

PROCEDE DE FABRICATION D'ALIMENTS SEMI-HUMIDES POUR LES ELEVAGES DU LOUP *DICENTRARCHUS LABRAX* ET DE LA DAURADE *SPARUS AURATA*.

Par

R. BESBES* et H. GUERBEJ*

* I.N.S.T.M. Centre de Monastir Route de Khniss. B.P.:59 5000 Monastir Tunisie.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تحسين جودة العلف النصف جاف المستعمل حسب تركيبة (MEDRAP 1985) نظراً لسوء نتائجه في مجال تربية أسماك القاروص و الورقة، الراجع أساساً لتفتت العلف في الماء علاوة على إفتقاره لبعض المركبات الغذائية الأساسية. فتم وضع طريقة مبسطة لصنع علف جيد تعتمد أساساً على الرحي المسبق و الغريلة الدقيقة لكل المواد الأولية المستعملة مع إدخال بعض التعديلات على التركيبة العلفية وإضافة مركبات أخرى تعتبر أساسية في تغذية الأسماك. فتمكناً من إستخراج قطع علف نصف جافة يتراوح حجمه من 0,5 مم إلى 6,0 مم.

Résumé

Le présent trav

humide (formule MEDRAP 1985), qui s'est révélé très peu satisfaisant dans les élevages du loup et de la daurade. L'étude a consisté par conséquent, à mettre au point un procédé simple et reproductible de fabrication de granulés stables, basé sur le broyage et le tamisage très fins de la matière première, ainsi que le réajustement et l'adjonction de certains nutriments indispensables. Ce qui a permis l'élaboration d'aliments stables, d'une granulométrie variant de 0,5 mm à 6,0 mm.

Abstract

This work aims at ameliorating the semi-dry food (formulation of MEDRAP 1985) which gives variable results in the breeding of sea-bass and sea-bream. It consists of conceiving a reproductible process of making settlet pellets, based on pounding and sifting a raw material, reajusting and addition of certains essential nutriments. This work permitted the elaboration of food, the granulomatry of wich varies between 0.5 and 6.0mm.

I - INTRODUCTION

Les aliments semi-humides, tels que bien décrits par BARNABE (1991), sont ceux que l'on fabrique à partir de poissons de faible valeur marchande, ou des déchets de cantines, auxquels on rajoute des farines (de poissons, de remoulage de blé etc...), à un taux voisin de 60% pour aboutir après broyage à des "spaghetti" de 18 à 45% de teneur en eau.

Bien que contestés par certains auteurs pour des problèmes essentiellement technologiques, liés à la variabilité de la matière première et à leur conservation exclusive par le froid, les aliments semi-humides restent fréquemment utilisés en trutticulture et en anguilliculture (USUI;1979). Ils peuvent donner de très bons résultats chez les alevins du loup, s'ils sont performants sur les plans physique et nutritionnel (TESSEYRE, 1979).

A l'INSTM, Centre de Monastir (ex-CNA), on a toujours utilisé un aliment semi-humide dont la formule et le procédé de fabrication ont été initiés par le projet MEDRAP en 1985. Cet aliment est composé de 46 à 50% de poissons de rebut, 30 à 38% de farine de poissons (brute et non tamisée), 14 à 20% de tourteau de soja (grossièrement broyé à la livraison et non tamisé), 2% de premix vitaminique et de 0,1% d'acide ascorbique. Les granulés obtenus par simple mélange et broyage de ces ingrédients à l'état brut, à travers un hachoir à viande, sont peu compactes et s'effritent rapidement au contact de l'eau, engendrant ainsi des pertes non négligeables et des dépôts polluants au fond des bassins d'élevage. Ce procédé de fabrication ne permet par ailleurs pas d'obtenir des granulés de tailles inférieures à 2 mm (nécessaires au premier prégrossissement) et les résultats zootechniques de son utilisation sont très peu satisfaisants (GUERBEJ, 1991 et BRINI, 1991), à cause particulièrement de ses mauvaises qualités physiques (cohésion des différents ingrédients, stabilité dans l'eau, flottabilité...) et nutritionnelles (déséquilibre, carence ou absence, de certains nutriments essentiels). Réalisé en 1991, le présent travail, vise l'amélioration de cet aliment aussi bien sur le plan physique que nutritionnel. Il tente de mettre en place une technologie fiable et reproductible de fabrication, qui permet l'obtention de granulés stables de tailles comprises entre 0,5 et 6,0 mm et propose le réajustement de l'ancienne formule et l'adjonction de certains nutriments jugés indispensables dans la nutrition des poissons d'élevage, référence faite à de

multiples travaux dont notamment ceux de HALVER (1972), SAKOMOTO et YONE (1972), ALLIOT et al. (1974), METAILLER et al. (1981), GODELUCK (1983), SPYRIDAKIS (1985) et autres.

II - MATERIELEy ET METHODES

II.1 Aliments: formulation et fabrication.

* Aliments de premier prégrossissement (S1, S2 et S3)

Ces aliments sont à base de trois sources différentes de protéines, dont deux d'origine animale: la sardine fraîche et la farine de poissons et une d'origine végétale: le tourteau de soja (Tableau 1). Les principales sources de lipides sont essentiellement la sardine broyée et de l'huile de foie de morue qui est destiné à apporter les acides gras polyinsaturés à longues chaînes (linoléique (n-6) et linoléique (n-3)), essentiels, selon CASTEL (1972) et YONE (1976). L'amidon et le saccharose sont rajoutés dans la composition comme sources de glucides, dont l'incorporation dans les aliments inertes du loup et de la daurade est indispensable selon ALLIOT et al. (1979) et SPYRIDAKIS (1985). Le prémix vitaminique utilisé (Tableau 2) est celui habituellement employé (BRINI, 1991) et dont la dose de vitamine C a été réajustée par excès par un apport de 5 g par kg d'aliment.

Le processus de fabrication est basé essentiellement sur le broyage et le tamisage très fins des farines et l'utilisation de pâte de sardine fraîche, étêtée et sans arêtes. Après leurs pesages, les produits secs, sont prémélangés au malaxeur (Pietroberto): la farine de poissons est préalablement tamisée à travers un tamis à grilles de 0,5 mm; le tourteau de soja et le prémix vitaminique, sont finement broyés au moulin à blé et également tamisés à 0,5 mm (Schémas 1). Le broyât de poisson composé uniquement de chaire de sardine fraîche (P.E), est ensuite rajouté au prémélange ainsi que l'huile de foie de morue et la vitamine C. Le mélange homogène ainsi obtenu après dix minutes de malaxage, est ensuite passé au broyeur (type hachoir à viande TC 32/SL) à travers une grille de 2 mm. Enfin le tamisage de ces granulés par frottement sur des tamis à grilles métalliques donne des particules rondes et fines : S1 (inférieurs à 0,5 mm) , S2 (de 0,5 à 1,0 mm) et S3 (de 1,0 à 2,0 mm) .

* Aliments de prégrossissement et de grossissement (P1, P2 et G)

La formule élaborée (Tableau 3) ressemble à celle des aliments du premier prégrossissement avec toutefois les modifications suivantes:

- * Les quantités de farine de poissons et de tourteau de soja sont augmentées aux dépens du broyât de poisson et des sucres.
- * La vitamine C, connue pour ses propriétés entre autres anti-stress est également augmentée en prévision d'éventuels affaiblissements des jeunes alevins: phénomène systématiquement rencontré, surtout pendant le changement des saisons: été / automne (GUERBEJ, 1991 et BRINI.,1992).
- * En prévision d'éventuelles oxydations des lipides dans les aliments pendant leur stockage, la vitamine E est utilisée comme antioxydant, au taux de 0,3%.

Basée particulièrement sur le broyage et le tamisage de la matière première, la méthode de fabrication de cet aliment (Schémas 2), est la même que celle des aliments S1, S2 et S3, sauf que le broyage du poisson (P.C) est fait dans un hachoir "CUTTER" R25, à partir de sardine complète et fraîche (pour P1 et P2) et convenablement congelée et décongelée (pour G). Les "spaghetti" obtenus et dont la taille est fonction de la filière du broyeur, varient de 2 à 6 mm, en passant par les tailles intermédiaires de 3 et 4,5 mm. Il est à signaler que pour les aliments (P1 et P2), les "spaghetti" de 3 mm, sont tamisés à travers des tamis à grilles métalliques, pour donner des granulés ronds et homogènes de 1 mm, 1,5 mm et de 2 mm (tailles adaptés à celles des jeunes alevins).

II.2 Analyses biochimiques

Des dosages de protéines, lipides, cellulose, cendres et matière sèche sont faits en duplicat sur tous les aliments expérimentaux ainsi que sur la matière première. Les protéines totales (N x 6,25) sont dosées par la méthode de Kjeldahl, les lipides par la méthode de Soxlet et la cellulose par la méthode de Weende. La matière sèche est déterminée par mesure de la perte de poids après séchage à l'étuve à 100°C et les cendres sont pesées après séjour de l'échantillon dans un four à moufle à 550°C.

III - RESULTATS

Les analyses biochimiques des aliments expérimentaux (Tableaux 4a et 4b), donnent des taux de protéines assez satisfaisants et proches des valeurs recherchées (46% pour S2 et S3) et (55% pour P1, P2 et G). La teneur protéique de l'aliment S1, s'avère cependant au deçà de la valeur espérée (37% uniquement). Les taux de lipides, sont moins satisfaisants, dans tous les types d'aliments obtenus, puisqu'ils ne sont en moyennes que de, 4,8% (S1), 5% (S2 et S3) et de 5,8% (P1, P2 et G). Ces aliments sont très riches en minéraux: 13,8% (S1), 13% (S2), 18% (S3), 18,7% (P1 et P2) et 23,4% (G). Tous les aliments présentent cependant le même taux de cellulose (4%) qui provient du tourteau de soja. Les taux de glucides (déduits de la somme des taux de protéines, lipides, minéraux et cellulose par rapport à 100% de matière sèche) sont par conséquent variables d'un aliment à un autre: 40,4% (S1), 36% (S2), 23% (S3), 14,6% (P1), 16,6% (P2) et 13,1% (G).

Par ailleurs les analyses des principaux ingrédients (Tableaux 4c et 4d), montrent que la farine de poissons est assez riche en protéines (environ 63%) et qu'elle contient beaucoup de minéraux (30%). Le poisson complet est aussi, riche en protéines (68%) et en minéraux (13%), mais sa teneur lipidique est faible (6%). Quant au poisson étêté, il est plus riche que le poisson complet en protéines (82%), aussi riche en lipides (6%), mais plus pauvre en minéraux. La farine de soja (tourteau de soja) et le prémix vitaminique, se caractérisent par des teneurs protéiques et glucidiques, relativement élevés (respectivement 52% et 29%). Ces ingrédients sont par contre pauvres en minéraux.

Ces analyses permettent également, de constater que grâce à sa teneur protéique assez élevée et à l'importance de son taux d'incorporation dans les aliments (S1, S2 et S3), la farine de poissons s'avère la première source de protéines (36%), suivie du tourteau de soja et du broyât de poisson (30% chacun), les 4% restants étant apportés par le prémix vitaminique (Figure 1A). Au niveau des aliments (P1, P2 et G) la farine de poissons (Figure 1B) reste toujours la première source de protéines (35%), viennent ensuite le tourteau de soja (30%), le broyât de poisson (27%) et le prémix

vitaminique (8%). Les minéraux sont apportés essentiellement par la farine de poissons et le poisson complet qui renferment respectivement 30,3% et 12,8%. Le tourteau de soja ainsi que le premix vitaminique, qui ont des teneurs glucidiques respectifs de 28,6% et 30,3%, sont les premières sources de glucides.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSION

Ce travail a débouché sur un certain nombre d'éléments pratiques nouveaux dans le domaine de la fabrication de l'aliment semi-humide destiné aux élevages du loup et de la daurade et offre une technologie simple et reproductible de fabrication de granulés stables, à teneur moyenne en eau de 35% et de tailles comprises entre 0,5 et 6,0 mm. Cette technique basée essentiellement sur le broyage et le tamisage très fins (inférieur à 0,5 mm), de la matière première, permet désormais l'obtention d'un mélange suffisamment pâteux et fin pour passer à travers les plus petites filières de 2 mm du broyeur TC 32/SL.

En effet le broyage qui est destiné à réduire la taille des particules qui entrent dans la composition du mélange final et à faciliter l'incorporation des micro-éléments, permet également une meilleure homogénéisation et augmente la surface des particules par rapport à leur volume, d'où une meilleure digestibilité des aliments et une mise en place d'un plus grand nombre de liaisons de cohésion inter-particulaire lors de l'agglomération (GUILLAUME, 1985). La granulométrie des farines après broyage et tamisage a en effet une incidence certaine sur le cohésion des agglomérés. LECENKOV et VALACKIJ (1972) ont d'ailleurs mis en évidence une relation entre la stabilité à l'eau des aliments pour poissons et la finesse des particules élémentaires. Ces auteurs constatent qu'il n'y a pas de problème de stabilité lorsque toutes les particules traversent un tamis de taille 0,6mm .

Sur le plan nutritionnel les améliorations qualitatives et quantitatives apportées à la formule habituelle (MEDRAP 1985), ont permis d'avoir des aliments, de composition biochimique satisfaisante, avec des taux de protéines qui sont assez proches des besoins du loup estimés entre 50 et 63% (ALLIOT et al., 1974; METAILLER et al., 1981) et qui couvrent largement ceux de la

daurade, estimés à 40% (SABAUT et LUQUET, 1973). Il en est de même au niveau des glucides dont les taux, variant de 30,3% (S1, S2 et S3) à 14,7% (P1, P2 et G), couvrent largement les besoins de ces poissons qui sont entre 9 et 17% chez le loup (SPYRIDAKIS, 1985) et de 10% chez la daurade (FURUICHI et al., 1971).

Bien qu'elle soit assez satisfaisante, au niveau de ses apports protéiques et glucidiques, la formulation de nos aliments expérimentaux, reste encore perfectible, puisqu'on peut déceler encore certaines carences ou déséquilibres en certains nutriments non moins importants tels que les lipides, les vitamines et les minéraux . En effet:

- Ces aliments s'avèrent assez pauvres en lipides (4,9% dans S1, S2 et S3 et 5,8% uniquement dans P1, P2 et G), taux nettement au dessous des valeurs recherchées qui sont respectivement de 12% pour le loup (ALLIOT et al., 1974) et de 9% pour la daurade (MARAIS et KISSIL, 1979). Les faibles taux obtenus sont paradoxalement dues à la faible teneur lipidique de la sardine utilisée (6,1% uniquement).

- En nous référant aux travaux de HALVER (1972) sur les salmonidés, de GODELUCK (1983) sur le loup et de YONE (1976) sur la daurade japonaise, nous constatons que bien qu'il renferme les principales vitamines indispensables aux poissons, le premix utilisé, présente certaines carences qualitatives et quantitatives. Ainsi à titre d'exemple la choline, vitamine essentielle, y fait défaut et les taux des vitamines A, D3 et B sont très faibles pour répondre aux exigences de ces poissons. Par ailleurs il est important de préciser que tous les nutritionnistes des poissons, s'accordent sur le caractère indispensable de l'acide ascorbique qui rajouté à l'état pur dans l'aliment, est partiellement détruit par les procédés technologiques habituels. Ces pertes s'accroissent d'avantage au contact de l'aliment avec l'eau (BESBES, 1987). Il en est de même pour toutes les autres vitamines thermosensibles et hydrosensibles. Ces constatations justifient bien les précautions prises au départ de nos essais de fabrication en réajustant en excès la dose de la vitamine C, du premix vitaminique et de la vitamine E, dont le rôle d'antioxydant intervient tant dans l'aliment lui même qu'au niveau des tissus (GUILLAUME, 1985).

- Ces aliments sont par contre excessivement riches en minéraux. (13 à 23,4%). Ces teneurs, qui dépassent d'ailleurs nos prévisions, proviennent essentiellement de la farine de poissons qui en contient 30,3%. Nous n'avons en effet pas rajouté des minéraux dans ces aliments, car il est actuellement connu qu'à l'exception du phosphore dont l'ajout s'impose (YONE,1976 et BACLE,1980), tous les autres minéraux ne sont pas indispensables à incorporer dans les régimes inertes des poissons marins. étant donné qu'ils sont suffisamment présents dans les différents ingrédients et dans l'eau de mer.

En fin, ce travail a abouti à des améliorations, sensibles au niveau de la qualité physique des aliments semi-humides usuels, mais non encore concluantes au niveau nutritionnel proprement dit. Il a permis toutefois d'approcher les différents liés à la formulation et peut par conséquent servir de base pour aborder en détail et profondément les défaillances soupçonnées.

Tableau 1 : Formulation des aliments de premier prégrossissement (S1, S2 et S3)

Ingrédients	g / kg d'aliment
Poisson Broyé	470
Farine de poissons	230
Tourteau de soja	230
Premix vitaminique (tableau 2)	37
Amidon	7
Saccharose	7
Huile de Foie de Morue	14
Vitamine C	5

Tableau 2 : Premix vitaminique

	(U.I / Kg)
Vitamine A	400.000
Vitamine D3	75.000
	(mg / Kg)
Vitamine B1	250
Vitamine B2	1250
Pantothenate de calcium	4000
Acide nicotinique	3000
Inositol	4000
Vitamine B6	400
Biotine	2,5
Vitamine C	5000
Vitamine E	2500
Support (Tourteau de soja)	

Tableau 3 : Formulation des aliments de prégrossissement et de grossissement (P1, P2 et G)

Ingrédients	g / kg d'aliment
Poisson broyé	430
Farine de poissons	235
Tourteau de soja	235
Prémix vitaminique (Tableau 2)	64
Amidon	6
Saccharose	6
Huile de foie de morue	8
Vitamine C	13
Vitamine E	3

Tableau 4: Résultats des analyses biochimiques des aliments expérimentaux et de la matière première utilisée (valeurs exprimées en % de matière sèche)**a: Aliments de premier prégrossissement**

	S1 (inf à 0,5 mm)	S2 (de 0,5 à 1.0 mm)	S3 (de 1,0 à 2,0 mm)
Protéines	37	44	48
Lipides	4,8	3	7
Cendres	13,8	13	18
Cellulose	4	4	4
Humidité	33,2	33,2	34,4

b: Aliments de prégrossissement et de grossissement

	P1 (2 mm)	P2 (3 mm)	G (6 à 8 mm)
Protéines	56	55	54,5
Lipides	6,6	5,8	5,0
Cendres	18,8	18,6	23,4
Cellulose	4	4	4
Humidité	38,4	33,0	31,0

c: Les farines

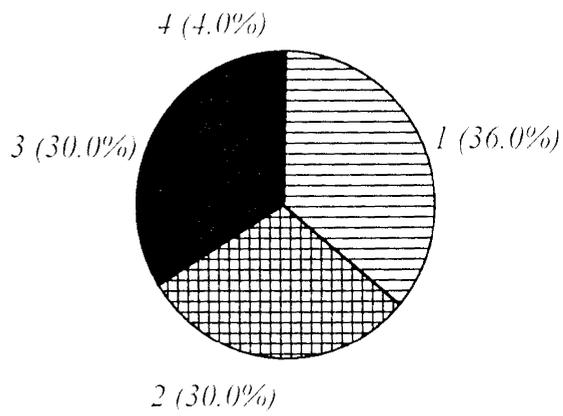
	F1: Farine de poissons	F2: Farine de soja	Premix vitaminique
Protéines	62,6	53,5	51,1
Lipides	3,2	2,5	4,1
Cendres	30,3	7,3	7,5
Cellulose	0,0	8,1	7
Humidité	12,2	12,2	12,0

d: Le poisson broyé (sardine)

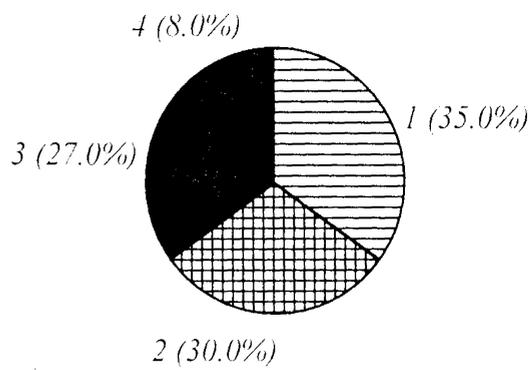
	PC: Poisson complet	PE: Poisson étêté
Protéines	68,0	82
Lipides	6,0	6,2
Cendres	12,8	9,6
Cellulose	0	0
Humidité	74	72

**Figure 1 : Les principales sources de protéines des aliments testés
(Résultats d'analyses biochimiques)**

A: Aliments (S1, S2 et S3)



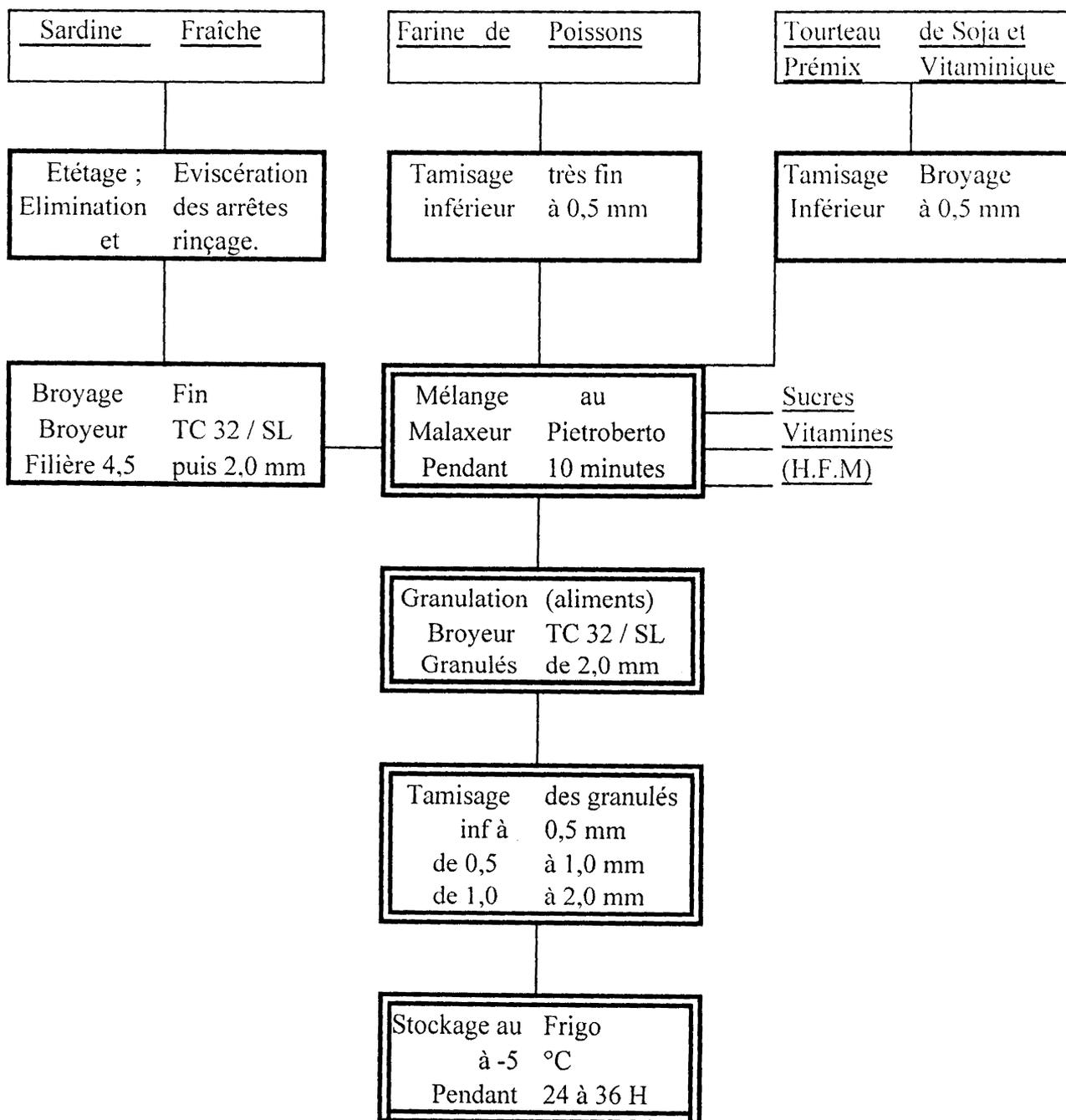
B: Aliments (P1, P2 et G)



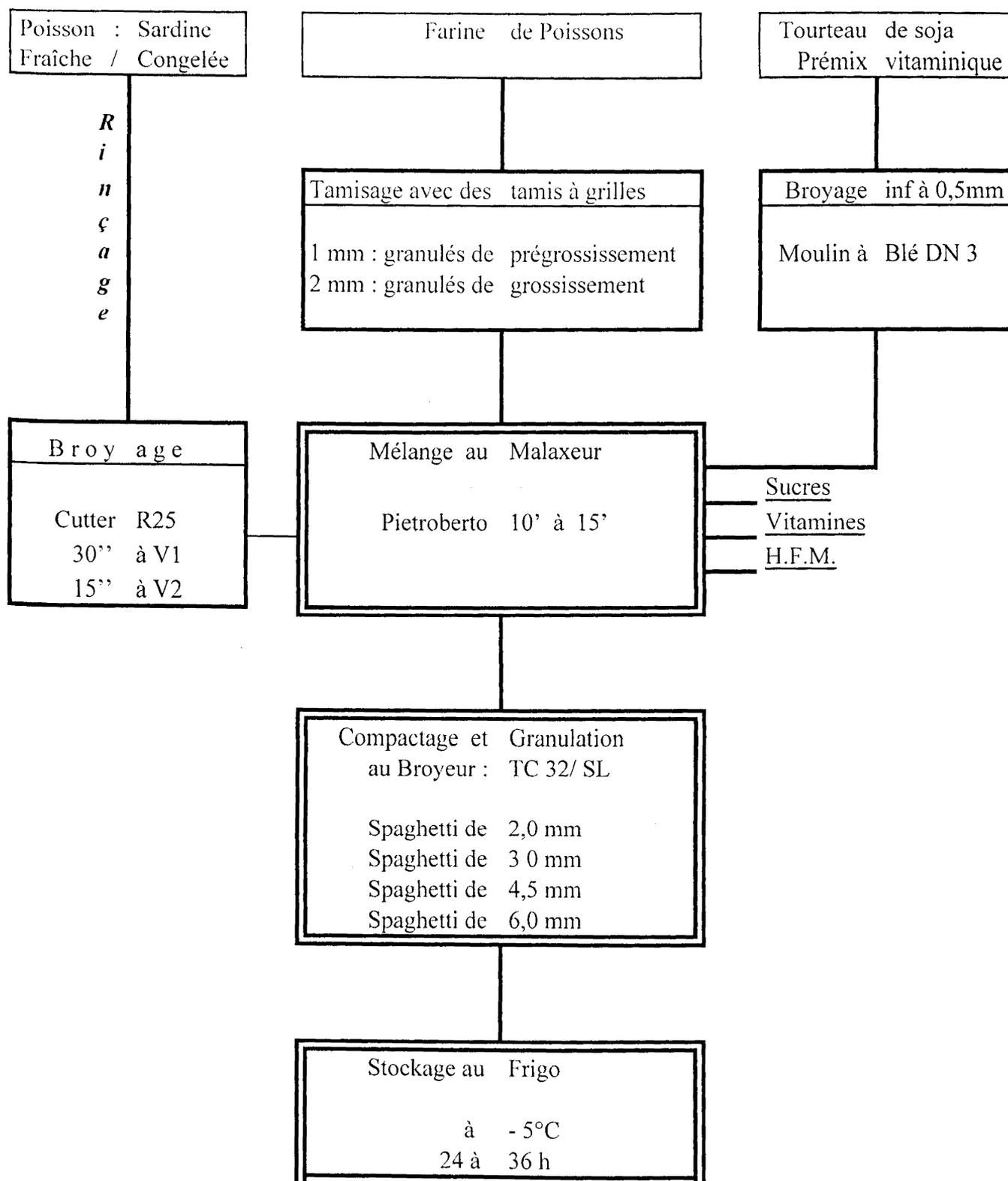
LEGENDE

- 1 : Farine de poissons
- 2 : Tourteau de soja
- 3 : Broyat de poisson (Sardine fraîche)
- 4 : Premix vitaminique (support tourteau de soja)

Schémas 1: Protocole expérimental de fabrication d'aliments semi-humide de sevrage et de premier regrossissement du loup et de la daurade.



Schémas 2 : Protocole expérimental de fabrication d'aliments de prégrossissement et de grossissement du loup et de la daurade.



BIBLIOGRAPHIE

- ALLIOT E., FABVRE A., METAILLER R., PASTOUREAUD A., 1974. Besoins nutritifs du bar *Dicentrarchus labrax*. Etude du taux proteique en fonction du taux lipidique dans les régimes. **In actes de colloques n°1, colloque sur l'aquaculture, Brest, Oct.1973, 215-231.**
- ALLIOT E.,PASTOUREAUD A.,NEDELEC J.,1979. Etude de l'apport calorifique et du rapport calorico-azoté dans l'alimentation du bar, *Dicentrarchus labrax*. Influence sur la croissance et la composition corporelle . **Proc.word.Symp.of.finfish Nutrition and fishfeed technology. Hambourg 20 - 23 June,1978,Berlin,1979,Vol I , 241 - 251**
- BACLE M., 1980. Etude de l'influence de l'apport des sels minéraux dans l'alimentation du bar *Dicentrarchu labrax* et de la sole *Solea solea*. **Mémoire de fin d'etudes. Ecole Nationale d'Ingenieurs des Travaux agricoles de Dijon. Sept 1980.**
- BARNABE G., 1991 . Bases biologiques et ecologiques de l'aquaculture (ED); **LavoisierTec&Doc** : 500 p.
- BESBES R., 1987. Elaboration de microparticules alimentaires destinées à remplacer la nourriture vivante dans l'elevage des larves de la crevette japonaise *Penaeus japonicus* (Crustacea Decapoda). Etude de leur mode d'emploi à l'echelle d'une station pilote. **Mémoire de fin d'etudes.de 3ème cycle. Inst. Sup. Prod. Anim. Rennes Nov 1987. 77 p.**
- BRINI B., 1991 . Rapport d'activité de 1990 **C.N.A Monastir.**
- BRINI B., 1992 . Influence des conditons d'elevage sur le prégrossissement du loup *Dicentrarchus labrax* et de la daurade *Sparus aurata*. **Rapport de travail C.N.A de Monastir Mai 1992. 15 p**
- CASTELL J.D., 1972. Essential fatty acids in diet of rainbow trout (*Slomo gairdneri*) : growth, feed conversion and some growth deficiency symptom. **J.Nutr.** 12, 77 - 86
- GODELUCK M.M., 1983. Les besoins vitaminiques du bar en aquaculture *Dicentrachus labrax*. **Thèse 3ème cycle, Univ. de Paris VII 175 p.**
- GOUBY F. , 1984. Elaboration d'un aliment pour crevettes par agglomération. **Mém. Fin Etudes. Ecole Nationale d'Ingénieurs des Techniques des Industries Agrolimentaires de Nantes. Call. C.N.E.X.O. / I.N.R.A. 39 p.**
- GUILLAUME J.C., 1985. Communication personnelle.
- GUERBEJ H., 1991. Rapport d'activités de 1990 **C.N.A de Monastir**
- HALVER J.E., 1972. Fish nutrition. **Academic press, New york and London.**
- FURUICHI M., SHITANDA K. and YONE Y., 1971. Studies on nutrition of red sea bream. V Appropriate supply of carbohydrate? **Pert. Fish. Res. Lab. Kyushu. Univ.I, 91 - 100.**

- KOENIG J., 1983. Besoins minéraux chez les poissons. **Ichtyo physiologica acta 8.**
- LECENKOV et VALACKIj (1972). Cité par GOUBY (1984).
- MARAIS J.F K , KISSIL G W., 1979. The influence of energy level on the feed intake, growth, food conversion and body composition of *Sparus aurata*. **Aquaculture**_17, 203-219.
- METAILLER R., ALDRIN J P., MEVEL G., 1981.. Feeding of european sea bass *Dicentrarchus labrax* . Role of protein level and energy source. **J. Word Maricul. Soc.**_12, 117 - 118.
- SABAUT J.J ., LUQUET P., 1973. Nutritional requirement of the gilthead bream *Chrysophrys aurata*, Quantitative protein requirement. **Mar.Biol 18**, 50 - 54.
- SAKAMOTO S., YONE Y., 1972. Amino acid requirements of red sea bream. cité par YONE.,1976. **In Proc.First Intern. Conf. Aquaculture. Newmark,**
- SPYRIDAKIS P., 1985. Role des proteines et des glucides dans l'alimentation des juveniles de bar *Dicentrarchus labrax*. **D.E.A, Univ. Bret. Occid. et Fac. Scien.Tech.de brest:** 29 p.
- TESSEYRE C., 1979. Etude des conditions d'elevage inyensif du loup *Dicentrarchus labrax*. **Thèse Doc. 3ème cycle, Univ. Scie. Tech. Languedoc, Montpellier:** 115 p.
- USUI A., 1979. Ecl culture. Fishing new book (ED), **Farnhan:** 188 p.
- YONE Y., 1976. Nutritional studies of red bream. **In Proc.First Intern. Conf. Aquaculture. Newmark,** Delaware. University of Delaware 39 -64