos d'un élevage. Un premier objectif est de vérifier qu'il ne s'ensuit pas des conséquences négatives pour la croissance.

Le deuxième objectif est de savoir si le silure réagit au contraire positivement à une restriction momentanée grâce au phénomène de la croissance compensatrice. Celui-ci a été mis en évidence chez les salmonidés (Bilton et Robins, 1973; Weatherley et Gill, 1981; Dobson et Holmes, 1984; Miglav et Jobling, 1989; Metcalfe et Thorpe, 1992), bien que, paradoxalement, la méthode de l'alimentation intermittente ait procuré des résultats proches de celle de la réduction permanente du niveau trophique pour freiner la croissance chez *Oncorhynchus mykiss* (Klonz *et al.*, 1991). Randolph et Clemens (1978) suggèrent que pour le poisson-chat américain (*Ictalurus punctatus*) élevé en étang, la pratique d'un jeûne de courte durée (1 à 7 jours) suivi d'une réalimentation ne constitue pas une approche intéressante car elle entraîne une réduction de la croissance. Ces différences de réponses sont-elles liées à l'espèce (salmonidés ou siluriformes), à la température d'élevage (poisson d'eau froide ou poisson élevé en eau chaude), à la taille des poissons (quelques grammes à 1 kg), au volume du milieu d'élevage (bassins ou étangs) ou à la méthode de nourrissage (distribution manuelle ou distributeurs du type libre-service), ou à d'autres paramètres?

Sans avoir l'ambition de répondre à l'ensemble de ces interrogations, nous avons effectué trois essais de manipulation alternée de niveau trophique chez le silure africain *Heterobranchus longifilis*. Ces essais ont pour but d'étudier si le phénomène de croissance compensatrice existe chez ce poisson.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Conditions d'élevage

L'ensemble des essais a été réalisé à la pisciculture de Layo (Côte d'Ivoire), dans des bassins en béton de 4 m³ (2 × 2 × 1), alimentés avec de l'eau saumâtre (2 à 4 p. 1 000 de salinité, pH moyen égal à 7) pompée en lagune Ebrié, sur la base d'un renouvellement par heure. Les poissons expérimentaux sont issus du stock local, maintenu à cet effet.

Les poissons ont été nourris 7 jours sur 7 pour les essais 1 et 2, et 6 jours sur 7 lors de l'essai 3, y compris le jour des pesées. L'aliment était distribué en 4 repas journaliers (3 repas uniquement les jours de contrôle). Deux aliments présentés sous forme de granulés (granulation à la vapeur) ont été utilisés. Lors des expériences 1 et 2, il a été distribué un aliment (MA3) de 3 mm de diamètre renfermant 38% de protéines. Lors de l'essai 3 il a été utilisé un aliment (CN+) plus riche en protéines (44%) sous forme de granulés de 5 mm de diamètre. La composition centésimale et analytique des aliments est donnée dans le tableau 1. En raison de la turbidité permanente de l'eau, la quantité d'aliment réellement consommé n'a pas pu être contrôlée.

Expérience 1

Cet essai a été réalisé sur 12 lots de 8 silures, âgés de 3 mois, d'un poids moyen de 60 g, nourris en routine à raison de 3% du poids vif. Quatre traitements ont été appliqués sur 3 replicats:

- les lots C10 ont reçu l'aliment MA3 à raison de 10% du poids vif pendant les 6 semaines de la durée de l'expérience. Ce taux, en excès, doit procurer un nourrissage *ad libitum*;

- les lots R1N10 ont été nourris sur la base de 1% du poids vif pendant une période de 3 semaines puis ont été alimentés *ad libitum* (10% du poids vif) pendant les 3 semaines consécutives;

- les lots C3 ont été nourris à raison de 3% du poids vif pendant toute la durée de l'expérience;

Tableau 1. – Composition centésimale et analytique des aliments expérimentaux.*Ingredients and chemical composition of experimental diets fed to African catfish.*

	Expérience 1 et 2 (MA3)	Expérience 3 (CN+)
Farine de poisson	30	49,5
Coton	10	16,5
Coprah	15	25,0
Son de blé	34,5	
Farine de manioc	5	5
Farine de maïs	5	
Min. + Vitamines	0,5	0,5
Protéines brutes	38,7	43,9
Matières grasses	4,0	3,6
Eléments non azoté	40,4	31,6
Cellulose	6,2	5,6
Cendre	10,7	15,5

– les lots R1N3, nourris à 1% du poids vif pendant les 3 premières semaines ont ensuite été alimentés sur la base de 3% du poids vif.

Les rations ont été réajustées chaque semaine sur la base de la pesée globale du lot.

Une pesée individuelle a été effectuée aux temps 0, 3, 4, et 6 semaines.

Expérience 2

Cet essai a été réalisé sur 6 lots de 18 poissons d'un poids moyen initial de 141 g. Trois traitements ont été appliqués sur 2 replicats :

– les lots C4 ont reçu l'aliment MA3 à raison du taux constant de 4% du poids vif pendant toute la durée de l'expérience (10 semaines);

– les lots R2N4 et R2N5 ont été soumis à un rationnement alterné. Ces lots étaient nourris à 2% du poids vif pendant une semaine, puis alimentés respectivement à un taux de 4 ou 5% du poids vif la semaine suivante.

Les rations ont été réajustées chaque semaine sur la base de la pesée de chaque lot.

Expérience 3

Cet essai a été réalisé sur 6 lots de 16 poissons d'un poids moyen initial de 340 g. Trois traitements ont été appliqués à 2 replicats :

– les lots 3C ont reçu l'aliment CN+ à raison de 3% du poids vif pendant toute la durée de l'expérience;

– les deux autres traitements ont consisté à un rationnement alterné de 2% puis 4% du poids vif sur la base d'un pas d'environ 2 semaines calés sur les demi cycles lunaires. Les lots 2D4M étaient nourris à 2% du poids vif en lune descendante tandis que les lots 4D2M étaient rationnés en lune montante, et inversement.

Les rations ont été réajustées tous les 15 jours lors de chaque pesée intervenue le jour de la pleine ou nouvelle lune. L'expérience qui a démarré un jour de pleine lune a duré 5 mois ce qui correspond à 5 cycles lunaires complets.

Traitements des résultats

Les résultats relatifs à la croissance sont présentés en absolu et en croissance spécifique :

$$CS = (\ln P_{\text{final}} - \ln P_{\text{initial}}) / t \text{ (en \% / jour)}$$

Les résultats ont d'abord été traités par analyse de variance hiérarchisée (traitement + réplicat). Les valeurs moyennes ont ensuite été comparées 2 à 2 par un test de Duncan (Dowdy et Wearden, 1983).

RÉSULTATS

Expérience 1

Les résultats relatifs à l'expérience 1 sont présentés dans la *figure 1* pour ce qui concerne les courbes de croissance, et le *tableau 2* pour ce qui concerne les croissances spécifiques et les indices de consommation.

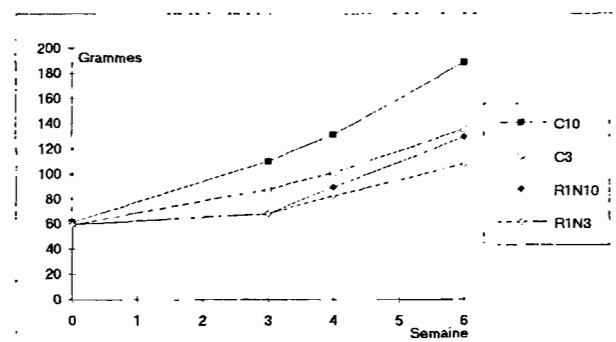


Figure 1. – Expérience 1 : croissance pondérale des silures soumis à une restriction alimentaire puis alimentés à différents taux.

Experiment 1: growth of African catfish held on restricted feeding and subsequent different refeeding rates.

Croissance

Si les populations de départ sont homogènes ($F_{0,05}$; $3; 8 < 4,07$), dès la 3^e semaine les poids moyens sont statistiquement différents. Les gains de poids les plus élevés ($CS = 1,22$) sont notés pour les lots nourris *ad libitum*, et les plus faibles pour les lots nourris à 1% du poids vif ($CS = 0,26$ à $0,28$, différence non significative).

Au cours de la 1^{re} semaine suivant l'augmentation du taux de rationnement (3 à 4 semaines après le début de l'expérience) la meilleure croissance ($CS = 1,64$) est observée chez les lots R1N10. Cette croissance est significativement supérieure à celle

Tableau 2. – Expérience 1 : influence d'une restriction alimentaire et du niveau d'alimentation sur la croissance spécifique (%/jour) et sur l'indice de consommation du silure.

Experiment 1: effects of restricted feeding and subsequent refeeding rate on specific growth of African catfish (%.day⁻¹) and on food conversion.

Période	Croissance spécifique			
	C10	C3	R1N10	R1N3
0-3 semaines	1,22 ^{jk}	0,80 ^b	0,26 ^a	0,28 ^a
3-4 semaines	1,06 ^{de}	0,95 ^{hd}	1,64 ^h	1,11 ^{ef}
4-6 semaines	1,04 ^{de}	0,90 ^{bd}	1,29 ^g	0,92 ^{bd}

Période	Indice de consommation			
	C10	C3	R1N10	R1N3
0-3 semaines	2,78 ^e	1,35 ^{ab}	1,46 ^b	1,34 ^{ab}
3-4 semaines	3,34 ^f	1,11 ^{ab}	2,02 ^e	0,89 ^a
4-6 semaines	3,34 ^f	1,45 ^b	2,54 ^g	1,19 ^{ab}

Les valeurs moyennes ayant des lettres semblables ne sont pas significativement différentes.

(1,06) des lots homologues nourris en permanence en excès (C10). Les lots nourris à 1% puis alimentés à 3% du poids vif (R1N13), ont également une croissance CS=1,11 supérieure à leurs homologues maintenus à 3% (C3). Cette supériorité de la vitesse de croissance est constatée pour le lot R1N10 au cours des deux semaines ultérieures (CS=1,9), la croissance spécifique des trois autres lots étant identiques (CS variant de 0,90 à 1,04).

Indice de consommation

L'indice de consommation le plus élevé (significativement) est toujours noté pour les lots C10 nourris *ad libitum* pendant toute la période d'observation. À l'inverse, les indices de consommation les plus bas (1,34-1,35), mais non significativement différents, sont observés pour les lots nourris à 1% du poids vif. Les indices des lots R1N10 restent toujours significativement inférieurs à ceux de leurs homologues (lots C10) nourris à taux constant.

Expérience 2 (tabl. 3, fig. 2)

Les populations initiales de poisson sont homogènes à l'intérieur d'un même lot ($F_{0,05}; 3; 90 > 2,70$) et inter traitement ($F_{0,05}; 2; 3 > 9,55$). Au terme des 10 semaines d'expérience, les poids moyens varient de 424 g (lot R2N5) à 408 g, (lot R2N4) mais ne sont pas significativement différents. Les restrictions alimentaires imposées une semaine sur deux ainsi que le niveau de rationnement ultérieur (4 ou 5% du poids vif) n'ont aucun effet sur la croissance moyenne qui varie de 3,8 à 4,0 g/jour, et de 1,5 à 1,6%.jour⁻¹ en ce qui concerne la croissance spécifique. En revanche, les indices de consommation sont plus bas pour les

Tableau 3. – Expérience 2 : influence du rationnement alterné chaque semaine sur les performances zootechniques du silure.

Experiment 2: effects of weekly alternation of feeding level on weight gain and feed conversion.

	C4	R2N4	R2N5
Poids moyen initial	141,2	141,3	142,6
Poids moyen final	411,5	408,8	424,3
Croissance moyenne (g.j ⁻¹)	3,86	3,82	4,04
Croissance spécifique (%.j ⁻¹)	1,52	1,51	1,57
Indice de consommation	2,35	1,79	2,02

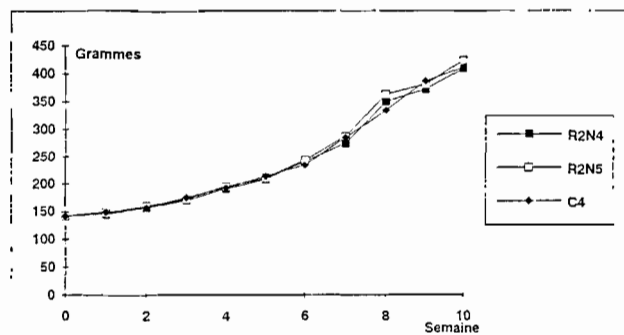


Figure 2. – Expérience 2 : croissance pondérale des silures soumis à un rationnement alterné chaque semaine.

Experiment 2: growth of African catfish held on weekly alternation of feeding level.

lots soumis au rationnement alterné (1,79 et 2,02 respectivement pour R2N4 et R2N5), que pour le lot alimenté à niveau constant (2,35).

Expérience 3 (tabl. 4, fig. 3)

Les traitements ont un effet significatif sur la croissance. Les poids moyens finaux varient de 977 g pour 4D2M à 1 127 g pour 2D4M, et ont une valeur intermédiaire (1 102 g) pour le lot 3C maintenu à un rationnement constant. Seules les différences entre les 2 lots à rationnement alterné sont significativement différentes. Les indices de consommation, relativement

Tableau 4. – Expérience 3 : influence du rationnement alterné en fonction des phases lunaires sur les performances zootechniques du silure.

Experiment 3: effects of semi-lunar alternation of feeding level on weight gain and feed conversion of African catfish.

	3C	2D4M	4D2M
Poids moyen initial	337	340	342
Poids moyen final ⁽¹⁾	1 102 ^{ab}	1 127 ^a	977 ^b
Croissance moyenne (g.j ⁻¹)	6,17	6,50	5,25
Croissance spécifique (%.j ⁻¹)	2,07	2,14	1,88
Indice de consommation	2,23	2,12	2,50

⁽¹⁾ Les valeurs moyennes ayant des lettres semblables ne sont pas significativement différentes.

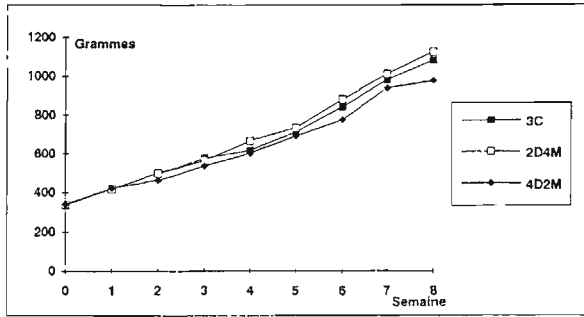


Figure 3. – Expérience 3: croissance pondérale des silures soumis à un rationnement alterné en fonction des stades lunaires.

Experiment 3: growth of African catfish held on semi-lunar alternation of feeding rate.

élevés, varient de 2,12 (lot 2D4M) à 2,50 (lot 4D2M), corroborant ainsi les meilleures performances de croissance notées pour les lots alimentés au taux de 2% en lune descendante.

DISCUSSION

La croissance compensatrice peut résulter de deux phénomènes complémentaires: une hyperphagie et une amélioration de la transformation métabolique des nutriments (Miglav et Jobling, 1989). La 1^{re} expérience décrite a été conçue pour différencier les deux phénomènes. Si la compensation des lots nourris *ad libitum* (C10 et R1N10) ne permet pas de dissocier les 2 effets, elle permet de mettre en évidence une amélioration des performances lors de l'alimentation en excès après la restriction alimentaire. En considérant en effet la croissance spécifique, on constate que durant les 3 dernières semaines le gain de poids journalier est meilleur chez les lots préalablement moins nourris. La même observation est effectuée en considérant les indices de consommation. Bien que les indices de consommation n'aient pas une grande signification si les poissons sont nourris en excès, on note une nette amélioration après la période de restriction. Ceci signifie que, soit une plus grande proportion de l'aliment distribué est ingérée, soit que l'aliment est mieux métabolisé, soit les deux à la fois. La comparaison des performances des lots nourris à 3% du poids vif (C3) à ceux nourris à refus (C10), indique que le taux de 3% se situe en deçà de la satiété. En conséquence l'artefact lié à l'aliment non consommé n'interfère pas dans les conclusions que l'on pourra tirer de la comparaison des lots C3 et R1N3. Celle-ci permet de noter une amélioration transitoire mais significative de la croissance spécifique au cours de la 4^e semaine, ainsi qu'une nette (mais non significative) diminution de l'indice de consommation lors de la première semaine après la suppression de la restriction alimentaire. De cette 1^{re} expérience, on peut déduire qu'une restriction

alimentaire sévère imposée pendant une période de 3 semaines n'altère pas les capacités de croissance ultérieure du silure mais qu'elle induit, au contraire, un phénomène momentané de croissance compensatrice. Celle-ci est due pour partie à une amélioration de la transformation de l'aliment, pendant la 1^{re} semaine et, pour partie, à une hyperphagie qui perdure au moins pendant 3 semaines.

Le silure africain *Heterobranchus longifilis* réagit ainsi différemment du poisson-chat américain lors de l'expérience réalisée par Randolph et Clemens (1978) qui ont observé un temps de latence équivalent au nombre de jours de jeûne pour que la prise de nourriture revienne à un niveau normal. De ce double handicap ainsi constaté, il en résultait un déficit de croissance. Il n'y a pas cependant de différence interspécifique car les deux approches diffèrent par le mode de nourrissage, manuel dans notre cas, et basé sur l'utilisation de distributeurs à la demande dans le cas de l'essai de Randolph et Clemens (1978); la perturbation d'ordre comportemental subie par les poissons-chats lors de la manipulation de la tige d'un appareil vide, peut ainsi expliquer le déficit trophique observé par ces auteurs.

Si qualitativement le silure réagit de façon identique à celle des salmonidés, il faut toutefois noter qu'au terme de l'expérience, le poids moyen des lots sous-alimentés pendant 3 semaines est inférieur à celui des lots nourris en permanence, alors qu'un rattrapage total était constaté chez les salmonidés pour une restriction au moins aussi sévère (Bilton et Robins, 1973; Dobson et Holmes, 1984).

Chez les salmonidés, le jeûne prolongé n'affecte pas les possibilités de synthèse protéique (McMillan et Houlihan, 1992) ou des acides nucléiques, l'activité de l'ornithine décarboxylase par exemple revenant à un niveau élevé dans les 24 heures suivant la réalimentation après un jeûne de 12 jours (Benfey, 1992). La température d'élevage des silures est cependant 2 à 4 fois plus élevée que celle des salmonidés, ceci expliquerait que le handicap de croissance n'ait pas pu être compensé au cours des 3 semaines d'alimentation non restreinte.

Au cours de la 2^e expérience, il a été tenté de confirmer la croissance compensatrice mise en évidence précédemment et de valoriser les deux effets de l'hyperphagie (lots R2N5) et de l'amélioration de la transformation alimentaire (lots R2N4). Encore fallait-il qu'une restriction alimentaire modérée (2% du poids vif) et qu'une courte durée (1 semaine) puissent induire une diminution suffisante du catabolisme, et ainsi permettre au phénomène de croissance compensatrice de s'exprimer. Les résultats indiquent effectivement qu'une alimentation au niveau équivalent à celui des témoins permet de réaliser une croissance équivalente avec un indice de consommation réduit de 24% (1,79 au lieu de 2,35). Même si les poids moyens finaux sont supérieurs à ceux des témoins, le bénéfice de l'hyperphagie est proportionnellement moindre pour l'indice de consommation (-14%).

Les effets de l'hyperphagie perdurant (expérience 1) plus longtemps que ceux de l'amélioration de la transformation alimentaire, les poissons alternativement soumis à une restriction (à 2% du poids vif) pendant 15 jours lors de la 3^e expérience ont été nourris ensuite à un taux supérieur (4%) à ceux des témoins recevant une ration constante (3%). En raison d'observations personnelles antérieures et aux phénomènes cycliques de croissance observés par d'autres auteurs (Farbridge et Leatherland, 1987; Dabrowski *et al.*, 1992), il a été tenu compte des phases lunaires pour fixer les périodes de restriction, celles-ci se situant soit en lune montante soit en lune descendante, et inversement pour les périodes d'alimentation à niveau normal. Les poids moyens finaux ne sont pas significativement différents et les indices de consommation sont cohérents avec les gains de poids. Les meilleures performances étant observées avec un des lots à alimentation alternée (restriction en période de lune descendante); ainsi il y aurait un léger effet positif de ce mode de rationnement alternée sur un pas de 2 semaines. Toutefois, compte tenu que les autres lots à alimentation alternée (restriction en période de lune montante) présentent les performances les moins bonnes, ce type de manipulation trophique apparaît hasardeux.

On doit toutefois également s'interroger s'il y a bien eu restriction alimentaire lors de la restriction imposée de 2% du poids vif, et en conséquence si les conditions étaient requises pour permettre à la croissance compensatrice de produire des effets positifs. Il est en effet possible que les lots soit disant alimentés de façon restreinte aient été nourris à satiété et, que la quantité de protéine distribuée journellement soit excessive, réduisant ainsi la prise de nourriture (Li et Lovell, 1992). L'aliment utilisé dans cette 3^e expérience renfermant 44% de protéines, les niveaux quotidiens de distribution de protéines s'établissent à 8,8 g.kg⁻¹ de poisson pour les lots nourris à 2% du poids vif. Cette valeur se situe dans la gamme des valeurs observées habituellement pour diverses espèces de poissons (Luquet et Moreau, 1991) et est nettement supérieure à celles recommandées par Mangalik (1986, cité par Lovell, 1988) pour le poisson-chat américain (4,3 g pour des poissons de 266 g).

Un taux de rationnement de 3% correspondant à un apport en protéines de 13,2 g.jour⁻¹ semble cohérent pour des silures de 350-1000 g, eu égard à la croissance spécifique observée (2%.jour⁻¹) et aux besoins correspondants (environ 14 g) d'après Tacon et Cowey (1985). Il est donc difficile de tirer des conclusions claires de cette 3^e expérience en raison de l'incertitude qui demeure sur la réalité de la restriction alimentaire.

RÉFÉRENCES

- Benfey T. J. 1992. Hepatic ornithine decarboxylase activity during short term starvation and refeeding in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Aquaculture* **102**, 105-113.
- Bilton H. T., G. L. Robins 1973. The effects of starvation and subsequent feeding on survival and growth of Fulton channel sockeye salmon fry (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Board Can.* **30**, 1-5.
- Dabrowski K., G. Krumschnabel, M. Pauku, J. Labanowski 1992. Cyclic growth and activity of pancreatic enzymes in alevins of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *J. Fish Biol.* **40**, 511-521.
- Dobson S. H., R. M. Holmes 1984. Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.* **25**, 649-656.
- Dowdy S., S. Wearden 1983. Statistics for research. John Wiley and Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 537 p.
- Farbridge K. J., L. F. Leatherland 1987. Lunar cycles of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). I. Growth and feeding. *J. Exp. Biol.* **129**, 165-178.
- Klonz G. W., M. G. Maskell, H. Kaiser 1991. Effects of reduced continuous versus intermittent feeding of Steelhead. *Progress. Fish-Cult.* **53**, 229-235.
- Li M., R. T. Lovell 1992. Comparison of satiate feeding and restricted feeding of channel catfish with various concentration of dietary protein in production ponds. *Aquaculture* **103**, 165-175.
- Lovell T. 1988. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold New York, 260 p.
- Luquet P., Y. Moreau 1991. Energy-protein management by some warmwater finfishes. *Aquacop*, IFREMER, Actes coll. **9**, 751-756.
- McMillan D. N., D. F. Houlihan 1992. Protein synthesis in trout liver is stimulated by both feeding and fasting. *Fish. Physiol. Biochem.* **10**, 23-34.
- Metcalf N. B., J. E. Thorpe 1992. Anorexia and defended energy levels in overwintering juvenile salmon. *J. Anim. Ecol.* **61**, 175-181.
- Miglavys I., M. Jobling 1989. Effects of feeding regime on food consumption, growth rates and tissue nucleic acids in juvenile Arctic charr, *Salvelinus fontinalis*, with particular respect to compensatory growth. *J. Fish. Biol.* **34**, 947-957.
- Randolph K. N., H. P. Clemens 1978. Effects of food deprivation on channel catfish and implications for culture practices. *Progress. Fish-Cult.* **40**, 48-50.
- Tacon G. J., C. B. Cowey 1985. Protein and amino acid requirements. In : Fish energetics : new perspectives. P. Tyler, P. Calow, eds. Croom Helm, London, 155-183.
- Weatherley A. H., H. S. Gill 1981. Recovery growth following periods of restricted rations and starvation in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish. Biol.* **18**, 195-208.