

BESOINS NUTRITIFS DU BAR (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.)  
ETUDE DU TAUX DE PROTEINE ET DU TAUX DE LIPIDE DANS LE REGIME

Par

E. ALLIOT, A. FEBVRE, R. METAILLER et A. PASTOUREAUD <sup>1)</sup>

INTRODUCTION

— Le Bar, appelé Loup en Méditerranée, est un poisson téléostéen très apprécié et recherché sur le marché ; sa pêche est relativement peu abondante et l'élevage d'une telle espèce paraît prometteuse.

L'acclimatation en bacs et l'adaptation aux conditions d'élevage sont facilement réalisables. D'autre part, la reproduction contrôlée de cet animal peut être considérée comme pratiquement dominée.

Il devient donc urgent d'approfondir nos connaissances sur ce poisson, surtout quant à ses besoins nutritifs, pour obtenir une croissance rapide en élevage.

Dans l'optique d'un élevage intensif, industriel et rentable, il semble que l'aliment le plus adapté soit un granulé à basse teneur en eau, composé de diverses farines, et qui assure une couverture correcte de tous les besoins.

L'étude quantitative et globale des besoins en lipides pour un type de régime défini a été entreprise dans une première expérience par la méthode des tests de poids.

Puis, nous avons essayé de déterminer le taux protéique le plus utile dans la ration pour couvrir le besoin azoté, tout en recherchant une relation entre le taux de protéine et le taux de lipide du régime : la satisfaction du besoin azoté étant solidaire des modalités de couverture du besoin énergétique.

Cette étude a été menée à la Station Marine d'Endoume à Marseille et au Centre Océanologique de Bretagne à Brest, grâce à un contrat entre le CNEXO et l'UER des Sciences de la Mer et de l'Environnement de Marseille-Luminy.

MATERIEL

Poissons

Les poissons étudiés sont capturés dans le milieu naturel.

Les pêches s'effectuent au moyen de sennes appropriées aux conditions de

---

<sup>1)</sup> Station Marine d'Endoume 13007 MARSEILLE - Centre Océanologique de Bretagne  
BP. 337 - 29273 BREST

terrain et à la taille des poissons recherchés. Les plus abondantes ont lieu en Camargue, au mois de septembre, dans des bras de mer peu profonds, plus ou moins isolés lors des variations du niveau de la mer.

Nous avons ainsi stocké 3 000 à 10 000 juvéniles par an, pesant en moyenne cinq grammes et formant une population homogène de la classe 0.

L'état de santé de ces animaux est très variable. Vers la fin de la saison il est très mauvais : les indices de condition ( $K = 100 \frac{P}{L^3}$ , P en g, L en cm mesurée de l'extrémité antérieure à la fourche de la nageoire caudale) sont très faibles et inférieurs à 1 g ; les compositions corporelles font apparaître de hauts pourcentages d'eau et de cendres et très peu de lipides (2,5 %).

Ces animaux sont transportés, sous atmosphère d'oxygène, à raison de un kilogramme pour dix litres d'eau de mer ; puis ils sont installés dans les salles d'élevage, dans des bacs de petit volume.

L'acclimatation dure environ deux mois. Après les pertes dues à la pêche et au transport, faibles en général, certains poissons très amaigris ou traumatisés, ne retrouvent pas un état général convenable ; fréquemment pendant cette période, une épidémie se déclare, entraînant 10 à 20 % de mortalité. L'adaptation est considérée comme réalisée lorsque les atteintes pathologiques sont maîtrisées et que tous les poissons ont un aspect sain ; l'indice de condition atteint alors une valeur d'environ 1,25 et la composition corporelle se stabilise avec un assez haut pourcentage de lipide (12 %), alors que les taux de cendres et d'eau ont nettement diminué.

#### Conditions d'élevage

Les installations sont constituées de bacs de 180 litres environ. A Brest il s'agit de bac "EWOS" de un mètre de côté avec dix huit centimètres de profondeur d'eau ; à Marseille, les bacs ont une surface un peu plus petite mais sont plus profonds. Dans les deux cas, la vidange se fait par le fond, ce qui permet l'évacuation facile d'une grande partie des déchets.

Le débit d'eau de mer est d'environ trois litres/minute par bac, ce qui correspond à un renouvellement par heure ; une installation de 40 bacs nécessite un débit total de  $7,5 \text{ m}^3/\text{heure}$ .

L'eau est recyclée, ce qui facilite la régulation thermique, mais une partie est renouvelée (environ 1 à  $4 \text{ m}^3/\text{heure}$ ). Une filtration physique grossière permet d'évacuer les déchets et un filtre à diatomite arrête, au besoin, les particules en suspension supérieures à 50  $\mu\text{m}$ .

Le chauffage, généralement nécessaire, est assuré par des résistances électriques ou par circulation d'eau chaude dans un échangeur immergé. La température est stabilisée à 20°C lors de la deuxième expérience.

La salinité est de 38 pour 1 000 à Marseille (Expérience I). Elle est de 34 pour 1 000 à Brest (Expérience II).

L'oxygène dissous est mesuré régulièrement et son taux est maintenu au-dessus de 55 % de la saturation : à 20°C il y a donc au moins 5 mg/l d'oxygène. La régulation de ce paramètre peut se faire par barbotage d'air ou d'oxygène, ou plus simplement, en augmentant le renouvellement du circuit d'eau de mer.

Dans ces conditions, les charges maximales peuvent atteindre  $30 \text{ kg}/\text{m}^3$ , mais

nos expériences sont menées à des charges variant de 3 à 10 kg/m<sup>3</sup>.

## ALIMENTS

### Fabrication

Les aliments composés sont présentés sous forme de granulés à basse teneur en eau. La fabrication de ces granulés est réalisée au laboratoire, en petites quantités (4 kg); à partir de matières premières purifiées ou de composition contrôlée.

Le procédé de fabrication employé nécessite l'humidification du mélange (environ 30 % d'eau), pour que l'extrusion à basse pression à travers une grille suffise à réaliser des granulés que l'on sèche quelques heures sous courant d'air à 30°C. L'humidité est alors ramenée à moins de 10 %. Ces granulés sont ensuite concassés, si nécessaire, et tamisés pour obtenir les granulométries désirées. Pour de jeunes Loups de cinq grammes, une taille de granulés comprise entre 2 et 3,15 mm, donne satisfaction ; pour des individus plus gros (environ 40 g), la taille supérieure de 3,15 à 5 mm convient.

### Choix de la protéine

Nous avons cherché, pour l'apport azoté de notre régime une matière première dont la protéine ne soit, si possible, pas carencée dans l'état actuel de nos expériences de la nutrition du Bar. Mais nous tenions à éviter des suppléments en acides purifiés, qui auraient pu interférer sur les processus d'assimilation et qui sont l'objet d'études particulières.

Pour fixer notre choix, nous avons réalisé les analyses d'acides aminés protéiques du muscle et des oeufs de Bar (tableau I). Les protéines de ces derniers sont supposées couvrir au mieux les besoins qualitatifs azotés des alevins, et pourraient être choisies comme protéines de références pour le Bar. Les études, ayant déterminé qualitativement les acides aminés essentiels du Bar, nous permettent de ne prendre en considération que ces éléments essentiels (METAILLER et al. 1972). Le raisonnement employé est donc celui qui permet de juger une matière première azotée par le calcul de l'"Essential Amino Acid Index" à partir d'un standard protéique (OSER, 1959).

Nous avons choisi ainsi une farine de hareng délipidée pour les faibles différences enregistrées au niveau des acides aminés essentiels, entre sa composition et celle du muscle et de l'oeuf de Bar (PHILLIPS et BROCKWAY, 1956).

Le pourcentage protéique de cette matière première, calculé en multipliant par le coefficient 6,25 le taux d'azote, est d'environ 86 % ; les lipides n'interviennent dans sa composition que pour moins de 0,3 %.

Tableau I

Composition en acides aminés protéiques du Bar (Muscle - oeufs)  
et de la protéine choisie pour le régime

	acides aminés essentiels	Muscle	oeufs	protéine du régime
		g. pour 100 g de protéine		
Lysine	E	10,1	7,7	8,4
Histidine	E	2,3	2,4	2,3
Arginine	E	6,0	6,0	6,3
Tryptophane	(+)	1,1	(+)	1,2
Acide aspartique		11,5	8,9	10,9
Thréonine	E	4,8	5,2	4,9
Sérine		4,5	6,1	5,1
Acide glutamique		16,7	14,1	15,8
Proline		3,6	7,3	4,1
Glycine		4,6	3,5	6,4
Alanine		6,5	8,0	6,8
Cystine	(+)	1,0	(+)	1,0
Valine	E	4,2	5,3	4,1
Méthionine	E	3,2	2,7	3,0
Isoleucine	E	3,7	4,2	3,4
Leucine	E	8,5	9,5	8,3
Tyrosine		3,5	4,9	3,6
Phénylalanine	E	4,2	4,1	4,3

(+) Analyses non effectuées.

Eléments fixes dans nos régimes

Ces éléments doivent rester identiques d'un régime à l'autre pour éviter d'influer sur les résultats. Il s'agit, dans notre cas, des vitamines, des sels et du liant.

Le liant utilisé est un guaranate qui nous donne de bons résultats. Il permet de fabriquer un granulé, d'une excellente tenue à sec d'une part, mais d'autre part, résistant plus d'une heure sous courant d'eau sans se déliter. L'expérience prouve que ce temps est rarement nécessaire, sauf lors du conditionnement au granulé : en effet, les animaux bien habitués et recevant des régimes à peu près équilibrés sont très voraces. Les Bars, à la différence de certains salmonidés, sont,

de plus, capables de récupérer les granulés tombés au fond du bac. Le liant permet en outre, une cohésion et une consistance à peu près constantes quelle que soit la formule employée, ce qui assure une présentation homogène malgré les différentes formulations. Il est utilisé au taux de 2,5 % du granulé sec.

Les vitamines sont incorporées dans l'aliment au taux de 1 % (tableau II). L'équilibre entre les différentes vitamines a été déterminé après une revue bibliographique, ainsi qu'après divers essais, de manière à éviter surtout tout symptôme de carence défini sur le saumon (HALVER 1968).

L'huile de foie de morue apporte des vitamines liposolubles et présente aussi probablement un pouvoir attractant pour les poissons.

La composition en sels est déterminée sur le même principe, mais leur dosage dans l'aliment est plus difficile, du fait d'un apport non négligeable par la farine de poisson. Selon le taux de cette dernière dans le régime, la supplémentation en sels est variable afin que l'équilibre entre les différents ions importants reste stable (tableau II).

Tableau II

Mélange vitaminique

Pour 1 kg d'aliment	
Vitamine A	800 000 UI.
Vitamine D	80 000 UI.
Tocophérols	0,2 g
Ménadione	0,09 g
Ac. Ascorbique	1,8 g
Thiamine	0,06 g
Riboflavine	0,1 g
Pyridoxine	0,06 g
Ac. Pantothénique	0,12 g
Biotine	0,01
Ac. p. amino-benzoïque	0,2 g
Ac. Folique	0,05 g
Cyanocobalamine	0,0002 g
Ac. Nicotinique	0,31 g
Choline	5,0 g
Inositol	2,0 g

Composition ionique des régimes

en pour cent du total	
Ca	50,6
P	20,8
K	12,3
Mg	7,6
Na	7,0
Fe	0,8
Mn	0,3
Zn	0,3
Cu	0,2
Co	0,015
I	0,010
Al	0,003
Mo	0,002

Composition des régimes

Expérience I

Tableau III

Composition des régimes de l'expérience I

Régimes	1	2	3	4	5	6
Farine de hareng délipidée	-----		62	-----		
Dextrine	-----		8	-----		
Huile de foie de morue	5	7,5	10	12,5	15	17,5
Cellulose en poudre	15	12,5	10	7,5	5	2,5
Sels (+ sels de la farine de hareng)	-----		6,5 (+8,1)	-----		
Vitamines	-----		1	-----		
Guaranate	-----		2,5	-----		

Six aliments contenant des taux de lipides de 5 à 17,5 % ont été fabriqués. Le gradient de lipides est compensé dans les différents régimes par une variation inverse de la quantité de ballast représenté par une cellulose purifiée en poudre.

La farine de hareng délipidée est incorporée au taux de 62 %. L'élément glucidique de la ration est la dextrine au taux de 8 %. Elle a été choisie de préférence à l'amidon, dont la digestibilité est moins bonne chez la truite (SINGH et NOSE, 1967).

Les vitamines ajoutées sont corrigées de l'apport dû à l'huile de foie de morue, et cela différenciellement, selon les quantités d'huile incorporées.

Tableau IV

Composition chimique des aliments (en % de matière sèche)

EXPERIENCE I

	1	2	3	4	5	6
Protéines (N x 6,25)	51,6	52,8	53,2	52,9	53,1	50,3
Cendres	14,70	14,11	14,47	14,38	14,44	14,75
Lipides	4,6	7,2	10,6	12,6	15,3	17,0

EXPERIENCE II

Protéines (N x 6,25)

	A	B	C	D
1	32,5	44,5	54,8	63,1
2	33,1	43,7	51,1	62,9
3	31,5	43,5	51,0	62,3
4	31,7	44,1	52,6	59,9

Cendres

	A	B	C	D
1	8,2	9,3	11,2	12,5
2	7,8	9,3	11,7	13,7
3	7,5	8,8	11,3	12,9
4	8,2	8,4	10,5	12,6

Les granulés ont été analysés (tableau IV). Les protéines sont évaluées par le dosage de l'azote, en admettant le rapport de 16 g d'azote pour 100 g de protéines. Les lipides sont extraits à froid, par un mélange méthanol-chloroforme-eau, selon la méthode de FOLCH et al. (1956).

Certaines variations, par rapport à la formule, peuvent être enregistrées, mais elles sont faibles. Le taux protéique pour tous les régimes est donc de 52 % environ à 2 % près ; les variations sur les taux de lipides escomptés n'excèdent pas 0,4 %.

Expérience II

Tableau V

Composition des régimes de l'expérience II (en % de matière sèche)

Régimes	D				C				B				A			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Farine de hareng délipidée	-----72-----				----- 60 -----				----- 48 -----				----- 36 -----			
Dextrine	----- 3,4 -----				----- 15,4 -----				----- 27,4 -----				----- 39,3 -----			
Huile de foie de morue	----- 4 -----				----- 4 -----				----- 4 -----				----- 4 -----			
Huile de colza	4	6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10
Acétate de cellulose	9,8	7,8	5,8	3,8	10,3	8,3	6,3	4,3	10,9	8,9	6,9	4,9	11,5	9,5	7,5	5,5
Sels (+sels de la farine de hareng)	--- 3,3 (+9,8)---				--- 2,8 (+8,1)---				--- 2,2 (+6,5)---				--- 1,5 (+4,9)---			
Vitamines	----- 1 -----				----- 1 -----				----- 1 -----				----- 1 -----			
Guaranate	-----2,5-----				-----2,5-----				-----2,5-----				-----2,5-----			

Cette expérience a nécessité 16 régimes : quatre taux de protéines et quatre taux de lipides pour chacun des niveaux protéiques.

Les variations du taux de farine de poisson sont compensées dans les différents régimes par une incorporation de dextrine à raison de 3, 15, 27 et 39 %. Les lipides sont compensés par l'indigestible comme précédemment.

L'utilisation d'acétate de cellulose, comme aliment ballast, a l'inconvénient de nous interdire l'analyse du contenu lipidique des granulés, car le chloroforme utilisé dans la méthode de dosage est un solvant de l'acétate de cellulose.

L'apport des vitamines liposolubles par l'huile de foie de morue est régulier, puisque son incorporation reste constante. Les variations du taux de lipides sont dues à l'huile de colza purifiée qui amène très peu de vitamines.

L'analyse de l'azote montre que les pourcentages de protéines sont de 32, 44, 52 et 62 % du régime avec une erreur absolue d'environ 2 % au plus (tableau IV).

Les sels apportés par la farine de poisson sont rééquilibrés entre eux par

une supplémentation, mais varient globalement pour les différents taux d'incorporation de la source de protéine.

RESULTATS

Expérience I - (24/1/72 - 15/5/72) Durée de l'expérience : 112 jours.

Tableau VI

Lot	Poids total initial	Poids total final	Poids des morts	Régime	Ingéré total sec	Ingéré Protéique	C.E.P.
a	1108,7 (60)	1784,4 (58)	43,1 (2)	1	3 006	1 551	0,46
b	1062,2 (60)	1851,0 (59)	13,5 (1)	2	2 533	1 337	0,60
c	1081,1 (60)	1926,8 (60)	0	3	2 669	1 420	0,60
d	1049,6 (60)	1839,7 (57)	58,4 (3)	4	2 503	1 324	0,64
e	1096,6 (60)	1914,7 (59)	11,9 (1)	5	2 206	1 171	0,71
f	1093,7 (60)	1900,6 (60)	0	6	2 035	1 023	0,79

Nous avons utilisé 360 poissons répartis en 6 lots de 60 individus de 18 g de moyenne. Les poissons sont calibrés entre 10 et 13 cm de longueur à la fourche, de telle sorte que chacun des lots ait une longueur moyenne et un écart type identiques ( $\sigma = 0,77$ ). A la fin de l'expérience, ces poissons mesurent entre 11 et 17 cm avec un écart type de l'ordre de 1. Le poids moyen est d'environ 32 g.

L'expérience dure près de quatre mois, la mortalité est faible et essentiellement due à des traumatismes lors des manipulations.

La température varie entre 15 et 19°C.

Les poissons sont nourris deux fois par jour, six jours par semaine, le septième jour étant réservé à la pesée.

Les repas sont distribués "ad libitum" durant une vingtaine de minutes ; ce mode de distribution, nécessaire aux conclusions de ce genre d'expérience, est difficile à appliquer aux poissons : le granulé une fois immergé ne pouvant plus être récupéré s'il n'est pas consommé. La ration est donc fonction de l'appréciation d'un expérimentateur, ceci entraîne soit une restriction qui limitera la portée des conclusions, soit un gaspillage ou le plus souvent une surconsommation.

Malgré ces inconvénients, on peut remarquer que l'ingéré de chaque lot diminue avec le taux de lipides croissants. La ration journalière est comprise entre 1,5 et 2,5 % du poids vif et varie en fonction de la température qui affecte tous les lots en même temps.

Le gain de poids a été exprimé en pourcentage d'accroissement par jour (figure 1). Ainsi nous pouvons comparer les résultats, quel que soit l'intervalle entre deux pesées, et surtout, quels que soient le poids des individus et la taille des lots.

$$\% \Delta P_j = 100 \times \left[ 1 - \left( \frac{\text{poids final}}{\text{poids initial}} \right)^{\frac{1}{\text{jour}}} \right]$$

Cette formule est identique à celle qui permet de calculer le taux d'intérêt, annuel alors, obtenu par un capital (poids initial) qui rapporte et dont les intérêts sont régulièrement capitalisés pendant plusieurs années, connaissant le capital final (poids final) et le nombre d'années (nombre de jours entre deux pesées). Ces pourcentages d'accroissement par jour, très analogues entre les différents lots de notre expérience, sont légèrement meilleurs pour les teneurs moyennes en lipides.

La croissance maximale est obtenue pour le lot qui consomme le régime comportant 12,5 % de lipides.

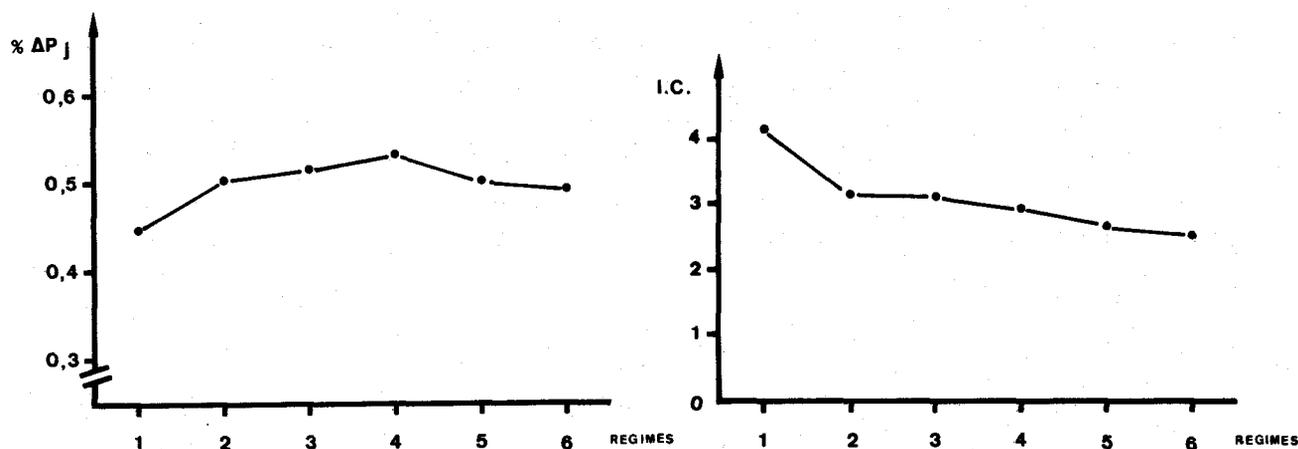


Figure 1 - Expérience I

Pourcentage d'accroissement journalier et indice de consommation en fonction des régimes employés.

Il faut remarquer que les valeurs du pourcentage d'accroissement par jour, voisines de 0,5 %, dénotent une croissance médiocre, qu'on peut mettre en relation avec la température moyenne faible de l'eau au cours de cette expérience ; en effet, à une température supérieure les mêmes granulés permettent une croissance bien meilleure de l'ordre de 1 % d'accroissement par jour.

Le calcul de l'indice de consommation

$$\left( \text{I.C.} = \frac{\text{ingéré sec total}}{\text{gain de poids frais}} \right)$$

montre que les lots recevant les régimes les plus énergétiques ont les meilleurs rendements.

Le calcul du coefficient d'efficacité protéique

$$\left( \text{C.E.P.} = \frac{\text{gain de poids frais}}{\text{ingéré protéique}} \right)$$

apporte les mêmes conclusions : les C.E.P. s'améliorent lorsque les poissons ingèrent moins de protéines, c'est-à-dire lorsque les régimes sont plus riches en lipides.

On constate donc, dans les limites de notre expérience, que les animaux modifient leur consommation dans le but probable d'ajuster leur ingéré calorique. De ce fait, aux faibles taux de lipides dans les régimes, la forte consommation entraîne un ingéré important de protéines qui doivent être brûlées en partie pour satisfaire aux besoins énergétiques ; une certaine quantité de protéines est ainsi détournée de son rôle plastique et fournit bien moins d'énergie qu'un poids égal de lipides.

Pour les taux élevés de lipides dans le régime, le niveau d'énergie du granulé augmente, la consommation baisse et l'ingestion des protéines est réduite puisque les régimes sont isoprotéiques. Ainsi, un meilleur coefficient d'efficacité protéique peut être obtenu, car les gains de poids de ces derniers lots sont voisins des précédents.

Nous pouvons donc dire que la rétention azotée est améliorée lorsque l'équilibre entre les protéines et les calories se déplace vers les calories, dans les limites des régimes employés. Ceci confirme le principe selon lequel l'assimilation de l'azote augmente avec la quantité de calories fournies (ALLISON, 1959).

Nous avons conclu qu'une expérience employant des régimes présentant des équilibres différents entre les protéines et les lipides s'imposait.

## Expérience II

Celle-ci est menée sur 16 lots de poissons constitués par 60 individus de 10 g de poids moyen initial (tableau VII).

Au début de l'expérience les animaux sont calibrés entre 8 et 10 cm de longueur. La taille moyenne est de 9,3 cm, l'indice de condition de chaque poisson est voisin de 1,23.

L'expérience a duré 77 jours, de décembre à mars, à Brest dans une eau de mer à 34 pour 1 000 de salinité et dont la température est stabilisée à 20°C. La nourriture est distribuée, deux fois par jour, pendant six jours par semaine. La pesée est hebdomadaire. La mortalité est nulle pour toute cette période.

Tableau VII

Moyennes des poids, des longueurs à la fourche et des facteurs de condition (Pm, Lm, Km) des bars avant et après l'expérience II :

lots	Pm initial	erreur type	Lm initiale	Km initial	Pm final	erreur type	Lm final	Km final
I	10,47	0,33	9,38	1,25	17,51	0,60	11,04	1,29
J	10,28	0,32	9,34	1,24	17,93	0,65	11,32	1,20
K	10,35	0,34	9,39	1,23	18,35	0,71	11,23	1,30
L	10,38	0,33	9,42	1,22	17,17	0,72	10,92	1,27
M	10,20	0,32	9,25	1,21	18,57	0,73	11,35	1,23
N	10,02	0,28	9,16	1,21	18,36	0,63	11,29	1,25
O	10,30	0,30	9,39	1,21	18,66	0,60	11,48	1,27
P	10,18	0,29	9,20	1,22	18,12	0,76	11,12	1,29
Q	10,41	0,33	9,45	1,22	18,69	0,69	11,40	1,23
R	10,38	0,28	9,47	1,21	19,55	0,57	11,48	1,29
S	10,15	0,33	9,21	1,28	19,75	0,87	11,50	1,25
T	10,00	0,30	9,36	1,19	18,67	0,71	11,16	1,27
U	9,85	0,28	9,26	1,22	17,09	0,51	11,02	1,25
V	10,11	0,33	9,35	1,21	17,88	0,65	11,27	1,23
W	10,08	0,28	9,22	1,27	17,51	0,51	11,11	1,26
X	10,37	0,33	9,34	1,27	17,66	0,70	11,10	1,26

A la fin de l'expérience, la taille moyenne est de 11,2 cm, le poids d'environ 18 g pour l'ensemble des lots et l'indice de condition de 1,26, mais les variations sur cet indice ne sont pas statistiquement significatives ni entre les différents lots, ni par rapport à l'indice initial de l'ensemble des poissons. Par contre, on peut noter que l'erreur type sur la moyenne des poids des individus a doublé entre le début et la fin de l'expérience et qu'elle est particulièrement importante pour les lots ayant les plus forts gains de poids, ceux-ci présentent donc une dispersion maximale.

La croissance pondérale la plus forte est obtenue pour un taux de protéines de 52 % et un taux de lipides de 12 %, c'est le régime C<sub>3</sub> (tableau VIII) ; ce résultat confirme ceux obtenus par l'expérience I. Les granulés à 44 % de protéines donnent des résultats moyens, mais ceux obtenus pour les régimes à 32 et 62 % sont médiocres (figure 2).

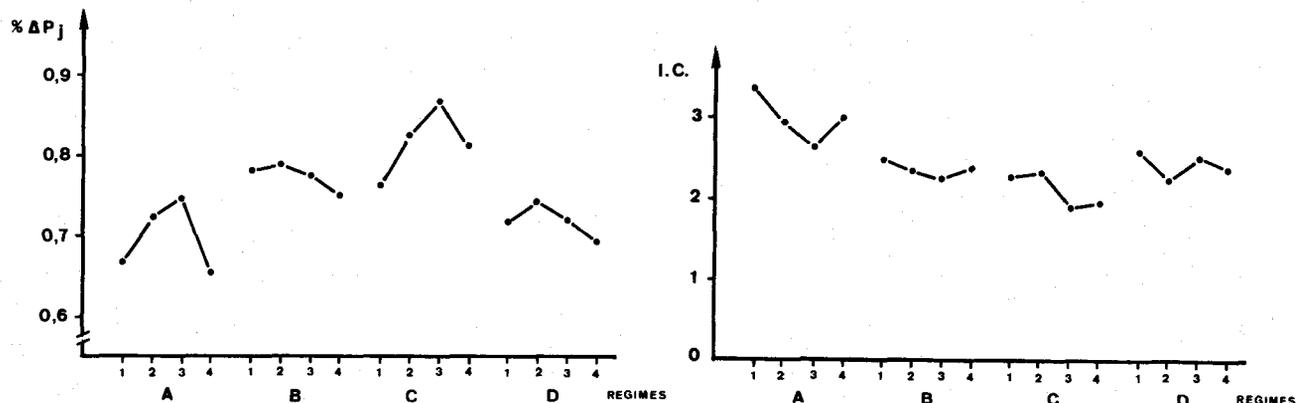


Figure 2 - Expérience II

Pourcentage d'accroissement journalier et indice de consommation en fonction des régimes employés.

Les consommations de granulés accusent des variations en relation avec le contenu calorique : les régimes les plus riches en lipides sont peu consommés. Mais il faut remarquer aussi une ingestion plus importante, pour les régimes à taux identiques de lipides, lorsque les protéines sont remplacées par des glucides.

Tableau VIII

Expérience II - (19/12/72 - 6/3/73) Durée de l'expérience : 77 jours.

Lot	Poids total initial	Poids total final	Régime	Ingéré total sec	Ingéré protéique	C.E.P.
I	628,3 (60)	1050,5 (60)	A 1	1 422	462	0,91
J	617,0 "	1075,7 "	A 2	1 349	446	1,03
K	621,2 "	1101,1 "	A 3	1 291	406	1,20
L	622,8 "	1029,9 "	A 4	1 201	381	1,05
M	612,2 (60)	1114,1 (60)	B 1	1 255	558	0,90
N	601,4 "	1101,8 "	B 2	1 180	515	0,97
O	617,7 "	1119,6 "	B 3	1 146	498	1,01
P	610,9 "	1087,0 "	B 4	1 138	502	0,99
Q	624,6 (60)	1121,5 (60)	C 1	1 135	622	0,80
R	623,1 "	1173,0 "	C 2	1 292	660	0,83
S	609,3 "	1185,0 "	C 3	1 103	562	1,02
T	600,2 "	1120,2 "	C 4	1 023	538	0,97
U	591,3 "	1025,4 (60)	D 1	1 128	711	0,61
V	606,7 "	1050,3 "	D 2	1 053	662	0,70
W	605,0 "	948,1 "	D 3	1 221	701	0,67
X	622,7 "	1059,7 "	D 4	1 051	629	0,69

L'ingéré protéique est évidemment d'autant plus fort que les régimes contiennent plus de protéines, mais, comme pour l'expérience I, il est fonction du taux de lipides. Toutefois, le plus faible taux de lipides (forte consommation), pour un niveau de protéines donné, n'entraîne pas une ingestion protéique plus importante que celle due au plus fort taux de lipides (faible consommation) du niveau protéique supérieur.

Les meilleurs indices de consommation sont enregistrés pour les granulés C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub>, soit pour 52 % de protéines, et sont inférieurs à 2. Les plus mauvais sont le fait des régimes A<sub>1</sub> et A<sub>4</sub>, donc des faibles taux de protéines. Les autres sont compris entre 2 et 3. Les résultats montrent que pour un taux protéique défini, le meilleur indice de consommation, tout comme la meilleure croissance, est obtenu pour 10 à 12 % de lipides dans le régime.

Les C.E.P. apportent des données supplémentaires très importantes. Les faibles taux de protéines, 32 %, malgré une consommation élevée et une croissance médiocre, donc de mauvais IC, ont des C.E.P. légèrement supérieurs aux lots recevant des régimes à 44 ou 52 % de protéines. Pour les régimes à 62 % de protéines, malgré une consommation limitée, le C.E.P. est faible car l'ingéré protéique est important.

Chez le rat, on sait qu'il y a augmentation spontanée de l'ingéré calorique lorsque l'ingestion protéique augmente (ABRAHAM et al., 1961). D'après les coefficients d'ATWATER, les protéines et les glucides étant isocaloriques, la substitution dans nos régimes des uns par les autres ne modifie pas le contenu énergétique. Dans nos régimes, pour des taux de lipides identiques, on peut donc s'attendre à une augmentation de la consommation lorsque le taux protéique augmente. Puisqu'il n'en est rien, on peut penser que les calories d'origine glucidique ont un effet d'épargne des protéines plus prononcé que les calories d'origine lipidique (ROSENTHAL, 1952).

Donc les glucides dans la ration favorisent la rétention azotée. Ainsi pourraient s'expliquer les mauvais C.E.P. des lots nourris avec les régimes contenant peu ou pas de glucides (régime de la série D) et les C.E.P. moyens pour les régimes intermédiaires.

Toutefois, le faible gain de poids des lots nourris avec les régimes A, comprenant 32 % de protéines et 39 % de glucides, porte à croire que ces glucides, s'ils améliorent la rétention azotée, n'apportent pas l'énergie nécessaire escomptée par leur présence ; nous avons ainsi un bon coefficient d'efficacité protéique, mais un mauvais indice de consommation et une mauvaise croissance.

L'équilibre semble être réalisé par les lots recevant 44 % et 52 % de protéines, car ils trouvent assez d'énergie par les lipides et l'apport calorique des glucides permet d'obtenir une rétention azotée convenable, d'autant que les protéines sont ingérées en quantité suffisante.

Il est logique de supposer que dans les lots nourris avec les régimes pauvres en protéines, cet élément manque, mais aussi que les glucides ne remplissent pas leur rôle entièrement, du fait de leur digestibilité imparfaite, particulièrement pour ces taux d'incorporation élevés (SINGH et NOSE, 1967).

Si les conclusions de l'expérience I nous amenaient à nous pencher sur les relations entre protéines et lipides, l'expérience II nous confronte au problème des glucides et de la digestibilité des divers éléments. Ces points résolus, nous pourrions alors étudier l'apport calorique des différents constituants des régimes

et tenter de fabriquer des granulés isoénergétiques pour préciser par exemple l'épargne des protéines par les glucides.

En conclusion, nous décrivons succinctement une expérience qui se déroule à l'île Tudy en Bretagne Sud sur un site choisi pour l'aquaculture. L'expérience groupe environ 400 poissons dans des bassins à l'air libre. Les charges sont de l'ordre de 5 kg au m<sup>3</sup>. Le granulé choisi est celui comportant 52 % de protéines et 12 % de lipides. La ration journalière est de 1,4 % du poids vif environ.

Nous avons obtenu des indices de consommation de 1,77 en juillet et de 1,62 en août. La croissance est bonne, malgré les restrictions de consommation un peu sévères, surtout en août où la température était relativement forte ; elle est de l'ordre de 30 % par mois, soit par jour  $\% \Delta P_j = 0,80$ , les poissons étant passés de 31 g au 1er juillet à 50 g fin août, soit un accroissement de 61 % sur deux mois.

#### BIBLIOGRAPHIE

ABRAHAM J., CALET C., RERAT A., et JACQUOT R., 1961  
C.r. Séanc. Acad. Sci. 253 : 2768 - 2770.

ALLISON J.B., 1959  
Protein and amino-acid nutrition. Albanese A.A. ed. New York Acad. Press.

FLOCH J., LEES M., SLOANE STANLEY C.M., 1957  
J. Biol. Chem. 226 : 497 - 509.

HALVER J.E., 1968  
in : Marine Aquiculture. Mc Neil W.S. ed. Oregon State University Press.

METAILLER R., FEBVRE A. et ALLIOT E., 1972  
Colloque sur l'Aquiculture en eau saumâtre FAO, Athènes, 1972.

OSER B.L., 1959  
in : Protein and Amino-acid nutrition. Albanese A.A. ed. New York Acad. Press.

PHILLIPS A.M., BROCKWAY D.R., 1956  
Prog. Fish Cult. 18 (1) : 159 - 164.

ROSENTHAL H.L., 1952  
J. Nutr : USA 48 (2) : 243 - 255.

SINGH R.P., NOSE T., 1967  
Bull Freshwater Res. Lab. 17 (1) : 21 - 25.

DISCUSSION

SABAUT : Les poissons nourris à fort taux protéique et fort taux lipidique étaient-ils gras à la fin de l'expérimentation ?

FEBVRE : Nous avons fait des analyses corporelles et les résultats n'ont pas montré de différences très manifestes. Il y a trop peu de données pour que l'on puisse faire une analyse statistique. Les variations sont relativement faibles entre le début et la fin de l'expérience ; toutefois, il y a quelques dixièmes de pour cent en plus de lipides chez les poissons nourris avec un régime à haut taux protéique et haut taux lipidique.

HONG : Avez-vous trouvé une relation positive entre le nombre de calories fournies par la ration, la température de l'eau d'élevage et le taux de croissance ?

FEBVRE : Pour cela, il aurait fallu faire varier la température de l'eau pour pouvoir faire des mesures. Nous avons eu des variations de température sur incidents du système de thermorégulation. Ces variations qui n'étaient pas prévues dans le protocole expérimental, n'ont pas permis d'étudier ce paramètre d'une manière très suivie.

HONG : Je voudrais revenir sur le problème du liant. Vous utilisez du guaranate à 2,5 % et vous ajoutez que le liant ne pose pas de problème.

FEBVRE : Je pense qu'il est utile de mettre un liant dans un aliment surtout dans un aliment qui va aller à l'eau. Il y a différents avantages : l'aliment va tenir plus longtemps dans l'eau de mer ; dans le cadre de notre fabrication, il va faciliter la fabrication du granulé ; il va certainement jouer également au niveau de la floculation ou au niveau des filtres des installations en circuit fermé.

HONG : Pourquoi du guaranate à 2,5 % et non pas n'importe quel autre liant et n'importe quel autre pourcentage ?

FEBVRE : Si j'avais écrit liant, on m'aurait demandé lequel ; si je mets guaranate, on me demande pourquoi celui-ci. Nous avons utilisé différents produits de la Société Française des Colloïdes et il se trouve que le guaranate est celui qui a donné les meilleurs résultats.

LUQUET : Actuellement, il y a une polémique : est-ce que la vitamine C est indispensable pour le poisson comme elle l'est pour l'homme ou pour le rat ? Les différents symptômes observés ressemblent à ceux observés chez le saumon. Est-ce que vous avez observé ces symptômes avec un fort taux d'incorporation d'huile de foie de morue ? Je pose le problème parce que certains estiment que c'est seulement un excès de vitamine A qui pourrait causer les symptômes de carence en vitamine C.

FEBVRE : Cela s'est passé sur les premières productions de granulés où nous

mettions beaucoup moins de vitamine C. Ces premières productions de granulés étaient des productions à taux de lipide relativement faible.

LUQUET : Je parlais d'un excès d'huile de foie de morue qui occasionnerait des symptômes secondaires de carence en vitamine C.

FEBVRE : Je ne peux pas aller dans ce sens, puisque lorsque nous utilisions jusqu'à 17,5 % de lipide, dans la première expérience uniquement sous forme d'huile de foie de morue, nous n'avons rien enregistré de ce genre. Là, déjà nous ajoutions 18 % de vitamine C dans le mélange vitaminique : il y en avait donc beaucoup. Mais dans les premiers granulés que nous avons fait, le rapport calcium-phosphate n'était pas correct, c'est à ce moment-là que ça n'allait pas. Lorsqu'on a rectifié le rapport calcium-phosphate il a fallu rajouter du calcium en grande quantité.

LE BITOUX : Combien de temps vous a-t-il fallu pour noter ce symptôme de carence ?

FEBVRE : C'est difficile à dire dans la mesure où je ne sais pas quand cela a démarré, mais au plus dans un délai de trois mois. Le premier granulé était peut-être correct. Ce qui est assez étonnant, c'est que deux ou trois lots seulement manifestent ces carences, pas tous. Cela faisait trois mois qu'on s'occupait des poissons quand ils se sont mis à zigzaguer. On en a gardé du reste jusqu'au début de l'année, ils pesaient 300 ou 400 g.

HONG : En ce qui concerne l'expérience de l'Ile Tudy, vous avez obtenu un indice de consommation de l'ordre de 1,5, est-ce qu'il y a un apport d'aliment naturel ?

FEBVRE : Il n'y a pas d'arrivée d'aliment naturel autrement que sous forme planctonique ou phytoplanctonique, puisque l'eau passe à travers une pompe, des robinets, des vannes ; il est improbable que les loups puissent employer cette matière organique particulière.

QUESTION (?) : Quelle est la variabilité de la composition corporelle des alevins ? Est-ce qu'elle est importante ?

FEBVRE : Non, puisque nous homogénéisons nos cheptels pendant relativement longtemps et nous ne démarrons généralement les expériences que lorsque cette composition n'a plus de variation dans le temps, lorsque nous obtenons des taux constants dans nos analyses de poissons. La variabilité n'est pas grande. Ce sont des poissons qui sont tous calibrés, ils sont tous du même âge, ils ont reçu depuis trois mois le même aliment qui les a remis dans un état de santé que j'estime correct : le coefficient de condition qui était inférieur à 1, de l'ordre de 0,9 lors de la pêche, s'est rectifié et monte aux alentours de 1,25 à 1,3. Lorsque ce coefficient de condition devient stable en général, la composition du poisson devient également stable. Toutes les expériences ont été faites avec des poissons dont le poids est compris entre 10 et 30 g dans les plus grands cas, donc des poissons dans un état bien déterminé.

Si l'on cherche dans la littérature les compositions de la chair du loup,

elles sont relativement variables dans le temps, entre un adulte et un jeune ; l'analyse à laquelle je pense a été faite sur des poissons juste après la reproduction et à la fin de l'hiver. Les taux de lipides sont beaucoup plus bas, de l'ordre de 7 ou 8 %, alors que nous obtenons 10 à 12 %, au début de l'expérience. Nous avons à peu près le même taux de lipides à la fin de l'expérience.

QUESTION (?) : Vous êtes arrivés à maintenir des charges de l'ordre de 30 kg au m<sup>3</sup>. Quel était le taux de renouvellement d'eau ?

FEBVRE : Le débit est assez important puisque nous travaillons dans des bacs de 200 litres dans lesquels il peut y avoir jusqu'à 6 à 8 kg de poissons. Le débit est de l'ordre du renouvellement total par heure, mais c'est un circuit fermé dans lequel le rajout d'eau de circuit ouvert est de l'ordre de 1/5 du débit total de tous les bacs. C'est-à-dire que sur un bac de 200 litres, le débit est de l'ordre de 1 litre à 5 litres/minute, mais ce débit est la somme d'une circulation fermée, plus un apport d'eau fraîche. Cette eau fraîche est généralement à 100 % d'oxygène alors que l'eau du circuit fermé tourne aux alentours de 80 %. Il n'y a pas de bullage.