

VALEUR ALIMENTAIRE
DE FARINES FABRIQUÉES EN LABORATOIRE
A PARTIR DE POISSONS
DE LA RÉGION DE NOSY-BÉ

D. FRONTIER-ABOU*, R. RIVIÈRE**, J.-P. FAVIER***, J. ABRAHAM****

avec la collaboration technique de M.-A. VOLAMORA, B. KADERBAY,
P. MAUPETIT, M. NOBLET, G. DUBROCA, M. ABONA et M.-A. DE SAINTURNIN

*O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé, **O.R.S.T.O.M. Yaoundé, **I.E.M.V.T. Maisons-Alfort,

****C.N.R.S. Bellevue

Divers types de farines de poissons (essentiellement de Carangues) sont fabriqués au laboratoire à partir de poissons non commercialisables et de déchets. Ils sont testés du point de vue de la composition globale et de la composition en acides aminés, vitamines et minéraux. Deux farines de Carangues présentent un intérêt incontestable : la farine de muscle blanc (riche en protéines de bonne qualité, pauvre en lipides et peu riche en minéraux) et la farine de poisson étêté et éviscéré (un peu moins riche en protéines et un peu plus riche en minéraux). Les farines étudiées présentent un intérêt variable en ce qui concerne les teneurs en minéraux et en vitamines. Elles présentent toutes un déficit en acides aminés soufrés, déficit semblable à celui signalé pour diverses farines de poissons par d'autres auteurs.

INTRODUCTION

Les conditions de commercialisation des produits de la pêche dans la région de Nosy-Bé nous ont amenés à étudier la possibilité de préparer des farines à partir de « faux poissons » (espèces mal commercialisables). Ces poissons sont, au moment de la pêche, rejetés à la mer, ce qui constitue un gaspillage d'aliment protéique. Dans d'autres essais, nous avons fabriqué des farines à partir de déchets provenant du parage de grosses espèces avant la vente.

Dans le premier cas, nous avons choisi une espèce de Carangue : *Caranx ignobilis*, assez abondante. Cette espèce a une saveur moins fine que celle d'autres Carangues, c'est la raison de son rejet. Dans le second cas, nous avons utilisé des Cabots (genre *Epinephelus*) et des Capitaines (genre *Lethrinus*) vendus après éviscération.

L'intérêt nutritionnel des farines de poissons est bien établi. Leur utilisation a été longtemps limitée à l'enrichissement des aliments composés destinés à l'alimentation animale. Les protéines qu'elles renferment ont une très haute valeur alimentaire et il serait judicieux d'en développer l'utilisation en alimentation humaine [AUTRET, 1963].

Pour Madagascar, on estime à 54,5 g en moyenne [FRANÇOIS, 1967] la quantité totale des protéines qui devraient être consommée par habitant et par jour. La consommation réelle est de 52,5 g, ce qui couvre en apparence près de 97 p. 100 des besoins. Mais la majeure partie de ces protéines est d'origine végétale : céréales, racines et tubercules. Seulement 15 p. 100 des protéines totales sont d'origine animale : viande, lait, œufs, produits de la pêche. Ces derniers apportent seulement 4,5 p. 100 des protéines ingérées. Cette ration protéique est donc déséquilibrée, puisqu'il est conseillé de consommer, 50 p. 100 [OSER, 1951; JACOB, 1975] de protéines animales. Le régime alimentaire devrait pouvoir être amélioré de ce point de vue, notamment par addition dans l'alimentation, de produits dérivés de la pêche. Dans cet esprit, FRONTIER-ABOU (1969) a montré qu'il était possible d'incorporer de la farine de poisson dans des aliments secs pouvant être manufacturés et facilement transportables (pâtes alimentaires, biscuits et sauces déshydratées).

Nos farines expérimentales ont été préparées au laboratoire de la manière suivante :

1. Cuisson du poisson, pendant une heure, à l'eau douce, dans un autoclave ménager;
2. Égouttage et hachage du tourteau;
3. Séchage du tourteau en couches de faible épaisseur dans une étuve à circulation d'air à 70 °C (température permettant d'éviter la dégradation des protéines à sec par excès de chaleur [JACQUOT, 1954 et 1958]);
4. Broyage au moyen d'un malaxeur (Turmix).

Si on extrapole les résultats que nous avons obtenus au laboratoire, on peut estimer le rendement en poids de la transformation de la matière première en produit fini à 20 p. 100 si on traite du poisson étêté et éviscéré, et à 13 p. 100 si on traite seulement têtes et viscères (qui constituent environ le tiers du poids frais de l'animal). Ce dernier rendement est plus faible car il faut éliminer les gros de la tête après cuisson. La perte en poids est due principalement à l'élimination de l'eau qui constitue 75 p. 100 du poisson frais et seulement 3 p. 100 de la farine.

Par ailleurs, une partie des lipides, protides, sels minéraux et vitamines diffuse à l'extérieur du poisson pendant sa cuisson. La perte des lipides est un avantage puisque les farines de poissons sont d'autant meilleures qu'elles sont moins grasses : un taux important de lipides nuirait à leur conservation en les exposant à un rancissement rapide. La diffusion des matières azotées est quantitativement peu importante. Qualitativement, elle n'affecte pas la valeur alimentaire du produit car les protéines nobles sont conservées [FÉVRIER *et al.*, 1954]. Enfin, les pertes en sels minéraux et en vitamines ne nous préoccupent pas, l'objet de ce travail étant d'obtenir principalement un aliment protéique.

Voici quelques renseignements concernant les farines de *Caranx ignobilis* fabriquées et testées. Cette espèce est assez abondante dans la région, où elle peut être pêchée à la traîne. La longueur totale des prises varie en général de 50 à 75 cm, le poids de 3 à 8 kg [FRONTIER-ABOU et VOLAMORA, 1970]. Il existe un plexus sanguin latéral ou « muscle rouge » particulièrement net quoique difficile à isoler sur le poisson cru. Sa masse est inférieure à celle du muscle blanc dans une proportion voisine de 1/17 [FRONTIER-ABOU, 1969 *b*]. Le muscle blanc peut présenter deux aspects : translucide ou bien opaque, en rapport avec sa richesse en lipides [FRONTIER-ABOU, 1969 *b*], les muscles translucides étant les moins gras.

Nous avons fabriqué cinq types de farines de Carangues : farine de muscle blanc, farine de muscle rouge, de poissons étêtés et éviscérés, de poissons entiers, et de têtes et viscères.

Elles présentent des aspects caractéristiques. Celle de muscle blanc est de couleur crème, fine, pulvérulente, sans odeur. Celle de muscle rouge est brune, a tendance à s'agglomérer en raison d'un excès de lipides, et a une odeur plus marquée. La farine de poisson étêté et éviscéré et celle de poisson entier (dans lesquelles le muscle blanc est abondant) sont claires, avec peu ou pas d'odeur. La farine de têtes et viscères est assez brune et présente un aspect gras. D'une façon générale, on note que l'odeur est d'autant plus forte que la farine est plus grasse, et aussi que les farines grasses ont tendance à s'agglomérer tandis que les farines non grasses sont poudreuses.

On sait que chez les Carangues, le muscle rouge contient, en général, plus de lipides que le muscle blanc [FRONTIER-ABOU, 1968 et 1969 *b*; FRONTIER-ABOU et VOLAMORA, 1970]. Les farines de muscle blanc et rouge, qui demandent une séparation préalable minutieuse, ont été préparées dans le but de comparer entre eux ces deux produits. Les autres farines, plus simples à fabriquer, ont été faites dans un but d'utilisation pratique.

1. TECHNIQUES EXPÉRIMENTALES ET MATÉRIEL UTILISÉ

L'appréciation de la valeur alimentaire de ces farines a été faite par la détermination de la composition globale (teneurs en eau, azote et protéines brutes, lipides et sels minéraux). Elle a été effectuée dans les laboratoires de nutrition de l'O.R.S.T.O.M. à Nosy-Bé (Madagascar) et de l'I.E.M.V.T. à Maisons-Alfort (France). Des tests d'efficacité alimentaire par voie microbiologique ont été faits au laboratoire de nutrition du C.N.R.S. à Bellevue (France). Ils permettent de classer les farines du point de vue de la valeur de leur protéines. Les compositions en acides aminés et minéraux ont été évaluées à Maisons-Alfort. Enfin, trois vitamines du groupe B (thiamine, riboflavine, niacine) ont été dosées au laboratoire de nutrition de l'O.R.S.T.O.M. à Yaoundé (Cameroun).

1° COMPOSITION GLOBALE [FRONTIER-ABOU, 1972].

L'eau est dosée par évaporation dans une étuve à 105 °C pendant quatorze heures sur un échantillon de 5 g.

L'azote total est déterminé par la technique de Kjeldhal sur un échantillon de 0,2 g.

La teneur en protéines est obtenue en multipliant le pourcentage d'azote trouvé par le coefficient conventionnel de 6,25. Toutefois, ce coefficient semble trop fort dans le cas des farines de Carangues et il pourrait être remplacé par le coefficient 5,75. En effet, les teneurs en azote sont toujours, dans ces farines, élevées, et l'emploi du coefficient 6,25 conduirait, pour certains échantillons, à un total de composants supérieur à 100 p. 100 (101,4 à 109,2 p. 100 de la matière sèche). Le coefficient 5,75 semble plus vraisemblable et l'analyse des acides aminés le confirme. Une étude sur des nuoc-mams de la Côte-d'Ivoire faite par RIVIÈRE (1969) avait conduit à une conclusion similaire et à un coefficient du même ordre.

Les lipides sont dosés sur la prise d'échantillon ayant servi au dosage de l'humidité. Après hydrolyse acide (HCl 6,73 N), on filtre l'hydrolysate sur de la terre d'infusoires retenue sur un papier filtre. L'ensemble est ensuite rincé, séché et extrait dans un appareil de Soxhlet à l'aide d'éther éthylique.

Les matières minérales (« cendres ») sont dosées par calcination d'un échantillon de 2 g à 550 °C pendant trois heures.

2° TEST MICROBIOLOGIQUE D'EFFICACITÉ PROTÉIQUE.

On emploie comme réactif le microorganisme *Streptococcus zymogenes* qui utilise pour sa croissance 8 acides aminés dont 7 indispensables pour les animaux supérieurs (arginine, histidine, tryptophane, méthionine, leucine,

isoleucine, valine). On peut ainsi, à partir de prises isoazotées classer les protéines selon un index qui présente une bonne corrélation avec la hiérarchie obtenue sur l'animal [FORD, 1960; JACQUOT *et al*, 1968].

3° ÉTUDE DES ACIDES AMINÉS.

Les acides aminés sont dosés sur trois hydrolysats différents de chaque farine (20,24 et 30 heures). L'hydrolyse est effectuée en milieu chlorhydrique 6 N à 130 °C, sur bain d'huile, à reflux et sous barbotage d'azote. La prise d'essai est déterminée en fonction de la teneur en protéines, de façon à contenir 8 mg d'azote total. La quantité d'acide utilisée est importante (150 ml) afin de supprimer les éventuels effets de la réaction de Maillard.

Après concentration réalisée sous vide au moyen d'un évaporateur rotatif, les hydrolysats sont chromatographiés sur colonne de résine (auto-analyseur Technicon) et le dosage est effectué par colorimétrie des complexes formés entre les différents acides aminés et la ninhydrine [PION et FAUCONNEAU, 1966]. Les trois chromatogrammes enregistrés sont intégrés et la moyenne est calculée pour chaque acide aminé, sauf en ce qui concerne les acides hydroxylés (sérine et thréonine), l'isoleucine et la valine pour lesquels est retenu le pic le plus élevé.

La cystine et le tryptophane étant détruits par l'hydrolyse en milieu acide HCl 6 N, des méthodes particulières de dosage sont utilisées :

— la cystine est transformée au préalable en acide cystéique par oxydation performique. L'échantillon est ensuite hydrolysé en milieu HCl 6 N (150 ml) à 120 °C pendant vingt heures, et l'hydrolysats passé sur colonne de chromatographie;

— le dosage du tryptophane est effectué par la méthode de LUNVEN (1963) : hydrolyse par la soude 5 N à 125 °C pendant seize heures en tube scellé, suivie d'une chromatographie sur colonne.

4° CONSTITUANTS MINÉRAUX.

a. Macro-éléments.

Matières minérales totales. Incinération pendant une nuit au four à moufle réglé à 520 °C de 5 g d'échantillon.

Insoluble chlorhydrique (silice). Le résidu d'incinération est traité par de l'acide chlorhydrique concentré pendant trois heures sur bain de sable pour insolubiliser la silice. On reprend ensuite le résidu par de l'acide nitrique pur, puis par de l'acide chlorhydrique et de l'eau. La solution est filtrée et le filtre calciné. Le résidu correspond aux cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique.

Calcium, phosphore, magnésium, potassium et sodium. Ces éléments sont dosés sur des solutions préparées à partir de cendres totales au moyen d'acide chlorhydrique concentré et d'acide nitrique à 10 p. 100 :

— le *calcium*, le *magnésium* et le *sodium* sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique;

— le *potassium* par spectrophotométrie d'émission de flamme;

— le *phosphore* est dosé par la méthode de Misson : colorimétrie à 430 nm du complexe jaune de phospho-vanado-molybdate d'ammonium.

b. *Micro-éléments.*

Le *manganèse*, le *zinc* et le *fer* sont dosés sur les résidus d'incinération mis en solutions comme pour les macro-éléments. Le *cuivre* est minéralisé par voie humide au moyen d'acide perchlorique et d'acide nitrique. Les dosages sont effectués par spectrophotométrie d'absorption atomique.

5° ÉTUDE DE TROIS VITAMINES HYDROSOLUBLES (*thiamine, riboflavine et niacine*).

Ces vitamines sont dosées par voie microbiologique :

— pour la *thiamine*, on utilise comme souche *Lactobacillus viridescens*, selon la technique de DEIBEL *et al.* (1957);

— pour la *riboflavine* et la *niacine*, on applique les techniques adaptées par ADRIAN (1959) en utilisant respectivement *Lactobacillus casei* et *Lactobacillus arabinosus*.

Ces microorganismes, pour lesquels ces vitamines constituent un besoin absolu, manifestent dans certaines conditions, une croissance proportionnelle à la quantité de vitamines introduite dans le milieu. Les dosages se font donc en évaluant l'intensité de la croissance microbienne par comparaison avec des cultures étalonnées.

II. RÉSULTATS

1° COMPOSITION GLOBALE.

Farine de muscle blanc de Carangues.

La composition de quatre échantillons rapportée à 100 g de farine est exposée dans le tableau 1.

TABLEAU I

Composition globale d'échantillons de farine de muscle blanc de Caranx ignobilis

En g p. 100 g de farine

	1	2	3	4
Eau.....	4,22	9,58	2,10	3,10
Lipides.....	3,96	6,93	2,20	2,25
Protéines :				
N × 6,25.....	82,06	71,37	86,40	99,40
N × 5,75.....	75,50	65,66	79,49	91,44
Cendres.....	8,88	8,62	4,08	3,08

Dans les quatre échantillons, la quantité de protéines est importante. Pour trois d'entre eux, les quantités de lipides et d'eau sont peu élevées.

La composition des farines n° 1 et n° 2 appelle quelques commentaires : elles ont été fabriquées simultanément, la farine n° 1 à partir de muscle translucide et la farine n° 2 à partir de muscle opaque. On constate que la farine n° 2 contient plus de lipides que la farine n° 1, ce qui est en rapport avec l'opacité de la matière première [FRONTIER-ABOU, 1969 b]. La quantité d'eau de la farine n° 2 est relativement élevée ce qui, les conditions de séchage ayant été identiques, confirme le fait [CREAC'H, 1961] que les farines grasses sont plus difficiles à sécher que les autres. Il serait donc possible d'après l'aspect de sélectionner les muscles blancs afin de préparer une farine peu grasse.

Farine de muscle rouge de Carangues.

Le muscle rouge est nettement plus gras que le muscle blanc. Les réserves lipidiques en sont même parfois apparentes sous la forme d'un réseau blanchâtre, visible à l'œil nu. Un soin particulier est donc accordé à l'opération de séchage pour ce type de farine [CREAC'H, 1961.]

Deux échantillons donnent la composition suivante pour 100 g de farine.

TABLEAU II

Composition globale de deux échantillons de farine de muscle rouge de *Caranx ignobilis*

En g p. 100 g^r de farine

	1	2
Eau.....	3,00	1,00
Lipides	23,00	22,00
Protéines :		
N × 6,25.....	74,19	75,00
N × 5,75.....	65,50	69,00
Cendres.....	2,56	non dosé

Cette sorte de farine est trop riche en lipides pour être un aliment recommandable, même pour l'élevage [KARRICK *et al.*, 1957; MEISSONNIER, 1970]. Elle serait susceptible d'être améliorée par délipidation.

Farine de Carangues étêtées et éviscérées.

Cette farine demande peu de manipulations. Les résultats de quatre essais exprimés pour 100 g de farine sont les suivants :

TABLEAU III

Composition globale de quatre échantillons de farine de *Caranx ignobilis* poissons étêtés évicérés

En g p. 100 g de farine

	1	2	3	4
Eau.....	2,06	3,95	3,00	3,10
Lipides	1,73	9,47	1,69	2,10
Protéines :				
N × 6,25.....	76,50	77,95	80,62	85,50
N × 5,75.....	70,38	71,72	74,17	78,66
Cendres.....	18,72	14,35	14,79	7,70

La farine n° 2 provient de poissons plus gras que les trois autres. Dans la farine n° 1, les os et les arêtes ont été gardés intégralement après cuisson, ce qui a rendu le broyage difficile avec notre matériel. Dans les farines n° 2 et n° 3, les os les plus gros ont été enlevés après cuisson. Dans la farine n° 4, la plupart des os ont été éliminés. Les teneurs en minéraux de ces farines sont le reflet du degré de parage [DUPIN, 1970] : la farine n° 4, notamment, a une composition globale comparable à celle de certaines farines de muscle blanc.

Farine de Carangues entières.

Après cuisson, on se débarrasse seulement des os les plus gros qui ne peuvent être broyés commodément (principalement les os de la tête).

Un échantillon donne les pourcentages suivants :

TABLEAU IV

Composition globale d'un échantillon de farine de Caranx ignobilis (poissons entiers)

En g p. 100 g de farine

Eau	3,70
Lipides.....	8,83
Protéines :	
N × 6,25.....	69,35
N × 5,75.....	63,80
Cendres.....	17,92

Cette farine contient donc une forte proportion de cendres dues aux os et arêtes, ainsi qu'une teneur en lipides assez élevée qui provient des muscles rouges et des viscères.

Farine de déchets.

Toutes les farines de déchets se caractérisent par une forte proportion de lipides, notamment la première farine de Carangues provenant d'individus très gras. Les farines de têtes et de viscères contiennent plus de minéraux que les farines de viscères seuls. La teneur en protéines de ces dernières est importante (68 et 69 p. 100) [tableaux V et VI].

TABLEAU V

Composition globale de deux échantillons de farine de têtes et viscères de *Caranx ignobilis*
En g p. 100 g de farine

	1	2
Eau.....	4,30	4,90
Lipides.....	24,90	13,19
Protéines :		
N × 6,25.....	41,25	65,76
N × 5,75.....	37,95	60,47
Cendres.....	29,50	20,73

TABLEAU VI

Composition globale de farines de viscères de *Epinephelus* sp. et *Lethrinus* sp.
(mélange des deux espèces)

En g p. 100 g de farine

	1	2
Eau.....	3,92	5,70
Lipides.....	13,08	12,05
Protéines :		
N × 6,25.....	69,02	68,15
Cendres.....	6,06	5,65

Il apparaît que toutes les farines fabriquées contiennent une forte proportion de protéines, allant environ de 40 à 90 p. 100, les farines de muscle blanc et les farines de poisson étêté et éviscéré étant les plus riches. Certaines de ces farines sont trop grasses : ce sont les farines de muscle rouge et les farines de déchets (de 12 à 25 p. 100 de lipides). On pourrait en améliorer la qualité par l'extraction des lipides. Une farine facile à préparer et dont la composition est parti-

culièrement intéressante est la farine de poisson étêté et éviscéré. Dans le cas où on souhaiterait apporter à la ration un complément minéral aussi bien que protéique, sa teneur assez élevée en minéraux pourrait constituer un avantage [CAUSERET, 1962].

2° TEST MICROBIOLOGIQUE D'EFFICACITÉ PROTÉIQUE.

En mesurant la croissance du microorganisme et en attribuant l'indice 100 à la caséine prise comme protéine de référence, les essais sur les cinq types différents de farines de Carangues donnent les résultats suivants :

TABLEAU VII

Valeur alimentaire des protéines de cinq échantillons de farine de Caranx ignobilis, d'après le test microbiologique au Streptococcus zymogenes

Farines	Protéines p. 100 (N × 6,25)	Indice de croissance de <i>S. zymogenes</i>
Muscle blanc.....	93,00	112
Muscle rouge.....	69,19	105
Poisson étêté et éviscéré.....	74,25	103
Poisson entier.....	67,00	96
Têtes et viscères.....	46,56	48

D'après ce test, les protéines de la farine de muscle blanc surpassent en qualité la caséine. Une farine de ce type pourrait servir à l'alimentation humaine [BASCOULERGUE, 1962; AUTRET, 1963; FRONTIER-ABOU, 1969a; DUPIN, 1970]. Les farines de muscle rouge, de poisson étêté et éviscéré et de poisson entier ont une qualité voisine de celle de la caséine. Elles sont comparables aux bonnes farines utilisées dans l'alimentation du bétail. Par contre, la farine de têtes et viscères semble ici ne pas présenter d'intérêt.

3° ÉTUDE DES ACIDES AMINÉS.

Six échantillons de farines de Carangues ont été analysés : farine de muscle blanc, de muscle rouge, de poisson étêté et éviscéré (deux échantillons), de poisson entier et d'un mélange de têtes et viscères.

a. *Composition en acides aminés.*

Les résultats des analyses sont portés dans le tableau 8. Pour permettre des comparaisons, ce tableau rappelle quels sont, d'après la F.A.O. (1973), les besoins de l'homme en acides aminés indispensables.

Il donne aussi la composition de deux aliments protéiques de référence qui ont été analysés de la même façon que les farines de poissons :

— l'œuf entier qui est considéré classiquement comme équilibré (ici, l'analyse a porté sur dix œufs de provenances diverses, homogénéisés et lyophilisés);

— la caséine qui a, par ailleurs, été utilisée comme terme de comparaison dans le test microbiologique d'efficacité protéique.

Pour chacune des farines étudiées, on trouvera dans ce tableau :

— les taux des différents acides aminés exprimés pour 100 g de matières protéiques ($N \times 5,75$) [voir II, 1°];

— le total des acides aminés;

— le total des acides aminés indispensables (AAI) et semi-indispensables pour l'homme, à savoir thréonine, valine, isoleucine, leucine, tyrosine, phénylalanine, méthionine, cystine, lysine, histidine et tryptophane;

— le total des acides aminés indispensables et semi-indispensables exprimés en pourcentage du total des acides aminés;

— le total des acides aminés non indispensables (AANI);

— la teneur en matière protéique exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche;

— les teneurs totales en acides aminés indispensables et semi-indispensables d'une part, puis en acides aminés totaux d'autre part, exprimées par rapport à la matière sèche.

L'analyse des différentes farines a permis de déceler la présence d'ornithine provenant de la scission de l'arginine par l'arginase, avec production d'urée. Les taux d'ornithine n'ont pas été mentionnés dans le tableau, mais les quantités d'arginine indiquées tiennent compte de cette réaction d'hydrolyse, les quantités d'ornithine multipliées par 1,32 ayant été ajoutées à celles de l'arginine.

TABLEAU VIII

*Composition des farines de poisson étudiées comparée
à celle de deux protéines de référence (œuf entier et caséine)
et aux besoins de l'homme*

En g d'acide aminé pour 100 g de matière protéique.

Acides aminés	Besoins homme (FAO, 1973)	Œuf entier	Caséine	Muscle blanc	Muscle rouge	Etêté éviscéré (a)	Etêté éviscéré (b)	Poisson entier	Têtes et viscères
Ac. aspart.....		9,62	4,24	9,65	9,41	9,70	9,53	8,38	8,27
Thréonine ^o	4,0	4,79	3,81	4,55	4,74	4,63	4,76	3,61	3,74
Serine.....		7,28	5,80	4,13	4,18	4,22	3,83	3,42	4,23
Ac. glutam.....		12,51	19,60	12,88	13,34	13,78	13,36	12,05	12,78
Proline.....		3,63	10,85	4,72	4,92	5,86	5,58	9,40	8,68
Glycine.....		3,05	1,72	4,17	5,10	6,41	6,99	6,95	9,07
Alanine.....		5,56	2,67	5,71	6,03	6,88	6,93	6,00	7,49
Valine ^o	5,0	7,03	6,66	4,73	4,55	4,89	4,82	4,02	4,16
Isoleucine ^o	4,0	5,87	7,73	7,37	7,45	7,27	6,35	8,42	5,00
Leucine ^o	7,0	8,45	8,87	7,61	8,58	7,39	7,09	8,68	6,23
Tyrosine.....		4,42	5,11	3,60	4,52	3,08	3,28	3,54	2,96
Phénylalanine.....		5,26	4,88	4,97	5,78	3,90	4,30	4,88	4,34
Tyr. + Phényl. ^o	6,0	9,68	9,99	8,57	10,30	6,98	7,58	8,42	7,30
Méthionine.....		3,20	2,82	2,83	2,92	3,56	2,98	2,72	2,96
Cystine.....		2,85	0,51	0,97	0,84	0,87	1,23	0,89	1,24

TABLEAU VIII (suite et fin)

Acides aminés	Besoins homme (FAO, 1973)	Oeuf entier	Caséine	Muscle blanc	Muscle rouge	Etêté éviscéré a	Etêté éviscéré b	Poisson entier	Têtes et viscères
Méth. + cyst.°	3,5	6,05	3,33	3,80	3,76	4,43	4,21	3,61	4,20
Lysine°	5,5	6,87	7,48	8,79	8,13	9,08	9,07	7,01	6,64
Histidine°		2,41	2,54	2,89	2,89	2,65	2,91	2,20	2,24
Arginine		6,02	3,92	4,67	3,28	4,73	3,74	4,01	5,20
Tryptophanne°	1,0	1,40	1,58	1,05	1,21	0,96	1,32	1,27	0,72
Totaux p. 100 de M.P.		100,22	100,79	95,29	97,87	99,86	98,07	97,45	95,95
A.A.I. et semi I. homme°		52,55	52,00	49,36	51,61	48,28	48,11	47,24	40,23
A.A.I. p. 100 du total		52,4	51,6	51,8	52,7	48,3	49,1	48,1	41,9
A.A. n.I.		47,67	48,79	45,93	46,26	51,58	49,96	50,21	55,72
M. protéique en p. 100 M.S.		48,84	92,05	94,23	67,45	74,47	76,45	66,10	63,36
A.A.I. en p. 100 M.S.		25,6	47,5	48,8	35,5	36,0	37,5	32,7	26,5
A.A. totaux en p. 100 M.S.		—	—	89,8	66,0	74,4	75,0	64,4	60,8
M. P. = matière première. M. S. = Matière sèche. Les acides aminés indispensables et semi-indispensables sont marqués du signe °.									

b. *Commentaire sur les acides aminés indispensables et semi-indispensables.*

L'examen des résultats de l'analyse des acides aminés des six farines de *Caranx* (tableau VIII) permet les commentaires suivants :

1. La farine de têtes et viscères est nettement inférieure aux autres, tant par le total des acides aminés indispensables que par leur répartition. En particulier, de toutes ces farines, c'est celle qui contient le moins de *lysine* (moins que l'œuf et moins que la caséine).

2. Les cinq autres farines (farines de muscles, de poisson étêté et éviscéré, de poisson entier) :

— ont une teneur en *lysine* supérieure à celle de l'œuf (les quatre premières sont nettement plus riches et peuvent donc servir à équilibrer un régime à base de céréales);

— ont une teneur en acides aminés soufrés (*méthionine* et *cystine*) inférieure à celle de l'œuf, mais supérieure à celle de la caséine et aux normes F.A.O. qui correspondent mieux aux besoins de l'homme;

— ont une teneur en tryptophane inférieure à celle de l'œuf mais couvrant les besoins de l'homme;

— sont déficientes en *valine* si on les compare à l'œuf et à la caséine (cependant les teneurs en valine ne sont que très légèrement inférieures aux besoins humains);

— ont des teneurs supérieures aux normes F.A.O. pour tous les acides aminés précisés par ces normes (à l'exception de la valine évoquée ci-dessus), sauf en ce qui concerne la *thréonine* de la farine de poisson entier.

c. *Calcul de l'indice d'acides aminés essentiels (IAAE) d'Oser modifié, par Mitchell [OSER, 1951; ARNOULD, 1972].*

Cet indice a l'avantage de tenir compte des teneurs de *tous* les acides aminés essentiels de la protéine étudiée. La comparaison avec la protéine d'œuf entier se fait selon la formule suivante :

$$\text{IAAE} = \sqrt[9]{\frac{100 a \text{ (prot.)}}{a \text{ (œuf)}} \times \frac{100 b \text{ (prot.)}}{b \text{ (œuf)}} \times \dots \times \frac{100 i \text{ (prot.)}}{i \text{ (œuf)}}$$

Dans le calcul, les lettres *a, b, c, ... i* sont respectivement remplacées par les teneurs (g pour 100 g de protéine) en thréonine, valine, isoleucine, leucine, (tyrosine + phénylalanine), (méthionine + cystine), lysine, histidine et tryptophane.

Nous avons calculé cet indice pour chacune des farines analysées, d'abord classiquement en prenant la protéine d'œuf comme terme de comparaison, et ensuite, en prenant la caséine. Les résultats sont regroupés dans le tableau 10.

TABLEAU IX

*Acides aminés limitants et indices chimiques des farines de poisson
(comparaison avec l'œuf et comparaison avec la caséine)*

Indices chimiques	Muscle blanc	Muscle rouge	Poisson étêté et éviscéré (a)	Poisson étêté et éviscéré (b)	Poisson entier	Têtes et viscères
Comparaison avec l'œuf	63 AA soufrés	62 AA soufrés	69 Tryptophane	69 Valine	57 Valine	51 Tryptophane
Comparaison avec la caséine	66 Tryptophane	68 Valine	61 Tryptophane	72 Valine	60 Valine	46 Tryptophane

TABLEAU X

*Indices d'acides aminés essentiels des farines de poisson
(comparaison avec l'œuf et comparaison avec la caséine)*

Indices d'acides aminés (essentiels)	Muscle blanc	Muscle rouge	Poisson étêté et éviscéré (a)	Poisson étêté et éviscéré (b)	Poisson entier	Têtes et viscères
Comparaison avec l'œuf	91,87	95,60	89,96	92,75	86,64	74,29
Comparaison avec la caséine	94,50	98,52	92,44	95,50	89,31	76,68

Comme l'indice chimique (tableau IX), l'indice d'acides aminés essentiels montre que les farines de muscles et de poisson étêté et éviscéré ont une qualité supérieure aux farines de poisson entier et de déchets.

d. *Commentaire sur les acides aminés non indispensables.*

Les acides aminés non indispensables apportent des groupements aminés que l'organisme utilise par transamination à des fins anaboliques [TERROINE, 1964]. Ils apportent l'azote indifférencié nécessaire*.

Pour l'homme, les acides aminés non indispensables (7 AA) tiennent une place importante dans ces farines puisqu'ils représentent de 45,9 à 55,7 p. 100 de la matière protéique (tableau VIII).

e. *Comparaison avec des farines de poisson citées par la F.A.O.***

TABLEAU XI

Valeurs extrêmes des teneurs en acides aminés pour les 6 farines de Carangues analysées et pour 38 farines de poisson citées par la F.A.O.

	38 farines de poissons (d'après des valeurs citées par la F.A.O., 1970)				6 farines de Carangues étudiées	
	Moyenne	σ	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Ac. aspartique.....	9,04	1,55	5,84	12,58	8,27	9,70
Thréonine°.....	4,24	0,43	2,94	5,04	3,61	4,76
Sérine.....	4,14	0,62	2,02	6,10	3,83	4,23
Ac. glutamique.....	13,39	1,48	10,05	18,32	12,05	13,78
Proline.....	4,24	1,43	1,23	6,80	4,72	9,40
Glycine.....	7,14	1,92	4,78	12,13	4,17	9,07
Alanine.....	6,59	1,00	3,65	9,14	5,71	7,49
Valine°.....	5,09	0,70	3,50	7,02	4,02	4,89
Isoleucine°.....	4,30	0,64	2,40	5,46	5,00	8,42
Leucine°.....	7,23	0,89	4,70	9,02	6,23	8,68
Tyrosine°.....	3,09	0,57	1,10	4,19	2,96	4,52
Phénylalanine°.....	3,86	0,53	2,00	4,88	3,90	5,78
Méthionine°.....	2,74	0,54	1,12	3,70	2,72	3,56
Cystine°.....	1,23	0,64	0,43	2,40	0,84	1,24
Lysine°.....	7,74	1,02	5,49	11,28	6,64	9,08
Histidine°.....	2,58	0,59	1,66	4,70	2,20	2,91
Arginine.....	6,14	1,27	4,19	6,48	3,28	5,20
Tryptophane°.....			0,30	1,50	0,72	1,32

* Les acides aminés non indispensables pour une espèce peuvent l'être pour une autre espèce. Ainsi, l'arginine, la cystine et la tyrosine sont indispensables pour le Porc, tandis que la glycine et l'acide glutamique le sont pour le Poulet.

** Ensemble n° 362 comportant 38 échantillons de farines (anonyme, 1970).

A partir des données concernant la composition de 38 échantillons de farine de poisson, nous avons, pour chaque acide aminé, relevé la teneur moyenne dans ces farines, l'écart type et les teneurs extrêmes.

En ce qui concerne les farines que nous avons analysées, étant donné le petit nombre d'échantillons, nous n'avons retenu que les valeurs extrêmes.

Les résultats sont présentés dans le tableau XI.

Les valeurs concernant les acides aminés indispensables qui ont suscité un commentaire particulier au paragraphe *b* sont soulignées. On remarque que pour ces acides, les valeurs extrêmes trouvées pour les farines de Carangues sont comprises dans l'intervalle des valeurs extrêmes relatives aux 38 farines de poisson servant de référence. En particulier, ces dernières farines accusent elles aussi, dans l'ensemble, une faible teneur en acides aminés soufrés. Les teneurs en isoleucine sont particulièrement élevées dans les différentes farines de cette espèce de Carangue. Pour les 38 échantillons de farines cités par la F.A.O., le total des acides aminés non indispensables est de 50,7 g pour 100 g de matières protéiques: Les valeurs extrêmes rencontrées dans nos farines de Carangue sont 45,93 g (farine de muscle blanc) et 55,7 g (farine de têtes et viscères). Les ordres de grandeur sont donc comparables pour les totaux des acides aminés non indispensables, bien que la proline ait des valeurs comparativement élevées dans les farines de Carangues.

En conclusion, à l'exception des valeurs particulièrement fortes des teneurs en proline et en isoleucine, les farines étudiées ont une composition comparable, dans l'ensemble, à celles d'autres farines étudiées par ailleurs.

f. Remarques d'ensemble sur la composition en acides aminés de ces farines.

L'examen des teneurs en acides aminés indispensables (tableau 8), des indices chimiques (tableau 9) et des indices d'acides aminés essentiels (tableau 10) montre que les farines de muscles et de poisson étêté et éviscéré sont de très bonne qualité. Toutefois, leur classement diffère selon les tests, et selon qu'on les compare à la protéine d'œuf ou à la caséine. Tous les tests s'accordent pour montrer que la farine de têtes et de viscères est de qualité médiocre (total d'acides aminés indispensables le plus bas, indices chimiques et indices d'acides aminés essentiels les plus faibles). La farine de poisson entier présente des qualités intermédiaires. Dans les grandes lignes, ces résultats concordent avec ceux du test microbiologique d'efficacité protéique.

4^o CONSTITUANT MINÉRAUX.

a. *Macro-éléments.*

Les résultats sont exprimés pour 100 g de matière sèche. Nous mentionnons le rapport $\frac{Ca}{P}$ qui est susceptible d'importantes variations selon que la farine contient ou non des os ou des arêtes.

Les farines de muscles contiennent évidemment moins de *minéraux* (2 à 8 p. 100) que celles qui contiennent des os (15 à 22 p. 100). La quantité de *calcium* est très petite dans les farines de muscles (0,05 à 0,10 p. 100), grande dans les autres (4 à 7 p. 100). Le rapport $\frac{Ca}{P}$ est bas pour les deux farines de muscles (au plus 0,2) et élevé pour les autres (de l'ordre de 1,7). Les ordres de grandeur trouvés ici pour le calcium, le phosphore et le rapport $\frac{Ca}{P}$ sont analogues à ceux trouvés par d'autres auteurs sur des poissons séchés et fumés (filets ou poissons entiers) [LAURE *et al.*, 1971]. Dans tous les cas, la *silice* représentée par l'insoluble chlorhydrique n'atteint pas 0,15 p. 100. On remarque que la teneur en *magnésium* est basse dans les farines de muscles, plus haute dans les farines de poisson étêté et éviscéré (apport dû aux arêtes), et maximale pour la farine de têtes et viscères. Les teneurs en magnésium se classent dans le même ordre que les teneurs en matières minérales totales.

TABLEAU XII

Teneurs en Ca, P, Mg, K, Na exprimées en g pour 100 g de matière sèche pour 6 farines de Caranx ignobilis

Farines Minéraux	Muscle blanc	Muscle rouge	Etêté éviscéré (a)	Etêté éviscéré (b)	Poisson entier	Têtes et viscères
Matières minérales totales	3,18	2,64	14,95	15,25	18,60	21,80
Insoluble chlorhydrique	0,03	0,03	0,14	0,07	0,12	0,14
Ca	0,056	0,113	4,106	4,380	5,616	7,200
P	0,613	0,565	2,504	2,670	3,240	3,806
Mg	0,087	0,064	0,158	0,169	0,183	0,225
K	1,11	0,62	0,37	1,14	1,07	0,62
Na	0,166	0,206	0,172	0,297	0,381	0,536
Ca —	0,091	0,200	1,640	1,640	1,733	1,892

On conclut de ces données que les farines de poisson étêté et éviscéré ou de poisson entier peuvent être une source alimentaire intéressante de calcium, phosphore et magnésium.

b. *Micro-éléments.*

Les résultats sont exprimés en partie par millions (ppm) par rapport à la matière sèche des farines de Carangues.

TABLEAU XIII

Teneurs (ppm) en Cu, Mn, Zn et Fe par rapport à la matière sèche de 6 farines de Caranx ignobilis

Minéraux \ Farines	Muscle blanc	Muscle rouge	Etêté éviscéré (a)	Etêté éviscéré (b)	Poisson entier	Têtes et viscères
Cuivre.....	4,27	13,3	9,06	3,16	3,7	7,02
Manganèse.....	tr.	1,9	tr.	2,7	3,5	4,56
Zinc.....	27,0	80,4	57,8	48,9	76,2	136
Fer.....	19,0	289	41,6	52	80	137

La farine de muscle rouge contient donc trois fois plus de cuivre, trois fois plus de zinc et quinze fois plus de fer que la farine de muscle blanc. La forte teneur en fer est ici due au fer hémique de la myoglobine. La farine de déchets est encore plus riche en maganèse et en zinc. Du point de vue de l'apport en oligo-éléments ces deux farines présentent donc un intérêt certain.

5° ÉTUDE DE TROIS VITAMINES HYDROSOLUBLES (thiamine, riboflavine et niacine).

Les résultats, exprimés en milligrammes pour 100 g, concernant les 5 types de Carangues sont cités dans le tableau 14.

Dans l'ensemble, la *thiamine* semble assez bien conservée si l'on s'en rapporte aux valeurs considérées comme normales dans les farines de poisson : soit 0,05 mg pour 100 g [SENTEX et LEROY, 1957]. La farine de têtes et viscères est la plus pauvre (0,04 mg) tandis que la farine de muscle rouge, remarqua-

TABLEAU XIV

Teneur en thiamine, riboflavine et niacine dans six farines de *Caranx ignobilis*

Exprimées en mg p. 100 g

Vitamines \ Farines	Muscle blanc	Muscle rouge	Poisson étêté éviscéré (b)	Poisson entier	Têtes et viscères
Thiamine	0,10	0,21	0,10	0,09	0,04
Riboflavine	0,15	1,20	0,17	0,21	0,40
Niacine	12,5	8,3	10,6	8,5	5,9

blement riche, en contient 0,2 mg pour 100 g. A l'exception de la farine de muscle rouge particulièrement riche (1,2 mg p. 100 g) ces farines sont généralement assez pauvre en *riboflavine* (de 0,15 à 0,40 mg p. 100 g). En effet, la valeur considérée comme normale est de 0,6 mg [SENTEX et LEROY, 1957]. Les teneurs en *niacine* sont partout élevées : 6 à 12 mg p. 100 g. Ces valeurs sont supérieures à celles trouvées ailleurs [DE GERO, 1962] dans des farines de sardines, et elles sont du même ordre de grandeur que celles trouvées par LAURE *et al.* (1971) dans des poissons séchés et fumés.

CONCLUSIONS

La farine de muscle blanc de Carangues est d'une très bonne qualité nutritionnelle. Elle contient peu de lipides et beaucoup de protéines. La valeur de ces protéines, appréciée par le test microbiologique, montre qu'elles sont très supérieures à celles de la caséine. Elles constituent donc un bon aliment azoté. Cette farine contient peu de sels minéraux et son rapport $\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$ trop faible, devra être corrigé par le reste de l'alimentation. La teneur en niacine est élevée. Si l'on respecte les conditions un peu minutieuses de sa préparation, et sous réserve de contrôle de sa qualité bactériologique, cette farine devrait parfaitement convenir pour l'alimentation humaine.

La farine de muscle rouge de Carangue est de préparation aussi délicate que celle de muscle blanc et présente l'inconvénient majeur d'être trop grasse. La technologie pourrait sans doute éliminer cet excès de lipides, mais il n'est pas certain qu'on remédie en même temps à son odeur un peu forte. Comparées à la caséine, les protéines de cette farine sont supérieures, sans toutefois valoir

celles de muscle blanc. Par contre, cette farine est riche en cuivre, zinc et fer, et sa teneur en riboflavine et en thiamine est élevée. Sa fabrication peut accompagner celle de muscle blanc puisque l'on doit d'abord séparer les deux types de muscles. Mais le muscle rouge étant peu abondant sur le poisson, les quantités de farines fabriquées seront plus réduites.

La farine de Carangue étêtée et éviscérée ne demande que des manipulations sommaires. Elle inclut les os et les arêtes, ce qui augmente, par rapport aux farines de muscles, le taux de matières minérales. Sa teneur en cendres (environ 15 p. 100) peut paraître élevée au premier abord, mais elle est du même ordre que celle de certains concentrés protéiques de poisson destinés à l'alimentation humaine fabriquée aux États-Unis, qui contiennent en moyenne 14 p. 100 de minéraux (anonyme, 1969). Cependant, si après cuisson, on prend soin d'éliminer la majeure partie des os et des arêtes, on obtient une composition globale voisine de celle de certaines farines de muscle blanc, avec 8 p. 100 de matières minérales. Le test au *Streptococcus zymogenes* appliqué à un échantillon possédant 14 p. 100 de minéraux montre que la qualité des protéines est encore légèrement supérieure à celle de la caséine. Du fait de la

présence des os et des arêtes, le rapport $\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$ est nettement plus élevé que dans les farines de muscle. Les proportions de cuivre, zinc et fer sont intermédiaires entre celles trouvées respectivement pour les farines de muscle blanc et de muscle rouge. Les proportions de lipides sont variables, dépendant de la richesse en lipides du poisson. Sous réserve d'une délipidation et d'un broyage poussé, cette farine, avec des qualités différentes de celle de muscle blanc, devrait pouvoir être utilisée en alimentation humaine. Elle constitue d'ores et déjà un excellent apport pour l'alimentation animale.

Les farines de déchets semblent les moins intéressantes. *La farine de viscères* de Cabots et de Capitaines contient trop de lipides, mais la quantité de protéines atteint près de 70 p. 100. Nous disposons de plus amples renseignements sur la *farine de têtes et viscères* de Carangues. Du fait de la présence des têtes, cette farine est très riche en éléments minéraux. La teneur en lipides est aussi très élevée, ce qui nuit à la qualité. Les protéines ont l'inconvénient d'être assez pauvres en lysine. D'ailleurs, la comparaison avec la caséine par le test microbiologique montre que ce sont des protéines inférieures en qualité. Il s'agit donc d'un aliment azoté médiocre. Par contre les teneurs en zinc et en manganèse sont les plus fortes parmi celles mentionnées dans ce travail, et la teneur en fer est également importante, ce qui peut constituer un avantage.

Comparée à la farine précédente, *la farine de Carangues entières* est de meilleure qualité. Sa teneur en lipides, assez forte, provient principalement des muscles rouges et des viscères. Têtes et viscères apportent leur part de manganèse, zinc et fer. Les protéines de cette farine accusent une faible teneur en lysine (dont sont responsables les viscères qu'elle contient) ce qui en abaisse la qualité globale, comme le montre le test microbiologique : ces protéines sont légèrement inférieures à la caséine. Ce genre de farine pourrait, néanmoins, être utilisée en alimentation animale.

Enfin, toutes ces farines de Carangues ont un déficit en acides aminés soufrés. Il en est de même des diverses farines de poissons mentionnées dans la littérature [BLOCK et MITCHELL, 1946; NEY *et al.*, 1950; LYMAN *et al.*, 1956; JACQUOT, 1958; LAKSEVELA, 1958; TAHIRI-ZAGRET, 1965; HENRY et RERAT, 1966; PION et FAUCONNEAU, 1966; anonyme, 1970]. Il y aurait lieu de pallier cette carence par l'addition, dans le régime global, de petites quantités de méthionine de synthèse.

En définitive, parmi les produits que nous avons préparés et analysés, la farine de muscle blanc et la farine de poisson étêté et éviscéré présentent un intérêt incontestable. En utilisant du matériel et des techniques simples, il nous a été possible de préparer des aliments protéiques de haute valeur biologique.

SUMMARY

Several types of fish meals (principally from non commercializable Carangues) are made in a laboratory. They are tested for general composition, amino-acid composition, vitamin and mineral compositions. Two fish meals from Carangues are very interesting: they are white muscle meal (rich in proteins of good quality, poor in lipids and slightly rich in minerals) and the meal from fish without head and guts (not so rich in proteins but slightly richer in minerals). These fish meals have a variable interest regarding mineral and vitamin contents. All of them have a lack of methionin and cystin which is comparable to the deficiency mentioned in other fish meals by various authors.

Mémoire accepté pour publication le 14 mai 1976

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADRIAN J., Le dosage microbiologique des vitamines du groupe B, *Les Cahiers techniques du Centre national de coordination des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation*, 1959, 4, 183 p. ¹/₂ Anonyme, Guidelines for the use and evaluation of AID procured Fish Protein Concentrate. Editeur : National Research Council, Food and Nutrition Board, Washington, dactylographié, 1969, 10 p. ²/₃ Anonyme, Teneur des aliments en acides aminés et données sur les protéines. F.A.O., Rome, 1970, 285 p. ⁴/₄ Anonyme, Besoins énergétiques et besoins en protéines. Rapport d'un comité spécial mixte F.A.O./O.M.S. d'experts (F.A.O. n° 52, O.M.S. n° 522), 1973, 123 p. ⁵/₅ ARNOULD R., Corrélations entre méthodes chimiques et biologiques de mesures de la valeur alimentaire des protéines (p. 401-419) in Protéines et acides aminés en nutrition humaine et animale, livre jubilaire en l'honneur du professeur A. DE VUYST, Editorial Garsi, Londres 41 et Madrid, 28, 1972, 764 p. ⁶/₆ AUTRET M., Les farines de poisson dans l'alimentation humaine. Publication F.A.O. n° 07312/F, multigraphiée, 1963, 13 p. ⁷/₇ BASCOULERGUE P., Notions d'hygiène alimentaire appliquées au Sud-Cameroun. O.R.S.T.O.M, Institut de recherches scientifiques du Cameroun, initiations, documents techniques, 1962, 1, 32 p. ⁸/₈ BLOCK R. J. and MITCHELL H. H., *Nutr. Abstr. Rev.*, 1946, 16, 249-278. ⁹/₉ BRETTE A., Les aminoacides de synthèse en alimentation animale in A.E.C., aminoacides, peptides, protéines, 1966, 6, 219-235. ¹⁰/₁₀ CAUSERET S., Fish as a source of mineral nutrition in *Fish as Food*, Academic Press, New York and London, 1962, 2, 205-234.

- 11 CREAC'H P.V., Les protides de poisson et leur utilisation dans l'alimentation animale. Notes rapp. off. scient. tech. pêch. marit., nouvelle série, 1951, **3**, 46 p. 12 DEIBEL R. H., EVANS J. B. et NIVEN C. F., *J. Bacteriol.*, 1957, **74**, 818-821. 13 DUPIN H., *Rev. méd.*, 1970, **2**, 68-78. 14 DOUTRE M. P., *Rev. élev. méd. vétér. pays trop.*, 1959, **12**, **3**, 304-312. 15 EGOROVA L. N., KOPYLENKO L. P. and SIDOROVA E.M., Changes in the amino acid composition of common Caspian anchovy in the process of fish meal production (en russe), in V.N.I.R.O., 73 (Processing of fishery products), 1970 169-178. 16 FÉVRIER R., JACQUOT R., MATET J. et PERO R., I.N.R.A., *Annls zootech.*, 1954, **3**, 223-246. 17 FORD J. E., *Br. J. Nutr.*, 1960, **14**, 485-497. 18 FRANÇOIS P., Budgets et alimentation des ménages ruraux en 1962, rapport de synthèse. Éditeur : République malgache, Commissariat général au Plan, I.N.S.R.E., 1967, 47 p. 19 FRONTIER-ABOU D., Étude du muscle de trois espèces de Carangidés : composition globale et résultats statistiques. Document scient. Centre O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé, Madagascar, **3**, multigr., 1968, 10 p. — 20 FRONTIER-ABOU D., *Bull. Madagascar*, 1969 a, **274**, 219-234.
- 21 FRONTIER-ABOU D., *Annls Nutr. Aliment.*, 1969 b, **23**, 313-334. 22 FRONTIER-ABOU D. et VOLAMORA M. A., Données numériques sur 110 individus de l'espèce *Caranx ignobilis* : mensurations, composition globale des muscles blancs et rouges, du foie et des gonades. Document scient. Centre O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé, Madagascar, **11**, multigr., 1970, 25 p. 23 FRONTIER-ABOU D., Techniques d'études d'organismes marins et de farines de poissons : composition globale et lipides. Document scient. Centre O.R.S.T.O.M., Nosy-Bé, Madagascar, **13**, multigr., 1972, 82 p. 24 DE GERO J. B., *Bull. Inst. pêch. marit. Maroc*, 1962, **3**, 3-13. 25 HENRY Y. et RERAT A., Évolution spontanée de principes énergétiques en fonction de la vitesse de croissance et de la protéinogénèse chez le rat blanc, in A.E.C., Amino-acides, peptides, protéines, 1966, **6**, 237-262. 26 JACOB A., 1975, La nutrition. Que sais-je? P.U.F., 1975, 128 p. 27 JACQUOT R. et CREAC'H P.V., Les protéines de poisson et leur valeur alimentaire. *Notes rapp. off. scient. pêch. marit.*, nouvelle série, 1950, **6**, 48. 28 JACQUOT R., *Annls zootech.*, 1954, **3**, 189-214. 29 JACQUOT, Les facteurs d'efficacité alimentaire : les aliments (extrait du cours de Nutrition donné en 1955-1956 à Marseille sous les auspices de la F.A.O. et de l'O.M.S.). Éditeur : Imprimerie M. Leconte, Marseille : 1958, 323-606. 30 JACQUOT R., ABRAHAM J., PERETIANU J., FERRANDO R., HENRY N., *Annls zootech.*, 1968, **3**, 307-319.
- 31 KARRICK N. L., CLEGG W. and STANSBY M. E., *Comml. Fish. Rev.*, 1957, **19**, **5**, 14-23. 32 LAKSESVELA E., *J. agr. sci.*, 1958, **51**, 164-176. 33 LAURE J., FAVIER J. C., CAVELIER C., GALLON G., Valeur nutritionnelle des produits de la pêche conservés par séchage, fumage, salage. O.R.S.T.O.M., Yaoundé, Cameroun, multigr., 1971, 85 p. 34 LUNVEN P., *Qual. plant. mater. vég.*, 1963, **10**, 276-291. 35 LYMAN C.M., KUIKEN K. A. and HALE F., *J. agr. Fd Chem.*, 1956, **4**, 1008-1013. 36 MEISSONNIER, E., Les aliments protidiques d'origine animale dans la ration des volailles. Éditeur : Bosc, Lyon, 1970, 99 p. 37 NEY P., DEAS C. P. and TARR H.L.A., *J. Fish. Res. Bd Can.*, 1950, **7**, 563-566. 38 OSER B. L., *J. Am. diet. Assoc.*, 1951, **27**, 396-402. 39 PION R. et FAUCONNEAU G., Les acides aminés des protéines alimentaires, méthodes de dosage et résultats obtenus, in A.E.C., amino-acides, peptides, protéines, 1966, **6**, 155-175. 40 RIVIÈRE R., *Rev. élev. méd. vét. trop.*, 1969, **2**, 271-284.
- 41 SENTEX J. et LEROY A. M., L'alimentation des animaux. Éditeur : Comité fédératif national de contrôle laitier, Paris, 1957, 80 p. 42 TAHIRI-ZAGRET M., Composition et valeur alimentaire de farines de poisson de Côte-d'Ivoire (mémoire présenté pour le cours de Nutrition appliquée et d'économie alimentaire organisé par l'Université de Paris sous l'égide de la F.A.O., de l'O.M.S. et de l'U.N.I.C.E.F.). Multigr., 55 p., 6 tabl., 20 fig, 1965. 43 TERROINE E., in JACQUOT R., LE BARS H., SIMONNET H. et LEROY A. M., Nutrition animale, **3**, Éditeur : J. B. Baillière et Fils, Paris, 1964. 44 TRÉMOLIÈRES J., SERVILLY Y. et JACQUOT R., Manuel élémentaire d'alimentation humaine, **1** : les bases de l'alimentation. Éditeur : Les Éditions sociales françaises, Paris, 1957 262 p.

**VALEUR ALIMENTAIRE
DE FARINES FABRIQUÉES EN LABORATOIRE
A PARTIR DE POISSONS
DE LA RÉGION DE NOSY-BÉ**

par

D. FRONTIER-ABOU*, R. RIVIÈRE, J.-P. FAVIER***,
J. ABRAHAM******

avec la collaboration technique de M.-A. VOLAMORA,
B. KADERBAY, P. MAUPETIT, M. NOBLET, G. DUBROCA,
M. ABONA et M.-A. de SAINTURNIN

*O.R.S.T.O.M. Nosy-Bé

**I.E.M.V.T. Maisons-Alfort

***O.R.S.T.O.M. Yaoundé

****C.N.R.S. Bellevue

Extrait des *ANNALES DE LA NUTRITION ET DE L'ALIMENTATION*
1978, Vol. 32, N° 4

9 NOV. 1978

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 3472