
From Proc. World Symp. on Fish Nutrition and Fishfeed Technology,
Hamburg 20-23 June, 1978. Vol. II. Berlin 1979

17

EQUIPEMENTS POUR FABRIQUER DES GRANULES PAR VOIE HUMIDE DESTINES AUX ANIMAUX MARINS

par AQUACOP*)

Centre océanologique du Pacifique
Taravao, Ile de Tahiti, Polynésie Française

SOMMAIRE

- 1 Introduction
- 2 Techniques de fabrication
- 3 Stabilité dans l'eau
- 4 Description des équipements retenus
- 5 Conclusion
- 6 Références
- 7 Tableaux et figures

*) Nutrition: G. CUZON**), A. FEBVRE, CH. LA POMELLIÉ
Contrôle des eaux: J. CALVAS
Culture algues-herbivores: J. L. MARTIN
Production chevrettes-poissons: J. M. GRIESSINGER, P. J. HAÏT
Pathologie: J. F. LE BITOUX
Coordonnateur: A. MICHEL

**) Centre Océanologique de Bretagne
Brest, Cedex, France

ABSTRACT

The purpose of feeding marine animals (shrimps and fish) has been examined by CNEXO in a tropical area (Tahiti, French Polynesia) for developing aquaculture with intensive methods.

A food pilot plant unit has been built in 1973 in order to make water-stable pellets. The first step is to demonstrate the technical feasibility of such a unit with an experimental aim.

The method described in this paper originates from the adaptation of equipment which works by moistening different meals. An extrusion without steam occurs through a granulating press followed by a drying operation in a sun drier, which works with an additional heat exchanger. It seems as if the devices described are adaptable to food production for fish in temperate or warm-water, and a review of some of them that are particularly convenient is given.

From a formulation point of view, several ingredient mixtures are examined, as well as the addition of various binding agents. Water stability is checked in vitro, in tanks and in ponds.

The limits of production of this food unit are established in correlation with the maximum pond surface which can be used routinely in mariculture.

RÉSUMÉ

Le CNEXO a examiné le problème de l'alimentation des animaux marins (crevettes et poissons) dans la zone tropicale (Tahiti, Polynésie française) afin d'appliquer des méthodes intensives à l'aquaculture.

On a construit, en 1973, une fabrique d'aliments des animaux chargée de produire des granulés stables à l'eau. La première étape consiste à démontrer la viabilité technique d'une telle unité dans un but expérimental.

La méthode décrite dans ce document est basée sur l'adaptation d'un équipement qui permet d'humidifier différentes farines. Une extrusion sans vapeur produite dans une presse à granulés est suivie d'un séchage dans un séchoir solaire assorti d'un échangeur thermique. Il semble que les dispositifs décrits soient adaptables à la production d'aliments du poisson en eau douce ou tempérée, et le document en examine certains qui conviennent particulièrement.

Du point de vue de la formation, on envisage plusieurs mélanges de substances et l'adjonction de divers agents de liaison. La résistance à l'eau est mise à l'épreuve sous verre, dans des réservoirs et en étang.

On a établi les limites de production de cette fabrique d'aliments en corrélation avec la surface maximale des étangs que l'on peut utiliser sur une base de routine dans une entreprise de mariculture.

1. INTRODUCTION

Le développement de l'aquaculture intensive moderne passe par l'utilisation d'aliments permettant d'assurer une bonne croissance aux animaux mis en élevage. La supériorité d'un aliment composé complet présenté sous forme de granulé à basse teneur en eau par rapport à un aliment frais n'est plus à démontrer. Au niveau alimentaire (qualités nutritionnelles de l'aliment complet), au niveau économique et au niveau pratique (conservation facile et manipulations simplifiées), l'aliment composé sec présente de tels avantages qu'un élevage moderne rentable passe presque toujours par son emploi.

Le lancement en 1972 d'une opération expérimentale d'aquaculture au Centre Océanologique du Pacifique (Tahiti) nécessita un choix pour approvisionner les aliments nécessaires à ces expériences. Les aliments complets disponibles sur le marché pour ce genre d'élevage étant pratiquement inexistant, il est apparu plus judicieux de créer un outil permettant de fabriquer sur place les aliments en utilisant en priorité les produits et sous-produits locaux. Toutefois, le faible niveau d'activité agro-alimentaire de la Polynésie et l'absence de sous-produits provenant des pêcheries imposent l'importation d'une grande partie des matières premières utilisées.

L'atelier de fabrication de granulés du COP a donc été conçu pour produire quelques dizaines de tonnes par an d'aliments nécessaires aux expériences de production aquacole. Les caractéristiques physiques de ces aliments sont importantes pour les élevages marins, particulièrement pour les crustacés: les granulés distribués doivent présenter une bonne stabilité à l'eau (Hastings, 1970; Meyers, 1970) pour permettre la préhension et l'ingestion plusieurs heures après la distribution malgré l'agitation des granulés due aux courants de l'eau, aux mouvements brusques et aux triturations effectués par les animaux avant l'ingestion. Une dilacération du granulé, sans consommation, entraîne une pollution rapide de l'enceinte d'élevage. La valeur nutritive des aliments aquacoles doit donc être conservée pendant plusieurs heures dans l'eau (Mac Grath, 1975).

2. TECHNIQUE DE FABRICATION

Plusieurs méthodes de fabrication ont été testées: -utilisation de produits frais ou congelés, broyés ou hachés;
-fabrication de granulés humides en incorporant une part de produits frais humides dans un mélange de farines (AQUACOP, 1975);
-fabrication de granulés humides en incorporant de l'eau dans un mélange de farines;
-fabrication de granulés secs soit en séchant les granulés humides fabriqués précédemment, soit en façonnant sous forte pression le mélange de farines, procédé classique à "sec" (Anonymous, 1968);
-d'autres procédés à l'échelle du laboratoire ont été utilisés formant des pâtes plus ou moins consistantes dont la tenue à l'eau est généralement excellente du fait d'emploi de liant à forte dose et de procédé de fabrication particulier, mais ces présentations n'offrent pas d'intérêt pour la production.

A l'exception de l'emploi exclusif de produits frais de peu d'intérêt en général, toutes les autres techniques passent par l'emploi de mélanges de farines diverses dont les taux d'incorporation permettent d'équilibrer une formule en fonction des besoins alimentaires de l'espèce. Une formule ayant été définie, la technique classique à sec passe par le broyage, le mélange et le cubage qui, par l'effet de la pression et de l'augmentation de température, forme des granulés. La qualité est jugée à la dureté, la

résistance à l'émiettement, l'aspect. Cette qualité est fonction de la finesse du broyage, de l'humidité des farines, de la température due aux frottements, de la taille du granulé et surtout des ingrédients de la formule. Un tel aliment n'est généralement pas utilisable pour un usage aquacole car l'immersion dans l'eau entraîne un gonflement et un éclatement du granulé. Toutefois, des améliorations peuvent être apportées pour augmenter la cohésion et la tenue à l'eau: en poussant la finesse du broyage, en ajoutant de faibles quantités d'eau sous forme de vapeur, en augmentant la température de frottement, en incluant des ingrédients fibreux, en augmentant la quantité d'amidon qui, par hydrolyse sous l'effet de la température et de la vapeur, pourra se gélatiniser, en incorporant des liants. Ces améliorations ne permettent généralement pas une stabilité à l'eau suffisante pour les élevages de crustacés mais conviennent pour les élevages de poissons qui gobent les granulés assez rapidement.

La technique de fabrication dite "par voie humide" consiste à humidifier le mélange de farines pulvérulentes pour amener le taux d'humidité de 10% environ à 40%. On peut le faire en ajoutant une partie des ingrédients sous forme de produits frais ou en ajoutant de l'eau. Cette adjonction favorise l'action des liants collants et permet un gonflement et un éclatement des cellules contenant de l'amidon dont l'hydrolyse et la gélatinisation se produiront lors du passage dans la matrice. La cohésion est améliorée du fait de la réduction des espaces interparticulaires remplis d'eau. L'inconvénient majeur du procédé est dû au séchage, opération longue nécessitant une augmentation de la température et coûteuse. L'ensemble des facteurs humidité, température et temps, provoque une dégradation de certains produits labiles du mélange (AQUACOP, 1976).

3. STABILITÉ DANS L'EAU

Une méthode de détermination de la tenue à l'eau des granulés a été utilisée; elle dérive des méthodes décrites par Hastings (1964), Hepher (1968); Luquet et Sabaut (1972). Le granulé est placé dans un récipient de 10 cm de diamètre, de 2 cm de hauteur dont toutes les parois sont formées d'une toile filtrante de 2 mm de maille. Ces boîtes sont agitées dans une eau de mer à 25°C selon un mouvement vertical de 2 cm d'amplitude et de 0,5 seconde de période. La perte de poids des granulés est évaluée en poids sec. Le pourcentage de granulé ayant gardé sa forme est mesuré au temps 40 minutes (I_{40}), la perte de poids étant linéaire en fonction du temps dans l'intervalle de 10 à 60 minutes. Les résultats sont valables pour des granulés de 10 mm de long, 3 mm de diamètre.

L'indice I_{40} est compris entre 20 et 40 pour un granulé sec; il varie de 45 à 95 pour un granulé fabriqué par voie humide. Les différentes formules employées entraînent de fortes variations; un indice I_{40} de 50 correspond à une stabilité dans l'eau des bassins d'environ 6 heures. Pour une formule standard COP (AQUACOP, 1977), l'étude des taux d'incorporation des liants utilisés est rapportée dans le tableau 1. L'influence du liant semble obéir à une loi semi logarithmique dans l'intervalle 0,5 à 6% pour le guaranate et 2 à 30% pour le gluten de blé. L'incidence sur le coût du granulé montre que le guaranate est plus économique pour des indices I_{40} d'environ 50 donc à un taux d'incorporation inférieur à 2%; pour augmenter la stabilité à l'eau, il est plus économique et même nécessaire d'utiliser le gluten de blé. Pour un taux de liant donné et un mode de fabrication défini, la stabilité à l'eau sera fonction des ingrédients utilisés; il faut éviter en granulation humide les farines fibreuses (luzerne, coprah) ou soluble dans l'eau (CPSP 80); par contre, tous les amidons donneront de meilleurs résultats et particulièrement les farines de blé ou les féculés de pomme de terre. Encore qu'il s'agisse là comme ailleurs d'une question de dosage judicieux entre les différents ingrédients d'une formule alimentaire.

4. DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS RETENUS

Le broyage des ingrédients secs est réalisé à l'aide de broyeurs à marteaux. En utilisant des grilles de perforations variées et en jouant sur la vitesse d'alimentation des appareils, on obtient la mouture la plus fine possible. Tous les ingrédients sont broyés ou rebroyés.

Broyeurs GONDARD*) de laboratoire, GONDARD type T 20, à céréales Bloc B 15 LAW* (figures 1, 2 et 3): grilles de 0,8 à 2 mm de perforation.

Les pesées sont réalisées manuellement, la chaîne de fabrication étant discontinue; on procède par fournées de 50 à 80 kg. Balances romaines, METTLER*) E 20, multitour SCO (figure 4).

Le mélange est assuré dans des appareils verticaux à mouvement planétaire capables de malaxer ensuite ce mélange humidifié. Les éléments en petites quantités (sels, vitamines) ayant été préalablement mélangés, sont déversés après le mélange des éléments principaux. Les corps gras (huile) et les produits frais sont ajoutés lentement en dernier. Le temps de brassage de poudres est de quelques minutes puis l'eau est distribuée lentement en évitant la formation de grumeaux jusqu'à ce que l'humidité atteigne 40 à 50%. Le mélange se présente sous la forme de poudres très humides à la limite de faire des amas collants, une simple compression entre les doigts permet de faire une pâte.

Batteur-mélangeur HOBART* PF 601 et mélangeur BONNET-CALAD* M 150 (figure 6).

Le façonnage est réalisé avec une granuleuse dont la matrice est constituée d'une grille de quelques millimètres d'épaisseur présentée en cylindre dont le diamètre des trous est choisi en fonction de la taille du granulé en fabrication. Le mélange humidifié est forcé à travers cette grille par des pales qui tournent à l'intérieur du cylindre formé par la grille. Un hachoir à viande permet d'obtenir des résultats similaires; dans ce cas, le granulé est forcé sur la plaque perforée placée à l'extrémité d'un conduit dans lequel tourne la vis sans fin qui alimente et comprime le mélange.

Dans les 2 cas, les boudins obtenus à la taille désirée sont placés sur des clayettes pour l'opération du séchage. La manipulation et l'épandage de ces boudins permet leur cassure en tronçons irréguliers de quelques millimètres à 1 centimètre.

Granuleuse KUSTNER* type ROA (figure 7) et hachoir H 12 HOBART monté sur mélangeur PF 601 (figure 5).

Pour permettre le stockage, l'humidité des granulés est ramenée à 10% environ dans des séchoirs. Il s'agit d'enceintes ventilées (figures 9 et 10) dont l'air admis est

*) GONDARD S. A., B. P. 2, 77260 La Ferté Sous Jouarre, France. LAW, 5 avenue du Général de Gaulle, B. P. 15, 60304 Senlis, France.

*) METTLER, 8606 Greifensee, Zürich, Suisse.

* Compagnie HOBART, 39 rue Cambon, B. P. 63, 75021 Paris Cedex 01, France. BONNET-CALAD, 69400 Villefranche, France. KUSTNER Frères S. A., 103 avenue Rouget de l'Isle, 94400 Vitry Sur Seine, France.

préalablement réchauffé sur une batterie de résistances électriques ou sur un échangeur à ailettes à circulation d'eau chaude. L'utilisation en toit et en parois de matériaux translucides permet un appoint d'énergie solaire. La température est maintenue à 45-50°C pendant 12 à 24 heures. Malgré une température basse de séchage (50°C), il se produit souvent une dégradation des graisses qui se traduit par l'augmentation de la valeur de peroxydation (POV) mesurée en milliéquivalents par kg de lipides (tableau II).

Dans le cas d'un séchage lent à basse température (P. O. V. = 28), il y a disparition des acides gras polyinsaturés (AQUACOP, 1976). Certains séchoirs du type A. WHITE* permettent de traiter des fournées de 50-100 kg de granulés humides en 30 minutes à 80°C et limitent les risques d'altération (P. O. V. = 11).

Le stockage s'effectue en trémies ou en sacs dans un local climatisé ou asséché pour réduire l'humidité ambiante très forte en Polynésie (figure 11).

Pour le façonnage de granulés à "sec" une presse LISTER* "Farm Pelleting Press" classique, est utilisée (figure 8).

5. CONCLUSION

L'équipement décrit dans le présent rapport apporte une solution à une situation d'aquaculture où la capacité de production ne doit pas dépasser 100 tonnes par an. Ce seuil franchi, les besoins sont alors d'un autre ordre mais les caractéristiques essentielles ont pu être cernées et un certain nombre de problèmes résolus. Les divers aspects de nutrition et d'alimentation peuvent être abordés en tirant parti des ingrédients disponibles localement. Un tel outil sert à l'étude de la phase expérimentale avant d'entreprendre le pré-développement d'une exploitation aquacole.

6. RÉFÉRENCES

- Anonymous, 1968 Specification of experimental pellet mills. Appendix II. FAO FI/EIFAC 68/SC II-I General report of the working party on recent developments in fish food technology, Rome, 20-24 May 1968, pp. 91-93.
- Aquacop, 1975 First experiments on the rearing of tropical Carangidae in floating cage. Proceedings of the 6th Annual Meeting of World Mariculture Society, Seattle, pp. 277-284.
- Aquacop, 1976 Résultats expérimentaux sur *P. japonicus*: spécificité des besoins en protéines, importance des acides gras. FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, 26 mai-2 juin 1976, 76/E. 42, 5 p.
- Aquacop, 1977 Reproduction in captivity and growth of *Penaeus monodon* Fabricius in Polynesia. Proceeding of the 8th Annual Meeting of the World Mariculture Society, Costa Rica, 10-13 Jan. 1977, 20 p.
- Hastings, W. H., 1964 Fish feed processing research. Feedstuffs, 36(21): 13 p.

A. WHITE, Process Plant Ltd., Stapeley, Nantwich, Cheshire CW5 7JL, Angleterre.
*A. LISTER Agricultur Ltd., Dursley Gloucestershire, GL 11 4 HS, Angleterre.



- Hastings, W. H., Study of pelleted fish food stability in water. Report of the 1970 Workshop on Fish feed technology and nutrition, Stuttgart, Arkansas, Sept. 1970, pp 75-80.
- Hepher, B., A modification of Hastings' method for the determination of water stability of fish-feed pellets. General report of the working party on recent developments in fish food technology, Rome, 20-24 mai 1968. FAO FI/EIFAC 68/SC II-1, Appendix 4, pp. 42-48.
- Luquet, P. et J. J. Sabaut, Etude des besoins en protéines de la daurade. Contrat 1972 CNEXO 70/243.
- Mac Grath, W., Jr., The role of the feed industry in developing formulated feeds for aquaculture. Proceedings of the 1st International Conference on Aquaculture Nutrition, Delaware, Oct. 14-15, 1975, pp. 119-123.
- Meyers, S. P., Nutrition of marine crustaceans. Report of the 1970 Workshop on Fish feed technology and nutrition, Stuttgart, Arkansas, Sept. 1970, pp. 153-161.

7. TABLEAUX ET FIGURES

Tableau I

Etude de la stabilité à l'eau.

- a et b : aliments japonais et américains extrudés ;
 c à f : aliments COP par voie humide ;
 g et h : aliments COP, pressage à sec.

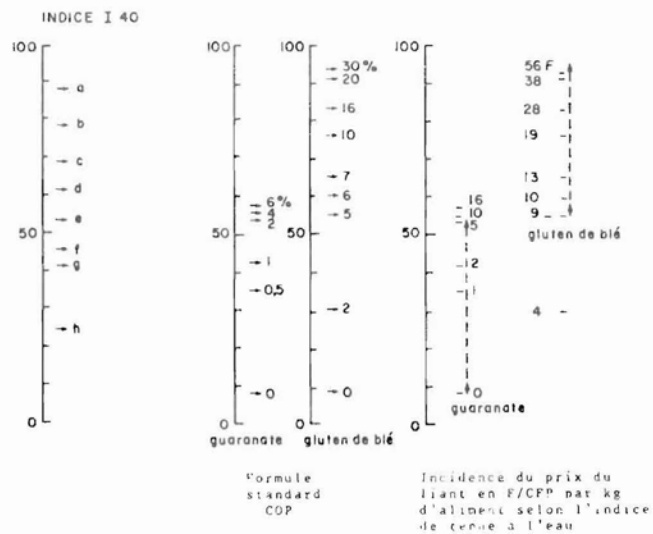


Tableau II

Evolution de la P.O.V. suivant le mode de séchage pour un même aliment standard

Séchage lent (18 heures) de l'aliment à 50° C	28
Séchage rapide (0,5 heure) de l'aliment à 80° C	11

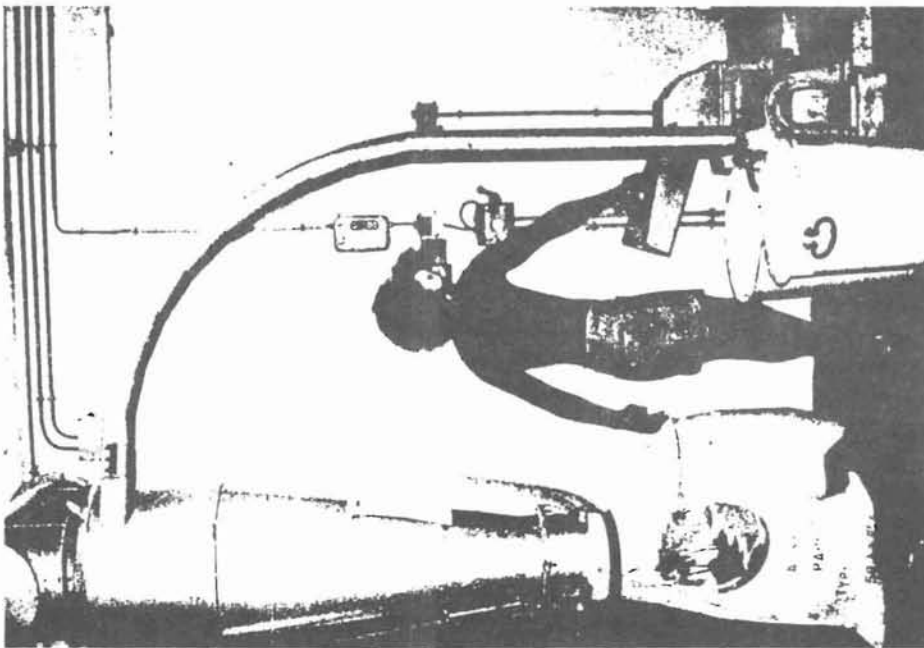


Figure 1 : Broyeur T20 utilisé pour les farines de poisson.

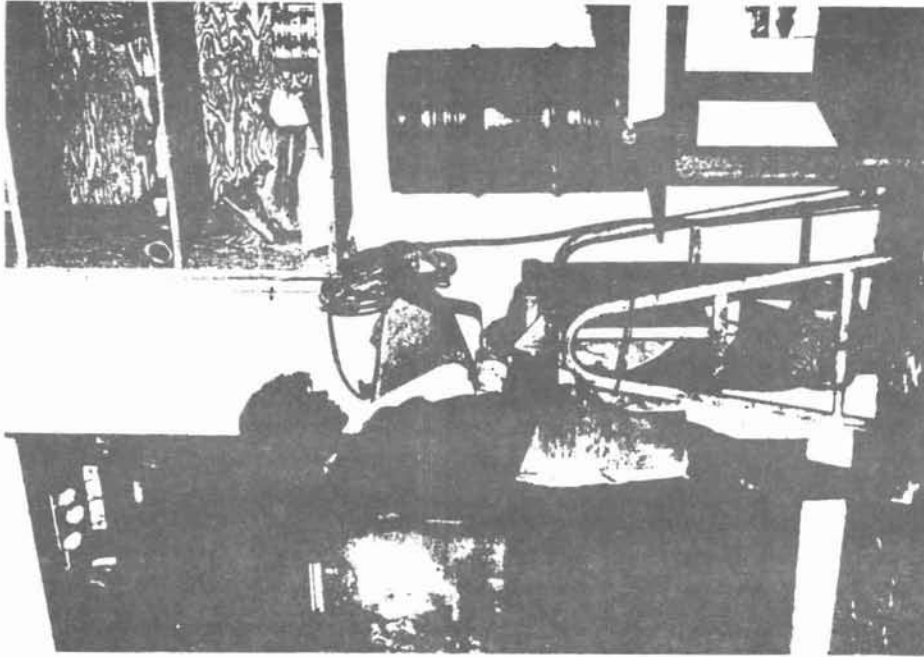


Figure 2: Broyeur de laboratoire pour les échantillons de farine.

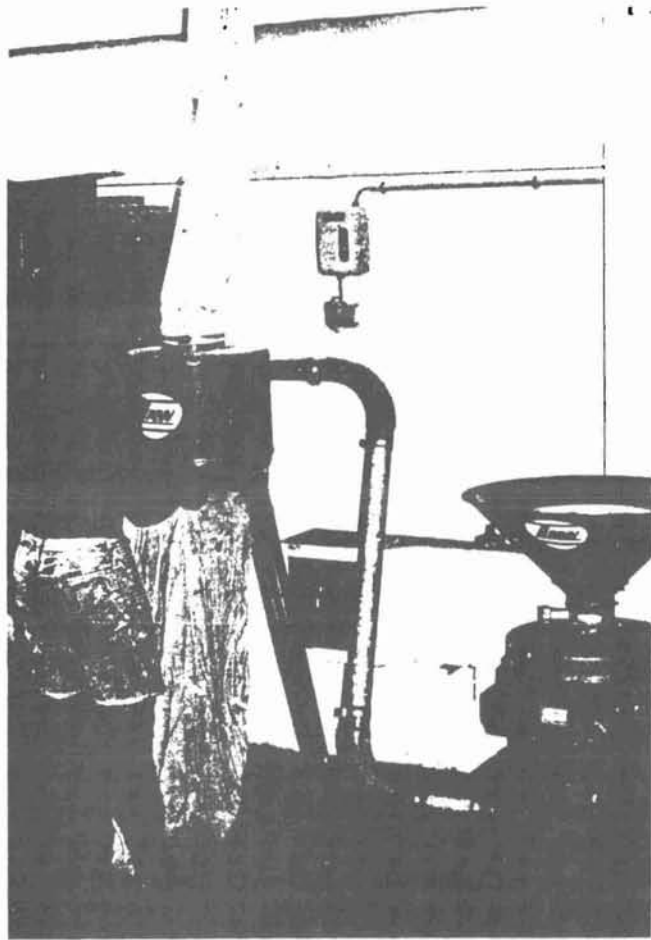


Figure 3: Broyeur à céréales.

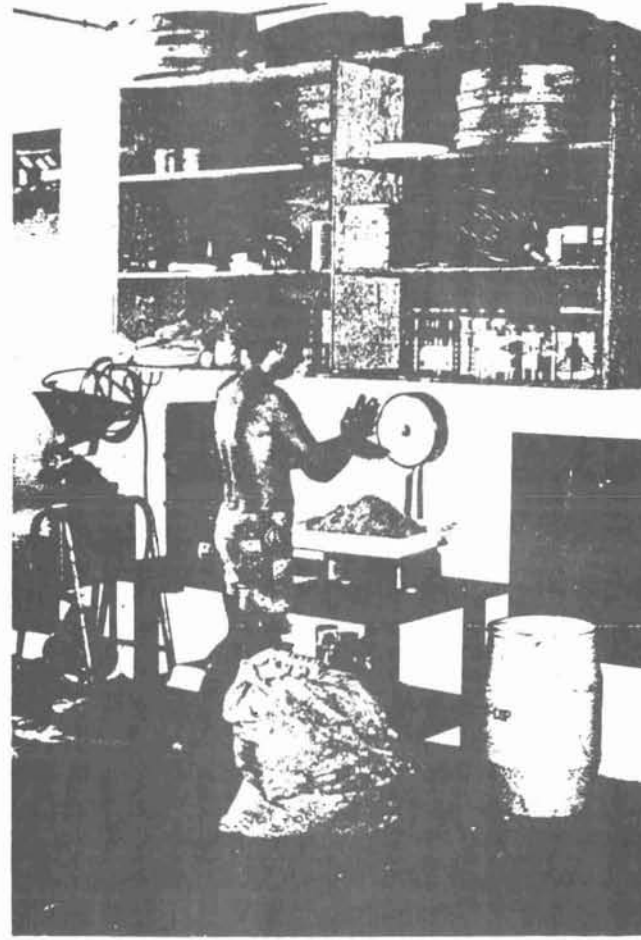


Figure 4: Pesée d'ingrédients.

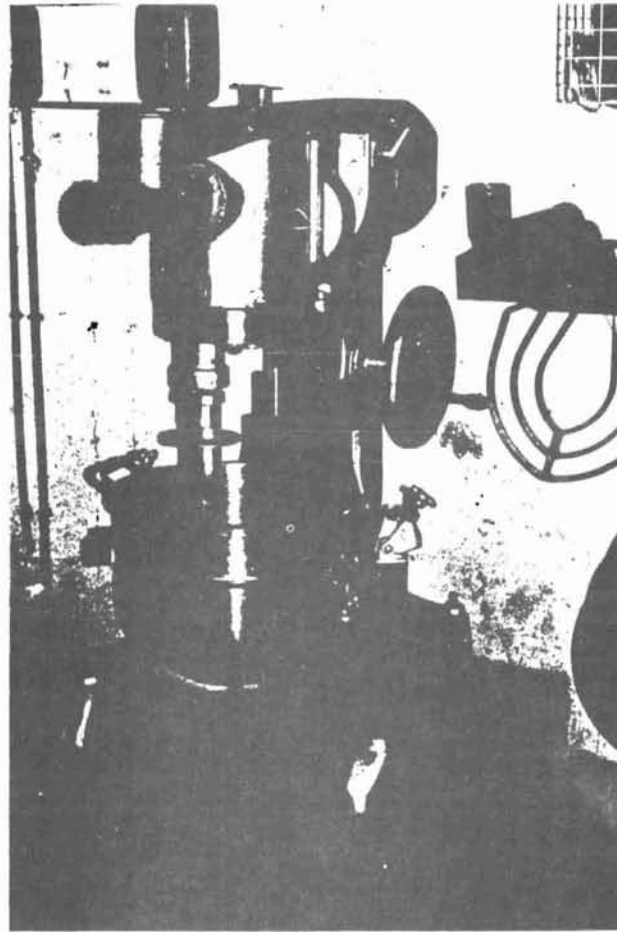


Figure 5: Mélangeur vertical pour une fournée de 15 kg.

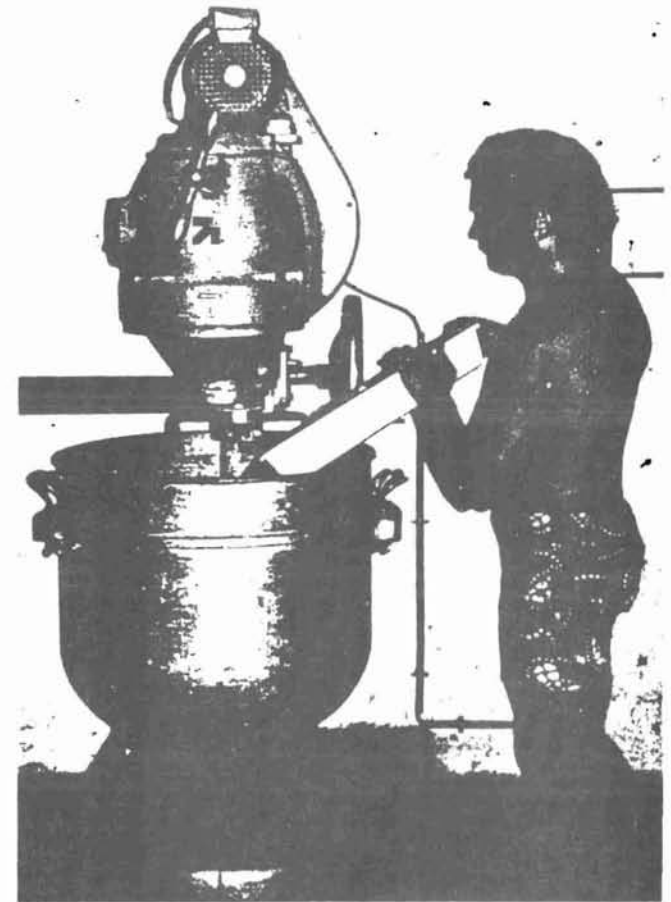


Figure 6: Mélangeur vertical pour une fournée de 50-70 kg.

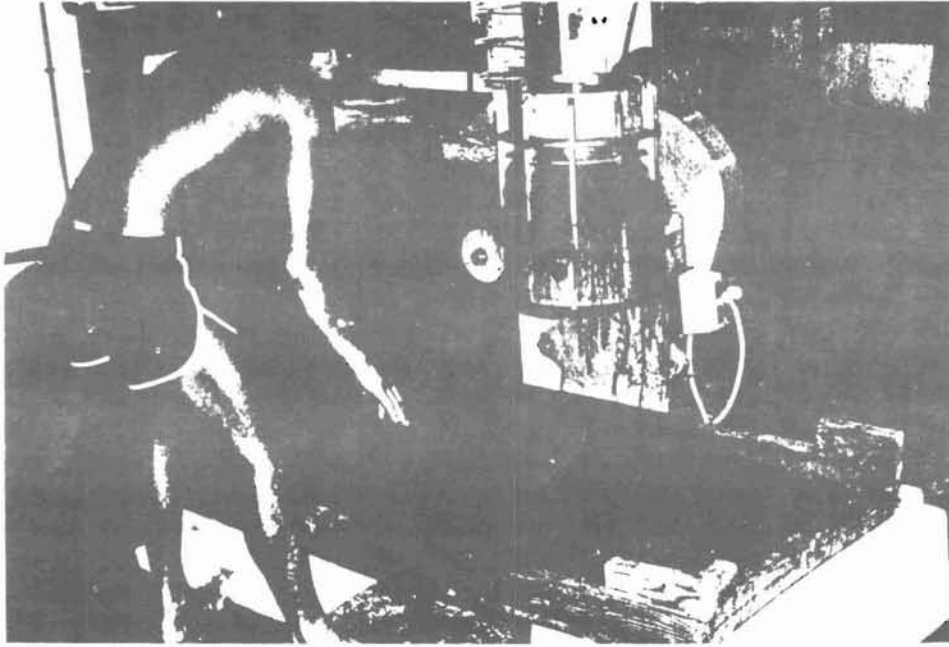


Figure 7: Pressage des poudres par voie humide (presse Kutsner).

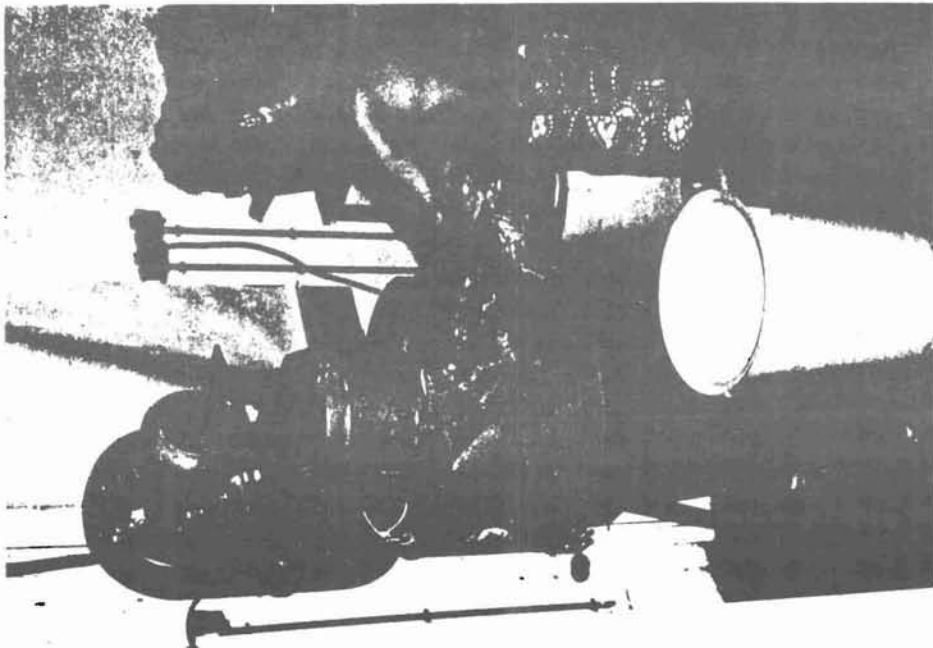


Figure 8: Pressage des poudres à sec.

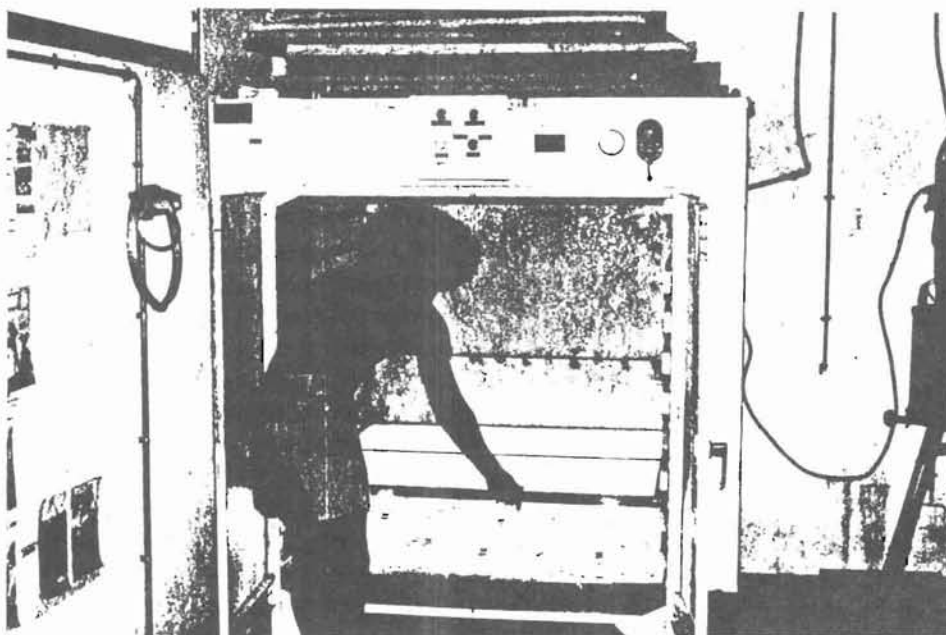


Figure 9: Séchage des granulés expérimentaux ($T^{\circ}C = 40^{\circ}C$).

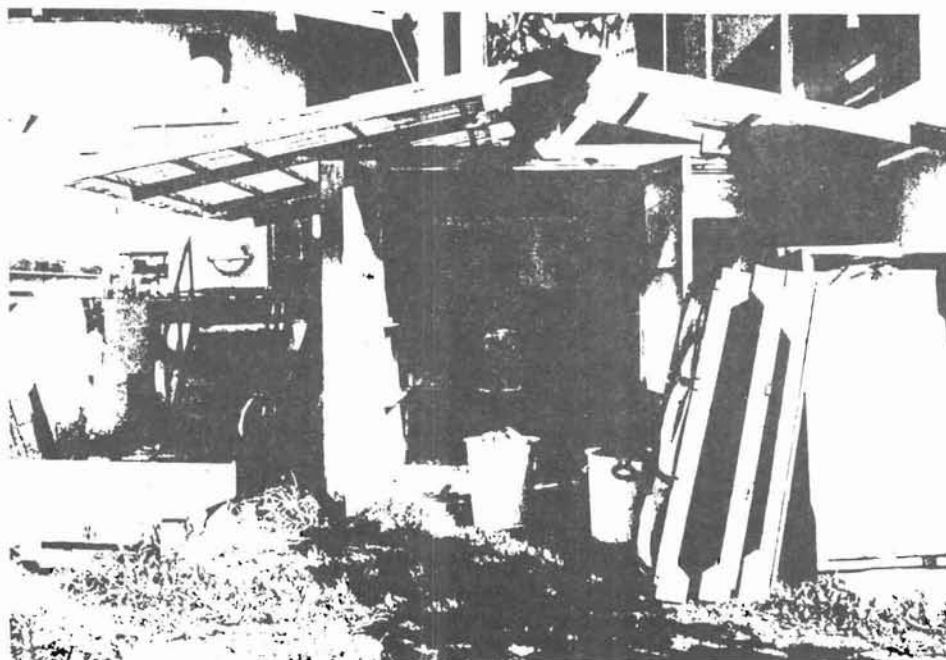


Figure 10: Séchage des granulés de production ($T^{\circ}C = 50^{\circ}C$).



Figure 11: Stockage et distribution des aliments.