

Influence du nombre de repas journaliers et du jeûne hebdomadaire sur la croissance chez la truite arc-en-ciel

P. LUQUET, P. RENOUE et S.J. KAUSHIK

*I.N.R.A., Laboratoire de Nutrition et d'Élevage des poissons
Centre de Recherches hydrobiologiques
Saint-Pée-sur-Nivelle, B.P. 3, F 64310 Ascaïn*

Résumé

Nous avons étudié, chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdnerii* R.), les effets d'un jeûne hebdomadaire et de la fréquence journalière des repas sur la consommation, la vitesse de croissance, la composition corporelle et l'efficacité alimentaire. Les deux facteurs de variation, à savoir le nombre de repas par jour (1, 2, 3 ou 4) et le jeûne hebdomadaire (0, 1 ou 2 jours consécutifs), ont été croisés et chacun des 12 traitements attribué à 2 replicats. Vingt-quatre lots de 200 truitelles d'un poids moyen initial de 17 g ont été utilisés.

Au bout des 12 semaines de l'expérience effectuée à 17,5 °C, le poids moyen des lots varie entre 60 et 97 g selon le traitement. Les lots nourris une seule fois par jour enregistrent les gains de poids les plus faibles mais les indices de consommation les plus favorables.

Une fréquence journalière supérieure à deux repas par jour n'apporte pas d'amélioration tant au niveau de la prise alimentaire qu'au niveau de la croissance et de l'indice de consommation. Le jeûne hebdomadaire d'un ou de deux jours entraîne une baisse significative de la consommation globale et de la vitesse de croissance, modifie la composition corporelle mais n'affecte pas l'indice de consommation.

Les différences observées diminuent lorsque la taille des poissons augmente.

1. - Introduction

Nombreux sont les facteurs abiotiques ou biotiques qui influencent la croissance du poisson. Ils interviennent par le biais de modifications d'une part, de la prise alimentaire elle-même et d'autre part, de l'utilisation de cet aliment, la consommation volontaire constituant le facteur principal limitant la croissance (BRETT, 1979). Chez les poissons dans un état physiologique normal, l'appétit est principalement affecté par le contenu stomacal résiduel et par la vitesse de transit de l'aliment, ces deux derniers facteurs étant interdépendants (BRETT, 1979). Cette interdépendance entre le développement de l'appétit et l'évolution de la vidange gastrique a suscité un certain nombre d'études concernant les effets du jeûne sur la reprise alimentaire

(BILTON & ROBINS, 1973 ; ELLIOTT, 1972 ; GRAYTON & BEAMISH, 1977 ; ISHIWATA, 1968 b ; SYLVESTER, 1972 ; WINDELL, FOLTZ & SAROKON, 1978). Ces travaux qui portent sur diverses espèces de poissons, se limitent cependant à des observations relatives à la prise alimentaire et à la digestibilité. Compte tenu de l'intérêt économique évident (BURROWS, 1972) d'une étude de l'influence des fréquences de repas journaliers et des jeûnes hebdomadaires sur la croissance des truites, nous avons entrepris le travail dont les résultats sont présentés ci-dessous.

2. - Matériel et méthodes

L'expérience a été menée dans des bassins à fond de sable dans la Pisciculture Expérimentale de l'I.N.R.A. à Donzacq (40). Cette pisciculture est alimentée par une eau de source à température constante (17,5 °C) et bien tamponnée (pH 7,2). Les bassins de 7 m de long sont divisés à des fins expérimentales en 5 compartiments (long \times large \times haut = 1,3 \times 1,5 \times 0,6 m). Les compartiments situés à l'amont de chaque bassin sont exclus du plan d'expérience. Dans ces compartiments sont stabulées des truites maintenues à jeun afin d'éviter tout apport de proies éventuellement véhiculées par l'eau d'alimentation.

Vingt-quatre compartiments expérimentaux ont été utilisés pour cette expérience.

Deux cents truitelles (*Salmo gairdnerii* R.) d'un poids moyen initial d'environ 17 g ont été mises dans chacun de ces 24 compartiments. Les poissons ont été comptés et pesés en lots toutes les 4 semaines pendant toute l'expérience qui a duré 12 semaines.

Un plan d'expérience à 2 facteurs principaux croisés et à 2 replicats a été employé. Le premier facteur, le nombre de repas journaliers (R), a été étudié à 4 niveaux : 1, 2, 3 et 4 repas/j ; le nombre de jours avec distribution de nourriture, que nous appellerons par la suite « jours nourris », qui constitue le deuxième facteur (J), comprend 3 niveaux : 7, 6 et 5 jours/semaine.

Le jeûne hebdomadaire a été imposé en fin de semaine. Ces 12 traitements (R \times J = 4 \times 3), chacun à 2 replicats, ont été attribués au hasard aux 24 lots de truitelles. Pour faciliter la présentation, chaque traitement est désigné par deux chiffres : le nombre de repas journaliers (R = 1 à 4) suivi du nombre de « jours nourris » par semaine (J = 5 à 7).

Les poissons mis en expérience ont été nourris jusqu'au premier refus à chaque repas d'un aliment commercial sous forme de granulés secs de 3,2 mm de diamètre. Selon le fabricant cet aliment a une teneur minimale en protéines et en matières grasses de 45 et 7 p. 100 respectivement, et des teneurs maximales en celluloses et en matières minérales de 5 et 14 p. 100 respectivement. Les heures de repas (facteur R) ont été les suivantes :

- 1 repas/jour : 8 h 30 ;
- 2 repas/jour : 8 h 30 et 17 h 00 ;
- 3 repas/jour : 8 h 30, 11 h 30 et 17 h 00 ;
- 4 repas/jour : 8 h 30, 11 h 30, 14 h 15 et 17 h 00.

La consommation volontaire de tous les lots a été suivie à chaque repas au cours de la première période de 4 semaines, journallement au cours de la 2^e période et toutes les semaines au cours de la dernière période.

En fin d'expérience, 15 poissons dans chaque lot ont été prélevés au hasard et pesés individuellement. Ils ont été ensuite éviscérés, puis la carcasse, les gonades (s'il y a lieu) et les viscères pesées séparément. L'ensemble (carcasse, gonades et viscères) de chaque lot a été congelé puis broyé et leurs teneur en eau déterminée. Après lyophilisation, la teneur en énergie de chaque échantillon a été déterminée à l'aide d'une bombe calorimétrique adiabatique.

La consommation est exprimée soit globalement, c'est-à-dire, en kg de matière sèche (M.S.)/lot/12 semaines, soit en g M.S./kg de poids vif (P.V.)/jour d'alimentation. La croissance est présentée soit en termes de gains de poids en p. 100 des poids initiaux, soit en termes de taux de croissance spécifique. Les analyses de variance suivies de test F ont été effectuées pour l'interprétation statistique des résultats (SNEDECOR & COCHRAN, 1981). Lorsqu'un facteur (R ou J) avait un effet significatif, les moyennes ont été comparées selon la méthode (multiple range test) proposée par DUNCAN (1955).

3. - Résultats

Le taux de mortalité au cours de cette expérience (12 semaines) a été faible ($\approx 1,5$ p. 100) et indépendant du traitement. Les résultats moyens globaux en fin d'expérience et les carrés moyens des analyses de variance de différents paramètres sont présentés dans le tableau 1.

Consommation

La prise alimentaire globale (en matière sèche) des 24 lots (12 traitements) varie entre 11 et 25 kg durant la durée totale de l'expérience. La consommation journalière est comprise entre 11 et 33 g M.S./kg P.V./jour (tableau 1). L'analyse de variance montre des effets hautement significatifs pour les deux facteurs de variation (R et J). Les lots nourris une seule fois par jour ne consomment que 80 p. 100 de la quantité ingérée par les lots recevant plusieurs repas par jour. Le jeûne du dimanche (J6) et celui du samedi et dimanche (J5) entraînent une baisse de la consommation totale de 13 et 31 p. 100 respectivement par rapport au lot nourri tous les jours (J7). Mais lorsque l'on rapporte la consommation au poids vif, il est noté une augmentation de prise de nourriture journalière de l'ordre de 8 et 20 p. 100 pour ces mêmes lots comparés au lot J7 (voir les lignes 4 et 5 du tableau 1).

En vérifiant qu'il y avait bien une relation linéaire entre le poids métabolique (poids élevé à une puissance « b ») et la consommation, nous présentons dans le tableau 2, les coefficients des régressions ($C = AP^b$) pour chacun des 12 traitements. Les coefficients « b » de ces droites sont significativement différents ($p < 1$ p. 100) selon les traitements. Les valeurs extrêmes de « b » sont 0,875 pour le lot le plus fréquemment nourri (lot 4 : 7) et de 1,111 pour celui ayant subi la restriction alimentaire la plus sévère (lot 1 : 5).

TABLEAU 1

Résultats globaux sur la croissance des truites selon les combinaisons :
 nombre de jours nourris par semaine (J) × nombre de repas par « jour nourri » (R) (1)
 Résultats des analyses de variance ; carrés moyens des différents critères

Nombre de jours nourris par semaine (J) <i>Number of days of feeding/week</i>	7				6	
	1	2	3	4	1	2
Nombre de repas/jour <i>Number of meals/day</i>						
Poids moyen initial (g) <i>Initial mean weight</i>	17,6	17,4	17,1	17,6	17,2	17,4
Poids final (g) <i>Final weight</i>	81,3	93,9	97,2	97,4	70,6	85,4
Gain de poids (% du PI) <i>Weight gain % of IW</i>	361 ^{bc}	441 ^{de}	466 ^e	454 ^e	312 ^b	391 ^{ed}
Consommation :						
Totale (MS)/lot (en Kg) <i>Total feed intake (DM)/group</i>	16,1 ^{ed}	22,2 ^f	23,7 ^g	24,5 ^g	14,0 ^b	19,4 ^e
en g/kg PV/J <i>in g/kg LW/D</i>	21,2 ^a	25,4 ^c	27,0 ^d	27,4 ^d	23,2 ^b	28,0 ^d
relative du lundi (2) <i>relative of Monday</i>	101,2	98,8	95,9	95,8	110,6	104,5
IC <i>Feed conversion ratio</i>	1,29 ^a	1,44 ^b	1,50 ^b	1,53 ^b	1,31 ^a	1,46 ^b
Taux de croissance spécifique (3) ... <i>Specific growth rate</i>	0,79 ^{bc}	0,87 ^d	0,90 ^d	0,88 ^d	0,73 ^b	0,82 ^c
Carcasse % du PV <i>Carcass % LW</i>	86,0	85,5	85,6	86,2	86,0	85,9
Poids sec % du PV <i>Dry weight % LW</i>	28,24 ^{bc}	28,76 ^{ed}	29,57 ^{de}	29,79 ^e	27,63 ^{abc}	28,62 ^c
Teneur énergétique (kcal/kg MS) (4) <i>Energy content/kcal/kg DM</i>	6 410 ^{bcd}	6 471 ^{bcd}	6 496 ^{cd}	6 650 ^d	6 317 ^{bc}	6 440 ^{bcd}

(1) Les chiffres sur une ligne ayant la même lettre ne sont pas significativement différents (p < 0.05) : (DUNCAN, 1955).

Figures on a line carrying the same letter are not significantly different.

(2) En % du taux journalier moyen des 2 semaines encadrant le lundi.
In % of daily mean rate of 2 weeks before and after Monday.

Overall growth performance of trouts according to treatment combinations :
 number of days of feeding per week (J) × number of daily meals (R)
 Results of analyses of variances : mean squares of different criteria

		5				Source de variations			
3	4	1	2	3	4	R	J	R×J	Résiduelle
17,4	17,4	17,4	17,4	17,3	17,3				
84,7	89,7	60,2	69,6	70,1	73,5				
386 ^{cd}	414 ^{ede}	246 ^a	300 ^b	306 ^b	325 ^b	10 191**	37 750**	270	390
20,0 ^e	21,9 ^f	11,2 ^a	15,2 ^{bc}	16,0 ^{cd}	17,3 ^d	63,42**	90,16**	0,84	0,43
28,7 ^e	29,6 ^f	25,3 ^c	30,8 ^g	31,9 ^b	33,3 ^l	56,10**	51,70**	0,40	0,20
100,3	98,1	105,9	110,3	101,1	101,2	86,23	101,95	13,23	26,76
1,50 ^b	1,52 ^b	1,31 ^a	1,46 ^b	1,51 ^b	1,53 ^b	61 121**	320	192	965
0,82 ^{cd}	0,85 ^{cd}	0,64 ^a	0,72 ^b	0,72 ^b	0,75 ^b	140**	490**	3,333	6,667
85,6	86,0	87,2	86,7	86,9	86,3	0,17	2,31**	0,18	0,22
28,53 ^{cd}	28,61 ^{cd}	27,25 ^{ah}	27,75 ^{ab}	27,03 ^a	27,61 ^{abc}	0,993**	5,679**	0,358	0,119
6 417 ^{bed}	6 446 ^{bed}	6 213 ^{ab}	6 291 ^{abc}	6 083 ^a	6 265 ^{ab} d.d.l.	24 969*	178 272**	10 075	5 308
						3	2	6	12

(3) 100 (log Poids final - log Poids initial/durée).
 100 (log final weight - log initial weight/duration).

(4) 1 Kcal = 4.18 K.J.

* et ** représentent les seuils de significations à 0,05 et 0,005 respectivement.
 Represent the significance level at 0.05 and 0.005 respectively.

TABLEAU 2

*Relation entre la consommation (C) et le poids vif des poissons (P)
et coefficient des régressions du type $C = A \cdot P^b$*

*Relationship between food intake (C) and body weight of fish (P)
and regression coefficients of the power functions*

C : consommation individuelle moyenne d'une période de 4 semaines exprimée en grammes de matière sèche.

individual mean feed intake over a period of 4 weeks expressed in g of dry matter.

P : poids individuel moyen des poissons pendant la période considérée, exprimé en grammes.

individual mean weight of fish over the period studied, expressed in g.

r : coefficient de corrélation entre Log C et Log P.

correlation coefficient between Log C and Log P.

Traitements (R, J) *	b	a	r
4,7	0,875	1,416	0,999
4,6	0,870	1,351	0,998
4,5	1,003	0,740	0,995
3,7	0,890	1,306	0,998
3,6	0,906	1,119	0,997
3,5	0,981	0,760	0,997
2,7	0,909	1,135	0,999
2,6	0,900	1,127	0,999
2,5	0,976	0,748	0,995
1,7	0,938	0,823	0,999
1,6	1,012	0,598	0,992
1,5	1,111	0,373	0,997

* R : nombre de repas par jour ; *number of meals/day.*

J : nombre de jours nourris par semaine ; *number of days of feeding/week.*

Tous traitements confondus : $C = 0,708 P^{1,011}$ ($r = 0,96$).

All treatments together.

En comparant chaque lot à lui-même, nous avons calculé le rapport de sa consommation du lundi sur la moyenne journalière des deux semaines encadrant ce lundi (appelé « consommation relative du lundi »). Aucun effet significatif ne ressort lors de l'analyse de variance. Les données recueillies durant la première période sur l'importance relative de chaque repas au cours de la journée sont rapportées au tableau 3. Il apparaît que le premier repas de la journée est quantitativement le plus important quel que soit le nombre de repas distribués.

TABLEAU 3

*Importance relative d'un repas (%) au cours de la journée
(Moyennes pour les lendemains d'un jour nourri durant la première période)*

*Relative importance of a meal (%) during the day
(Means for days following a feeding day)*

Nombre de repas/jour (R) <i>Number of meals/day</i>	* Importance relative (%) du repas n° <i>Relative importance (% of the meal n°)</i>			
	1	2	3	4
1	100			
2	50 (64)	50 (36)		
3	42 (56)	25 (13)	33 (30)	
4	38 (54)	21 (9)	20 (18)	21 (18)

* Entre parenthèses est présentée l'importance relative de la consommation du lundi des lots ayant jeûné 2 jours consécutifs précédents.

* *Within parentheses are given the relative meal sizes on Mondays of groups fasted on Saturday and Sunday.*

Croissance

Au bout de 12 semaines d'expérience, les poids moyens des truites varient de 60 à 97 g selon les traitements. Les coefficients de variation de ces poids finals (calculés sur les 15 individus élevés par lot) varient selon les lots de 21 à 47 p. 100. Cependant, aucune tendance générale ne se dégage quant à une influence éventuelle du traitement sur l'homogénéité du poids final des poissons.

Les deux facteurs principaux (la fréquence journalière et le jeûne hebdomadaire) ont des effets très hautement significatifs sur le gain de poids (fig. 1) et le taux spécifique de croissance. Le fait le plus notable est la faible croissance des lots recevant un seul repas par jour par rapport à ceux en recevant plusieurs, ceci quel que soit le nombre de jours d'alimentation par semaine (fig. 2). Une baisse systématique de gain de poids est également observée chez les poissons ayant subi un jeûne par rapport à ceux nourris tous les jours. Les lots nourris plus de deux fois par jour, 7 jours sur 7 (2 : 7, 3 : 7 et 4 : 7), présentent des gains de poids semblables sinon plus élevés que les lots 4 : 6 (fig. 1). Bien que seuls les résultats finals soient présentés ici, les différences entre les traitements sont nettes dès la fin de la première période ; ces différences entre les lots diminuent avec la taille croissante des poissons.

L'indice de consommation (I.C.) varie de 1,29 à 1,53. Le facteur « nombre de jours nourris par semaine » (J) n'a pas d'effet sur l'I.C., tandis que la fréquence journalière des repas a une influence très importante. Les indices de consommation moyens sont 1,30, 1,46, 1,50 et 1,53 pour les lots nourris respectivement 1, 2, 3 et 4 fois/jour. L'écart entre les lots nourris 3 fois/jour et ceux nourris 4 fois/jour, bien que non significatif (au seuil de 5 p. 100) n'en est pas moins important.

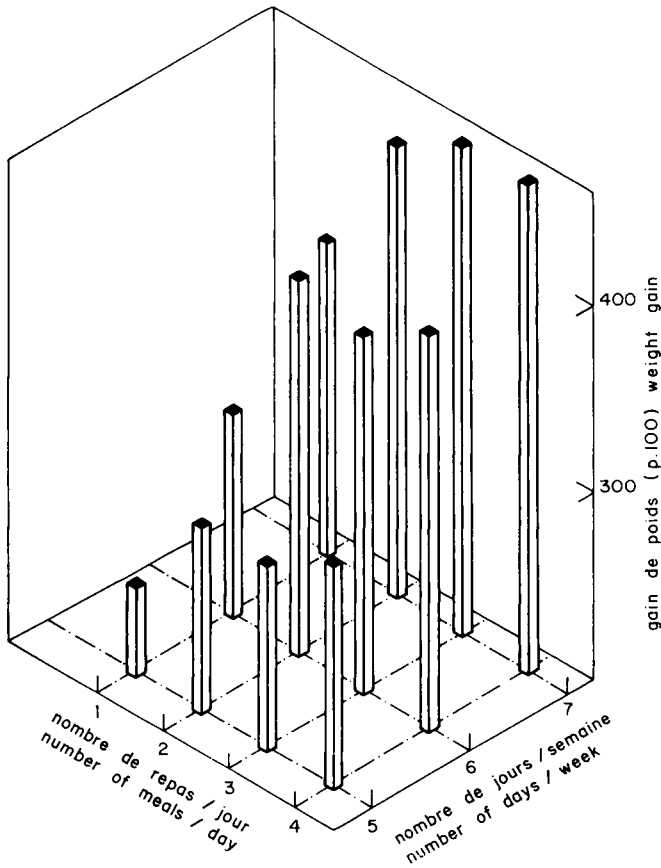


FIG. 1

Influence du nombre de repas et du jeûne hebdomadaire sur le gain de poids (exprimé en p. 100 du poids vif)

Effect of number of meals per day and of a weekly fast on weight gain (p. 100 of body weight)

Aucun des deux facteurs (R ou J) n'affecte le nombre de mâles matures dans un lot donné. Compte tenu de la variabilité inter-lot du nombre « mâles matures » et de la variabilité du poids des gonades (entre 3 et 10 p. 100 du P.V.), les rendements de carcasse (rapport entre le poids de la carcasse et le poids vif) sont calculés en excluant les mâles matures. Ce rendement n'est pas affecté par la fréquence journalière de repas mais l'est par le jeûne hebdomadaire. Il est de 86,8 p. 100 lorsque les poissons ont jeûné pendant deux jours et de 85,9 et 85,8 p. 100 respectivement chez ceux nourris 6 et 7 jours sur sept.

La teneur en matière sèche des poissons en fin d'expérience est influencée par les deux facteurs de variation. Les lots recevant un seul repas/jour se distinguent des autres par une teneur en eau plus élevée. Ceux nourris tous les jours montrent

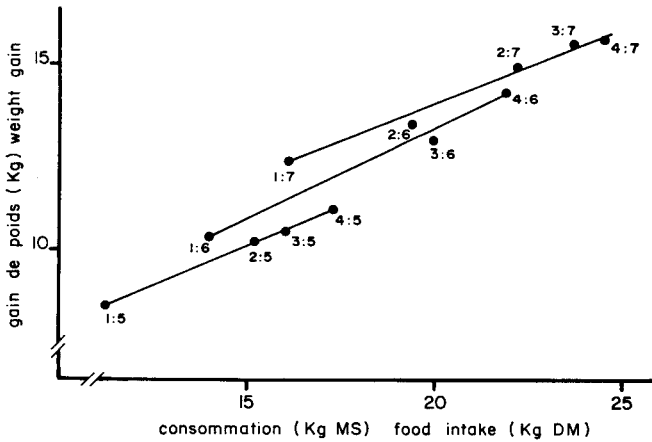


FIG. 2

Relation entre la consommation totale et le gain de poids des différents lots expérimentaux
Relationships between total food intake and weight gain of different experimental groups

des poids secs plus importants (29,1 p. cent) que ceux ayant subi un jeûne (28,3 et 27,4 p. 100). Aux trois niveaux du facteur « nombre de jours d'alimentation » correspondent trois teneurs moyennes différentes en énergie corporelle. Les truites nourries tous les jours ont une teneur énergétique plus élevée (6 500 Kcal/kg) par rapport à celles ayant jeûné un ou deux jours. Bien que le nombre de repas journaliers semble avoir un effet significatif ($p < 0,05$) sur les teneurs en énergie des poissons, nous ne pouvons discerner des différences entre les moyennes.

4. - Discussion

Les résultats des analyses de variance présentés dans le tableau 1 nous indiquent bien qu'il n'existe aucune interaction entre les deux facteurs principaux, à savoir la fréquence journalière des repas et le jeûne hebdomadaire. En l'absence de cette interaction, nous pouvons considérer chacun de ces deux facteurs indépendamment de l'autre.

ANDREWS & PAGE (1975) observent chez le poisson-chat qu'une fréquence de deux repas par jour a une meilleure efficacité alimentaire par rapport aux fréquences supérieures à deux. Par contre, chez le saumon Sockeye, une distribution alimentaire en continu semble être plus efficace que trois repas à volonté/jour (SHELBOURN, BRETT & SHIRAHATA, 1973). Nos résultats indiquent que les truites nourries une seule fois par jour enregistrent consommation et vitesse de croissance les plus faibles et que l'augmentation du nombre de repas au-delà de deux n'entraîne pas d'augmentation proportionnelle, ni de la quantité consommée, ni du gain de poids. Le niveau maximal de consommation (ISHIWATA, 1968 c; KONO & NOSE,

1971), ne semble cependant pas être atteint, que l'on considère la consommation totale ou la consommation journalière rapportée en poids vif. En effet, mise à part la fréquence des repas, d'autres facteurs tels que la durée d'un repas, la capacité stomacale et les interactions éventuelles interviennent dans la régulation de la consommation maximale (BRETT & GROVES, 1979).

Le temps requis pour obtenir la satiété en un repas, varie beaucoup selon les espèces et le poids vif des poissons (BRETT, 1971 ; ELLIOTT, 1975 ; ISHIWATA, 1968) ; nourrir les poissons de façon semi *ad-libitum* comme nous l'avons fait à chaque repas ne permet sans doute pas d'atteindre les niveaux de consommation maximale. Il est néanmoins possible que si les trois repas avaient été mieux répartis dans la journée (le second équidistant dans le temps des deux autres), la consommation des truites nourries 3 fois par jour aurait été plus proche de celle des truites recevant 4 repas par jour. BRETT (1971) indique en effet que la consommation volontaire est à son niveau maximal lorsque la vidange stomacale a atteint au moins 75 p. 100.

De nombreux travaux sur la vitesse de transit (POSSOMPES, BERGOT & LUQUET, 1975 ; FANGE & GROVES, 1979 ; TYLER, 1970 ; WINDELL, HUBBARD & HORAK, 1972), il ressort que si la fréquence des repas et la durée totale du transit, sont indépendantes, le temps de transit moyen ainsi que le temps de rétention moyen diminuent lorsque la fréquence des repas augmente, ce temps du transit moyen étant indépendant de l'importance des repas.

Bien qu'il existe des différences significatives entre les lots nourris une fois par jour et ceux nourris plusieurs fois, la distribution d'un seul repas a moins de conséquence sur la croissance que sur la prise alimentaire. Ceci est bien reflété par le meilleur indice de consommation noté pour les lots ne recevant qu'un repas par jour. Pour un même gain de poids, il faudrait donc 12, 16, et 19 p. 100 de plus d'aliment pour les poissons nourris 2, 3 et 4 fois par jour respectivement, que pour ceux nourris une seule fois par jour. Le meilleur indice de consommation chez ces derniers peut s'expliquer au moins en partie par une teneur en eau plus importante. Une perte au niveau de la production de l'extra chaleur est également à considérer, compte tenu de relations linéaires entre cette perte et la quantité d'aliment ingérée (BRETT & GROVES, 1979).

L'écart entre les traitements diminue lorsque la taille des poissons augmente. En effet, la supériorité des lots nourris deux fois par jour qui est de 23 p. 100 à un poids moyen de 23 g, n'est que de 10 p. 100 lorsque les poissons atteignent environ 65 g. Cette atténuation des écarts peut s'expliquer par le fait que plus les poissons sont petits, plus le nombre de repas doit être élevé, en raison de l'évolution du volume stomacal (KONO & NOSE, 1971).

La croissance est liée à la consommation volontaire, elle-même fonction du poids des poissons suivant une équation de type $C = AP^b$. Les coefficients de puissance (b) obtenus par d'autres auteurs (ELLIOTT, 1975 ; KATO, 1970) sont variables. Les données de KATO (1970) obtenues chez la truite arc-en-ciel sont de même ordre (0,95) que celles notées au cours de cette expérience. Mais lorsque l'on compare individuellement les valeurs de « b » et les consommations correspondantes, selon les traitements, on observe une relation inversement proportionnelle (tableau 2). Il semble donc que plus la consommation est faible initialement, plus la consommation spontanée augmente avec la taille. Considérant toutes les valeurs de « b » nous pouvons

établir deux groupes de traitements : le premier regroupant les traitements les plus favorables (« b » = 0,87 à 0,91) et le deuxième regroupant les traitements défavorables, un seul repas/jour et un ou deux jours de jeûne par semaine (« b » = 0,94 à 1,11).

Les réponses au rationnement réalisé par le jeûne ne sont pas comparables à celles observées en cas d'une diminution de la fréquence journalière de repas. En fait, le rattrapage de la consommation à la suite d'un jeûne hebdomadaire semble s'opérer au tout premier repas après ce jeûne, une compensation inverse s'effectuant lors du repas suivant, au cours duquel la prise de nourriture est d'autant plus faible que ce second repas a lieu rapidement après le premier (tableau 3). Ceci peut s'expliquer par le fait que la vitesse d'évacuation gastrique est ralentie chez les poissons soumis à un jeûne préalable (voir FANGE & GROVES, 1979, p. 212).

Du fait de cette compensation, nous n'observons pas, pour le lundi, une augmentation de la consommation globale par les lots ayant jeûné un ou deux jours en fin de semaine, contrairement aux observations de SYLVESTER (1972). Leurs consommations relatives (g/kg P.V./jour), bien que significativement supérieures aux lots nourris tous les jours, ne reflètent que l'influence exercée par le poids moyen.

La consommation globale inférieure des poissons soumis au jeûne n'est pas compensée par un meilleur indice de consommation contrairement à ce que l'on observe lors des variations de fréquence journalière de repas. L'effet du jeûne sur l'efficacité alimentaire se traduit par de grandes variations au niveau de la composition du gain de poids. Le jeûne hebdomadaire semble avoir un effet propre sur la composition corporelle s'ajoutant à celui du moindre poids individuel. Il a pour effet de diminuer les teneurs en énergie et en matière sèche, en raison d'une fixation des lipides moindre ou à leur mobilisation accrue, à des fins énergétiques, GARCIA, ZAMORA & LOPEZ (1981) et de WAETHERLEY & GILL (1981). Cette constatation, appuyée par le fait (tel que cela ressort de la figure 2), que les pentes des droites $R = \text{constante}/J$ variable sont plus élevées que celles des droites $R = \text{variable}/J$ constante, indique qu'il est préférable d'améliorer la croissance par réduction du jeûne hebdomadaire que par augmentation de la fréquence des repas.

Accepté pour publication en juillet 1981.

Summary

Effects of frequency of feeding and of a weekly fast on the growth of rainbow trout

The effects of frequency of feeding (1 to 4 meals/day) and of a weekly fast (0, 1 or 2 days/week) on food intake, growth and body composition of rainbow trouts were studied. The 12 treatments (4 frequencies \times 3 fast) were allotted to duplicate groups of 200 trouts each (Mean Initial Body weight : 17 g) and the experiment lasted 12 weeks at a water temperature of 17.5 °C. Analyses of variance (table 1) showed that there was no interaction between the two sources of variation. Both frequency of feeding and weekly fasts were found to affect considerably food intake and weight gain (table 1 and fig. 1).

Food intake was related to body weight raised to the power « b » whose value differed according to feeding level. In the most frequently fed groups and in those subjected to

restricted feeding (1 meal a day, 5 days a week) the values of « b » were 0.87 and 1.1, respectively (table 2). Total food intakes on the day of refeeding after 0, 1 or 2 days of fast were not significantly different from each other. Compensatory increase in food intake after a fast was limited to the first meal on the day of refeeding followed by a low level of intake during the next meal (table 3).

Groups fed a single meal a day exhibited significantly lower weight gains than those receiving more than one meal per day. There was also a significant reduction in weight gain due to fasting. On the other hand, food conversion ratios (F.C.R.) were better in groups fed only once a day as compared to those of lots fed 2, 3 or 4 meals. No influence of fasting on F.C.R. was observed. Fasting once or twice a week affected the body composition of trout. A reduction in energy content and in dry matter content was noted in groups undergoing a weekly fast.

Références bibliographiques

- ANDREWS J.W., PAGE J.W., 1975. The effects of frequency of feeding on culture of catfish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **104**, 317-321.
- BILTON H.T., ROBINS G.L., 1973. The effects of starvation and subsequent feeding on survival and growth of Fulton Channel Sockeye Fry (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Bd Can.*, **30**, 1-5.
- BRETT J.R., 1971. Satiation time, appetite and maximum food intake of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Bd Can.*, **28**, 410-415.
- BRETT J.R., 1979. Environmental factors and growth. In : W.S. HOAR, D.J. RANDALL, J.R. BRETT. *Fish Physiology*, vol. VIII, Academic Press, London, 599-675.
- BRETT J.R., GROVES T.D.D., 1979. Physiological Energetics. In : W.S. HOAR, D.J. RANDALL, J.R. BRETT. *Fish Physiology*, vol. VIII, Academic Press, London, 279-352.
- BURROWS R.E., 1972. Salmonid husbandry techniques. In : J.E. HALVER. *Fish Nutrition*, Academic Press, New York, London, 375-402.
- DUNCAN D.B., 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, **11**, 1-42.
- ELLIOTT J.M., 1972. Rates of gastric evacuation in brown trout, *Salmo trutta* L. *Freshwat. Biol.*, **2**, 1-18.
- ELLIOTT J.M., 1975. Number of meals, maximum weight of food consumed in a day and maximum rate of feeding for brown trout, *Salmo trutta* L. *Freshwat. Biol.*, **5**, 287-303.
- FANGE R., GROVE D., 1979. Digestion. In : W.S. HOAR, D.J. RANDALL, J.R. BRETT. *Fish Physiology*, vol. VIII, Academic Press, London, 161-260.
- GARCIA M., ZAMORA S., LOPEZ M.A., 1981. The influence of partial replacement of protein by fat in the diet on protein utilization by the rainbow trout (*Salmo gairdnerii*). *Comp. Biochem. Physiol.*, **68 B**, 457-460.
- GRAYTON B.D., BEAMISH F.W.H., 1977. Effects of feeding on food intake growth and body composition of rainbow trout (*Salmo gairdnerii* Rich.). *Aquaculture*, **11**, 159-172.
- ISHIWATA N., 1968 a. Ecological studies on the feeding of fishes. I. Satiation amount as indicator of amount consumed. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, **34**, 495-497.
- ISHIWATA N., 1968 b. Ecological studies on the feeding of fishes. III. Degree of hunger and satiation amount. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, **34**, 604-607.
- ISHIWATA N., 1968 c. Ecological studies on the feeding of fishes. IV. Satiation curve. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, **34**, 691-694.
- KATO T., 1970. Studies on the variation of growth in rainbow trout *Salmo gairdnerii* Rich. 2. Regression line of satiation amount on the body weight as an indicator of food amount. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, **39**, 101-107.
- KONO H., NOSE T., 1971. Relationship between the amount of food taken and growth in fishes. 1. Frequency of feeding for a maximum daily ration. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, **37**, 169-175.

- POSSOMPES B.P., BERGOT P., LUQUET P., 1975. Mise au point d'une méthode d'étude du transit gastro-intestinal chez la truite arc-en-ciel, *Salmo gairdnerii* Rich. Influence du nombre de repas, des quantités ingérées et de la température d'acclimatation. *Ann. Hydrobiol.*, **6**, 131-143.
- SHELBOURN J.E., BRETT J.R., SHIRAHATA S., 1973. Effect of temperature and feeding regime on the specific growth rate of Sockeye Salmon fry (*Oncorhynchus nerka*) with a consideration of size effect. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **30**, 1191-1194.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1971. *Méthodes statistiques*. 6^e édition française, A.C.T.A., Paris, 649 p.
- SYLVESTER J.R., 1972. Effect of starvation time on the amount of food eaten by Coho Salmon. *Prog. Fish. Cult.*, **34**, 160-161.
- TYLER A.V., 1970. Rates of gastric emptying in young cod. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **27**, 1177-1189.
- WEATHERLEY A.H., GILL H.S., 1981. Recovery growth following periods of restricted rations and starvation in rainbow trout *Salmo gairdnerii* Richardson. *J. Fish. Biol.*, **18**, 195-208.
- WINDELL J.T., HUBBARD J.D., HORAK D.L., 1972. Rate of gastric evacuation in rainbow trout fed three pelleted diets. *Prog. Fish. Cult.*, **34**, 156-159.
- WINDELL J.T., FOLTZ J.W., SAROKON J.A., 1978. Effects of fish size temperature and amount fed on nutrient digestibility of a pelleted diet by rainbow trout, *Salmo gairdnerii*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **107**, 613-616.