

VARIATION
DE LA COMPOSITION GLOBALE DU MUSCLE
CHEZ TROIS ESPÈCES DE CARANGIDÉS

par

Danièle FRONTIER-ABOU

Nutrition, Centre O.R.S.T.O.M. de Nosy-Bé (Madagascar),

avec

la collaboration technique de Marie-Antoinette VOLAMORA

(Reçu le 25 janvier 1969)

INTRODUCTION

La composition globale des muscles de poissons a déjà fait l'objet de nombreux travaux. Il apparaît que les résultats varient dans un large intervalle et pour de multiples causes.

Les variations de composition pour les *individus d'une même espèce* sont parfois de grande amplitude, ainsi que l'illustrent les valeurs suivantes établies par LOVERN et WOOD (28) pour le hareng : eau 59,2 p. 100 à 78,9 p. 100; lipides 1,0 p. 100 à 21,7 p. 100.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28575

Cote : B

Deux sortes de muscles sont nettement distinctes chez certaines espèces : d'une part les muscles de couleur claire, blancs ou roses, d'autre part les muscles de couleur brun-rouge dits « plexus sanguin latéral ». Ces derniers contiennent ordinairement une proportion de lipides supérieure à celle du muscle blanc qui l'entoure. JACQUOT et CREAC'H (23) et STANSBY (36) signalent des teneurs en azote plus faibles dans le muscle blanc d'*Euthynnus pelamis*, la quantité de protéines de ces muscles étant estimés respectivement à 18,2 p. 100 et 21,9 p. 100.

L'emplacement anatomique a quelquefois une influence essentielle sur les résultats. BRANDES et DIETRICH (6,8) trouvent que, chez *Sebastes marinus* et *Clupea harengus*, le muscle est nettement plus riche en lipides dans la partie antérieure du corps par rapport à l'arrière : ils indiquent 25 p. 100 de lipides près de la tête, et 17 p. 100 près de la queue, avec des valeurs intermédiaires entre ces deux emplacements extrêmes. MORAWA (32) trouve un résultat similaire chez un poisson d'eau douce *Coregonus albula*, et pense que la plus faible quantité de lipides trouvée dans la musculature de la queue pourrait être en rapport avec la forte activité musculaire de cette partie du corps.

L'influence de la taille sur la composition globale est parfois déterminante. CHIDAMBARAM et col. (13) signalent que chez le maquereau indien (*Rastrelliger kanagurta*) le muscle est d'autant plus gras que l'individu est de plus grande taille. La même observation est faite par TSUCHIYA et col. (37) pour le « skipper » (*Cololabis saira*), par DEL RIEGO (15) et par KRVARIC et MUZINIC (26) pour la sardine (*Clupea pilchardus*). Ces derniers auteurs séparant les animaux en deux groupes suivant que la longueur est supérieure ou inférieure à 16 cm, constatent que les petites sardines ont une teneur en lipides systématiquement moindre que les grandes. Ainsi, en juin, les petites sardines contiennent 38,9 p. 100 de lipides, les grandes 44,5 p. 100 (différence : 5,6 p. 100); en août les petites sardines en contiennent 42,1 p. 100 et les grandes 46,6 p. 100 (différence : 4,4 p. 100).

LEVANIDOV (27), BRANDES et DIETRICH (7) démontrent sur le hareng l'existence d'une *corrélation négative entre les teneurs en eau et en lipides*. Des travaux concernant différents poissons du Cap [VAN WYCK (38)], sur les chinchards (*Trachurus trachurus*) [AREVALO (2)], les anchois (*Engraulis encrasi-cholus*) [FRAGA (18)], les sardines [Anon., (1)] aboutissent à la même conclusion.

DIETRICH (16) trouve chez le hareng une *corrélation positive entre les teneurs en eau et en protéine*. Les graphiques illustrant les travaux précédemment cités (VAN WYCK, AREVALO, FRAGA) ne font toutefois apparaître aucun parallélisme entre les teneurs en eau et en protéines. Les variations de la teneur en protéines ne semblent donc pas répondre à une règle générale.

Nous nous sommes proposé de rechercher systématiquement les variations des teneurs en eau, en lipides et en azote dans les muscles de trois espèces

de carangues. Les variations dues aux individus, au type de muscle, à l'emplacement de l'échantillon, à l'état de croissance ont été particulièrement examinés en usant des méthodes statistiques.

En raison de l'insuffisance d'équipement du laboratoire, il a été impossible d'étudier les teneurs en éléments minéraux comme il est d'usage de le faire dans les études de composition globale.

I. TECHNIQUES

A. Espèces étudiées

Les poissons étudiés appartiennent aux trois espèces suivantes :

Caranx ignobilis (FORSK), *Caranx sexfasciatus* (QUOY et GAYMARD), *Caranx stellatus* (EYDOUX et SOULEYET), dont les noms communs en malgache sont respectivement : kikao bevody, kikao malaly, kikao menamaso.

Ces animaux qui atteignent une assez grande taille (60 à 80 cm de longueur), sont couramment pêchés et consommés dans la région de Nosy-Bé.

Ils sont capturés par les pêcheurs malgaches au moyen de lignes traînées derrière des pirogues et appâtées avec de petits poissons. Ils sont consommés frais sous forme de filets frits à l'huile ou cuits en sauce et accompagnés de brèdes et de riz (plat nommé « romazava »). On les conserve aussi quelques jours salés et séchés au soleil de façon assez sommaire ou bien légèrement fumés.

Dans ces espèces les muscles blancs et rouges se distinguent nettement. Le muscle rouge suit la ligne latérale dans sa partie rectiligne, et se prolonge vers l'avant jusqu'au niveau de l'opercule (fig. 1). Sa section transversale a approximativement la forme d'un triangle dont un sommet s'enfonce comme un coin en direction de la colonne vertébrale (fig. 2). Les muscles rouges sont les plus actifs lors de la locomotion et leur épaisseur s'accroît en arrière de la cavité abdominale, au niveau où les mouvements de natation sont les plus amples.

A la dégustation la chair brun-rouge a un goût moins agréable que la chair blanche.

Le muscle brun-rouge est nettement moins abondant que le muscle blanc. D'après les mesures faites sur des muscles prélevés sur le côté droit de *Caranx ignobilis*, le rapport pondéral muscle blanc/muscle rouge (A/B) est d'autant plus faible que le poisson est de plus grande taille. Il y aurait une croissance relative des deux types de muscle illustrée par le tableau I et le graphique de la figure 3, dans lesquels ce rapport A/B est comparé au poids des individus. En toute rigueur, il conviendrait de se référer à l'âge des poissons, mais la détermination de l'âge chez ces espèces est incertaine. Les élevages sont actuellement impossibles; par ailleurs, les structures permettant habituellement de reconnaître une alternance saisonnière (figures apparaissant dans le squelette et les écailles) sont absentes ou d'interprétation douteuse, chez les espèces tropicales. Aussi se réfère-t-on à la longueur totale des animaux.

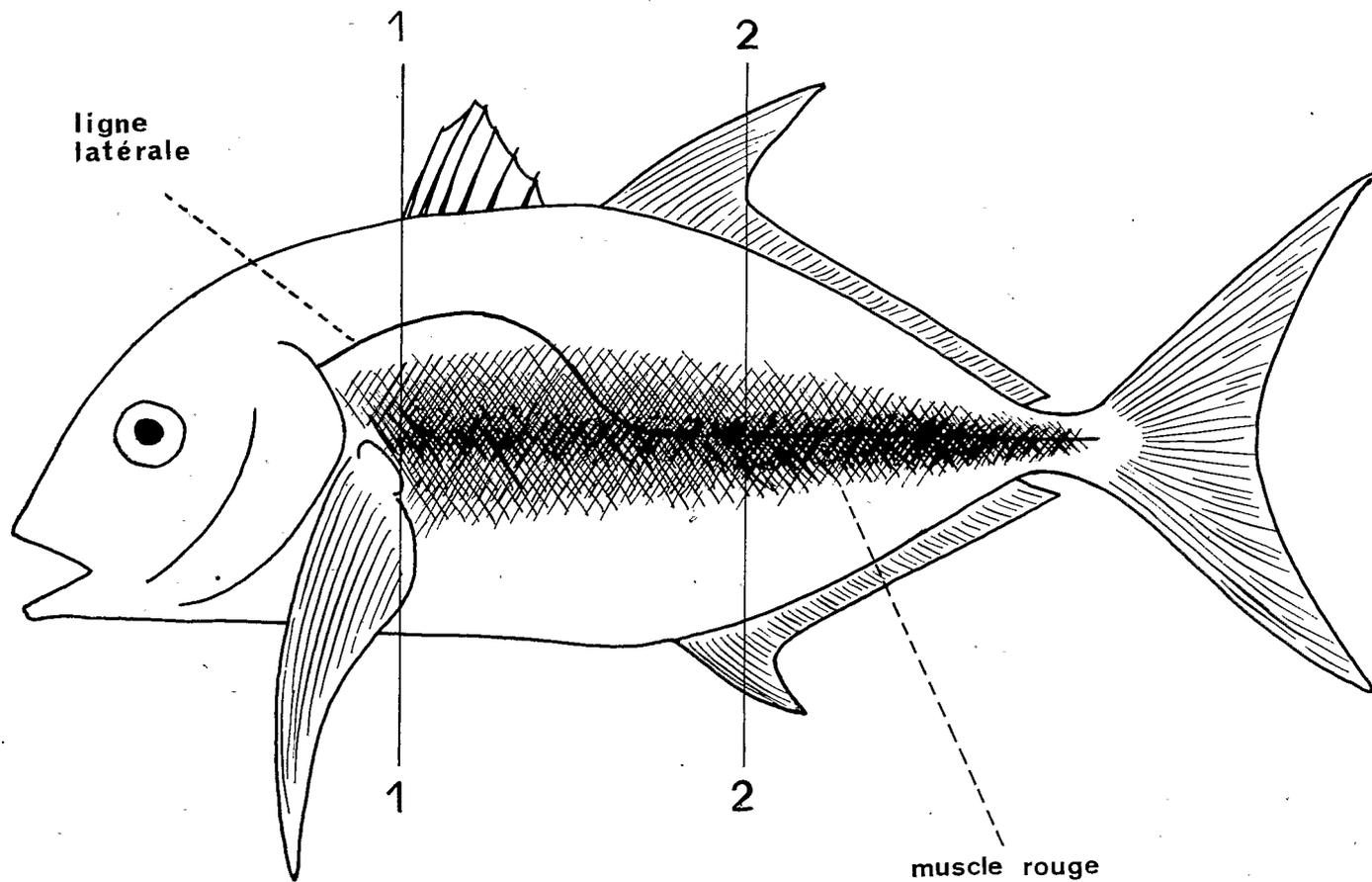


FIG. 1

Disposition anatomique des muscles blancs et des muscles rouges chez les carangues. Vue latérale de l'animal supposé débarrassé de sa peau

TABLEAU I
Caractéristiques des poissons étudiés

Espèces		Capture	L	A-D	A-B	Poids des gonades
			(cm)	(cm)	(cm)	(g)
<i>Caranx ignobilis</i>	I	10- 2-65	65	29	9,6	
	II ...	10- 2-65	82	38	12,6	
	III ..	20- 3-65	68	29	9,6	
	IV...	28- 7-65	67,5	33	11	
	V ♂ .	24- 9-65	83	41	13,6	583
	VI ♀ .	13-10-65	83	39	13	484
<i>Caranx sexfasciatus</i>	I	16- 4-64	73	36	12	18
	II ...	30- 9-64	72	36	12	
	III ..	17-11-64	53,5	25	8,3	5
	IV...	1- 2-65	69	33	11	
	V ♂ .	29-11-65	73,5	40	13 3	104
<i>Caranx stellatus</i>	I ♀ ..	29-11-64	57	27	9	13
	II ...	14- 1-65	52,5	24	8	
	III ...	14- 1-65	70,5	33	11	
	IV...	21- 2-65	62	30	10	
	V ...	17- 6-65	74	45	15	
	VI...	28- 7-65	60	30	10	

TABLEAU I bis

Importance relative du muscle blanc et du muscle rouge de *Caranx ignobilis*, en fonction du poids et de la taille des animaux (A = poids de muscle blanc, B = poids de muscle rouge. Les muscles ont été prélevés sur le côté droit).

Poids total	A	B	A/B	Longueur totale
g	g	g		mm
3130	630	23	27,4	632
3280	662	24	27,6	628
3690	807	34	23,7	662
3800	758	35	21,7	670
3940	911	47	19,4	682
4140	803	38	21,1	680
4315	928	49	18,9	679
4430	891	49	18,2	683
6515	1 355	80	16,9	759
6615	1 458	91	16,0	823
6680	1 316	79	16,7	781



muscle rouge

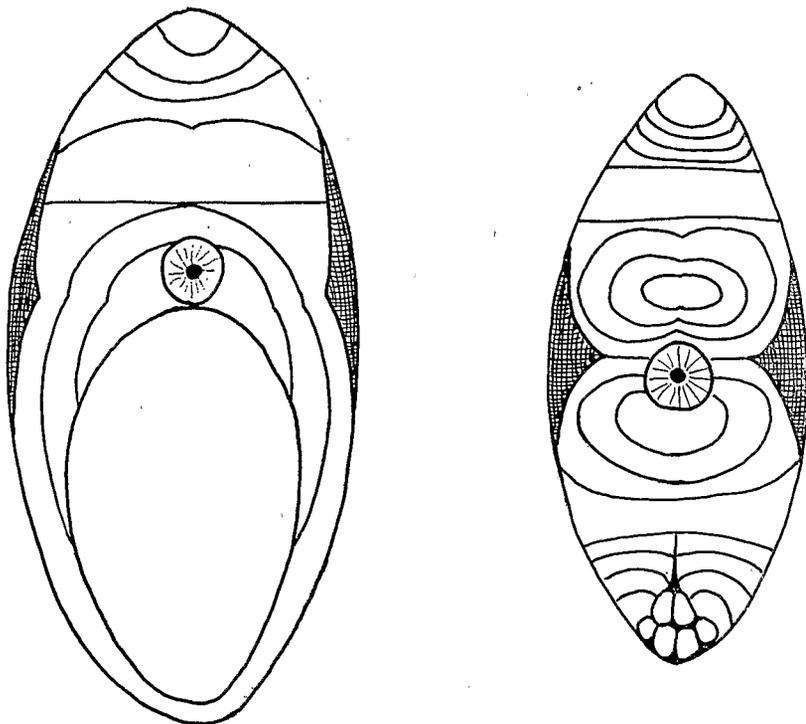


FIG. 2

Sections transversales aux niveaux 1 et 2 de la figure 1

Le moment de la première maturité sexuelle peut cependant être situé avec assez d'assurance : elle se produit pour les *Caranx ignobilis* à deux ou trois ans alors qu'ils mesurent 70 cm environ. CHABANNE (com. pers.) trouve à ce stade une variation brusque du rapport longueur de la tête/longueur totale. Le graphique des variations du rapport A/B en fonction du poids montre une rupture de pente correspondant au même stade biologique. Les poissons ont alors un poids d'environ 4 300 g.

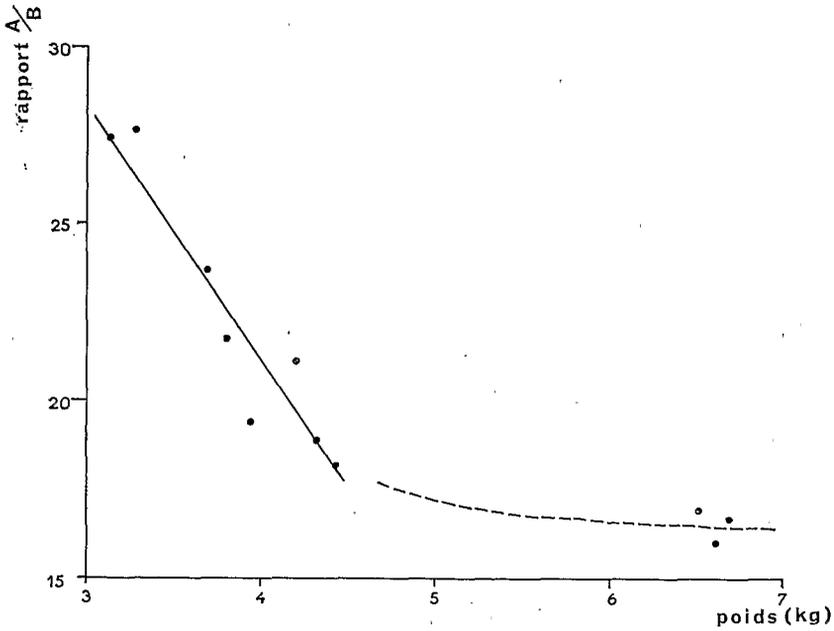
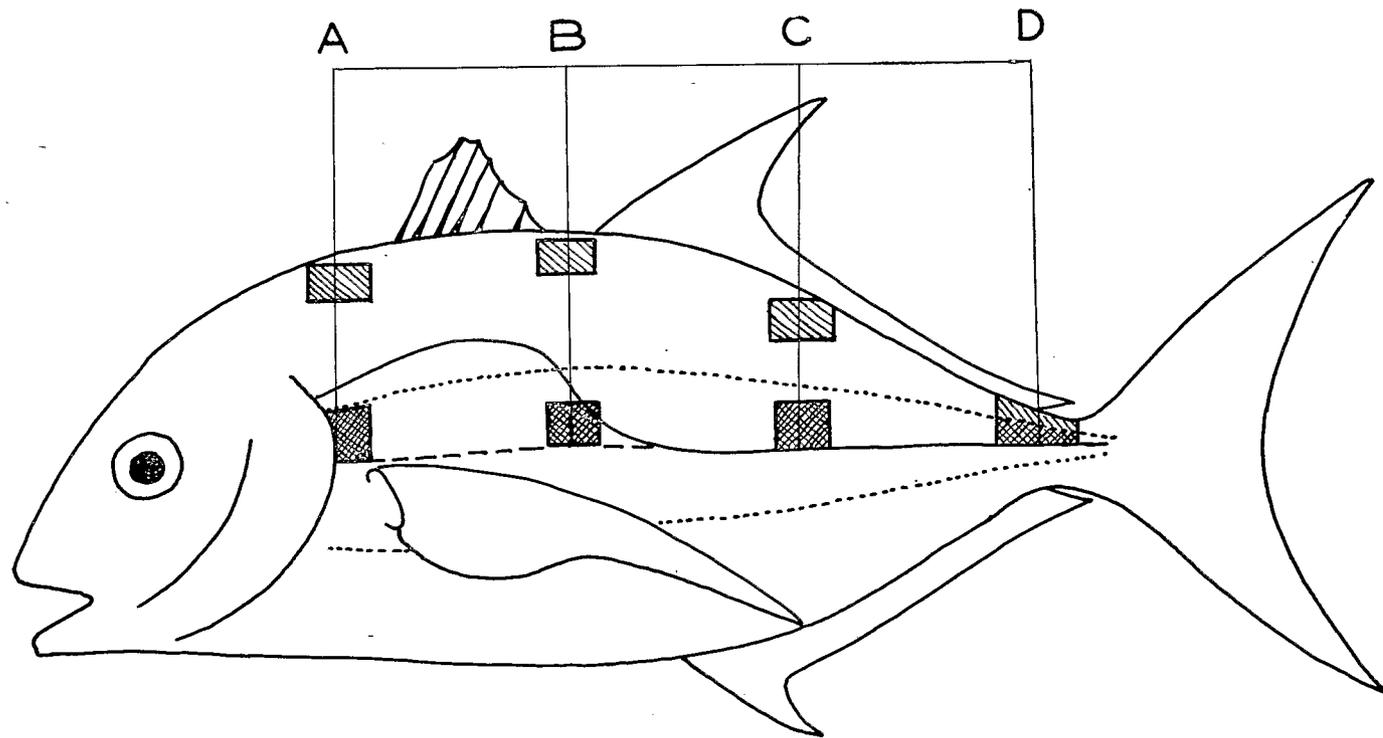


FIG. 3

Variation du rapport A/B (= poids de muscle blanc/poids de muscle rouge), en fonction de la croissance de l'animal. A/B diminue lorsque la taille augmente, et de façon particulièrement accusée pour les animaux dont le poids est compris entre 3 et 4,5 kg.

La similitude d'aspect, aussi bien que celle des teneurs en eau, en lipides et en azote ressortant d'un test préalable font conclure à l'homogénéité de composition du muscle blanc au-dessus et au-dessous du muscle latéral rouge. Les échantillons ont, par la suite, été prélevés dans la partie dorsale (fig. 4).



échantillons de muscle blanc



rouge

FIG. 4

Emplacements des échantillons analysés

B. Capture et prélèvement des échantillons

Les poissons étudiés sont capturés à la traîne et stockés sous bâche humide sur le pont du bateau. Au débarquement ils sont placés dans une chambre froide à -15°C jusqu'au jour des prélèvements d'échantillons, puis dans un réfrigérateur (0 à $+5^{\circ}\text{C}$) pendant les quelques heures précédant la manipulation. A l'issue de ce stockage les animaux se trouvent dans un parfait état de fraîcheur. Les prélèvements de muscle sont effectués 1 à 2 jours après la capture sauf pour *C. stellatus* III (7 jours).

Les échantillons de muscle sont prélevés à droite et à gauche de chaque animal suivant le schéma de la figure 4. Seize séries d'analyses sont ainsi pratiquées sur chaque individu, chacune comprenant les dosages de l'eau, des lipides et de l'azote.

C. Méthodes de dosage

Le dosage de l'eau est réalisé par pesée de l'échantillon avant et après dessiccation (étuve à circulation d'air à $100-105^{\circ}\text{C}$ pendant douze à quatorze heures).

Le dosage de l'azote est effectué selon la microméthode KJELDAHL classique. Les résultats exprimés en taux de protéines brutes sont obtenus en multipliant le taux d'azote par le coefficient conventionnel 6,25.

Les lipides sont dosés par extraction à l'éther éthylique dans des appareils de SOXHLET, sur les résidus secs selon la méthode classique.

La somme des pourcentages d'eau, de lipides et de protéines est en général légèrement inférieure à 100 p. 100; les moyennes générales sont les suivantes :

	<i>C. ignobilis</i>	<i>C. sexfasciatus</i>	<i>C. stellatus</i>
	p. 100	p. 100	p. 100
Muscle blanc	99,38	98,54	98,15
Muscle rouge	98,45	96,64	97,97

La différence à 100 p. 100 peut correspondre aux matières minérales qui n'ont pas été dosées (la teneur habituelle en matières minérales du muscle de poisson est de l'ordre de 0,8 à 1,5 p. 100 selon JACQUOT et CREAC'H, [23]), ainsi qu'à une approximation due au mode d'évaluation des protéines à l'aide du coefficient 6,25 dont la généralité est contestée [JACQUOT et CREAC'H (23); JACQUOT (22)].

D. Calcul des valeurs

Les échantillons traités étant toujours du même ordre de grandeur (environ 5 g pour les dosages d'eau et de lipides, environ 0,2 g pour ceux d'azote), on peut admettre une homogénéité locale suffisante pour que les tests d'analyse de variance et de régression soient applicables.

La recherche d'une différence systématique éventuelle entre les muscles droits et gauches ne met en évidence chez *Caranx stellatus* aucune différence significative entre les deux côtés de l'animal. La moyenne des résultats obtenus à droite et à gauche représente donc valablement la teneur du muscle dans la tranche considérée.

Les influences simultanées de l'individu, du type de muscle et de l'emplacement anatomique sur la composition ont été étudiées par analyse de variance avec blocs casualisés.

Les échantillons de muscle étant régulièrement espacés le long du poisson, nous avons pu préciser l'influence de l'emplacement sur la composition par la recherche de régressions linéaires en utilisant la méthode des coefficients polynomiaux.

Les relations éventuelles entre les teneurs en eau, en lipides et en azote ont été recherchées par analyse de régression simple. La même méthode permet de faire une approche grossière de l'influence de la taille sur la composition globale des individus.

II. RÉSULTATS

A. Étude simultanée des influences de l'individu, du type de muscle et de l'emplacement anatomique sur la composition des échantillons.

1° INFLUENCE DE L'INDIVIDU.

Dans les trois espèces, les analyses de variance montrent que les teneurs en eau, lipide et azote varient en fonction des individus. Le niveau de signification atteint souvent 0,001.

On ne peut faire la part exacte des véritables variations individuelles de composition qui existent sur les poissons vivants et celles qui sont introduites avant l'analyse par les conditions de transport et de stockage. Celles-ci ont été standardisées dans la mesure du possible et il semble que les variations de composition en résultant soient négligeables devant les particularités physiologiques qui font l'objet de ce travail.

Chez certains *C. ignobilis*, le muscle blanc présente un aspect plus ou moins opaque rappelant la description des « flétans crayeux » de BAILEY (3). Il apparaît que l'opacité du muscle augmente effectivement comme l'indique cet auteur lorsqu'il contient plus de graisses, plus de protéines et moins d'eau (tableau II).

Les variations individuelles sont encore plus marquées pour le muscle rouge, surtout en ce qui concerne les teneurs en lipides qui peuvent varier de plus de 1 à 10 (*C. ignobilis* : valeurs moyennes passant de 1,31 p. 100 à 14,76 p. 100 selon les individus).

TABLEAU II

Variations de la composition du muscle blanc de *C. ignobilis*
en relation avec son aspect macroscopique.

Animal	Aspect	Eau	Lipides	Protéines
		p. 100	p. 100	p. 100
<i>C. ignobilis</i> IV.....	Translucide.	77,66	0,57	21,21
<i>C. ignobilis</i> VI.....	Peu opaque.	76,46	1,11	21,85
<i>C. ignobilis</i> V.....	Très opaque.	73,99	1,94	24,77

2° INFLUENCE DU TYPE DE MUSCLE.

Les différences de localisation et d'aspect laissent prévoir une différence de composition entre les deux types de muscles. En effet, le muscle blanc contient plus d'eau et d'azote, et moins de lipides que le muscle rouge (tableau III). Cependant, les différences constatées pour les taux d'azote des muscles blancs et des muscles rouges de *C. sexfasciatus*, bien qu'étant dans le même sens, ne sont pas significatives. On remarque, que pour cette espèce, les animaux analysés avaient, dans l'ensemble, une musculature rouge particulièrement peu grasse, ce qui semble déterminer les taux azotés. Pour les deux autres espèces, les différences sont significatives à des seuils de probabilités pouvant atteindre 0,001.

3° INFLUENCE DE L'EMPLACEMENT ANATOMIQUE DE L'ÉCHANTILLON.

Le muscle blanc a, d'une façon générale, une composition globale constante le long du corps des poissons. La composition du muscle rouge, au contraire, varie nettement en fonction de l'emplacement anatomique. A première vue, les teneurs en eau et en azote augmentent de la tête vers la queue tandis que la teneur en lipides diminue. Cependant, chez *C. stellatus*, l'influence de l'emplacement sur la teneur en azote n'est pas apparente. Des analyses de regression commentées ci-après visent à préciser ces variations.

B. Corrélation entre la composition du muscle rouge et l'emplacement

1° TENEUR EN EAU.

Des corrélations significatives concernant l'ensemble des résultats montrent que les échantillons de muscle rouge de *C. ignobilis* et *C. stellatus* contiennent d'autant plus d'eau qu'ils sont plus rapprochés de la queue. Une telle corrélation n'apparaît pas chez les *C. sexfasciatus*. Remarquant que pour cette espèce, les individus étudiés étaient relativement peu gras (2,85 p. 100 de lipides en moyenne pour le muscle rouge), on peut se demander si l'existence de la corrélation envisagée n'est pas liée au degré d'engraissement des poissons.

TABLEAU III

Comparaison de la composition moyenne des muscles blancs (B) et rouges (R)
et intervalles de variation de composition des individus (M = moyenne; E = extrêmes).

Espèces	Eau (p. 100)				Lipides (p. 100)				Azote			
	B		R		B		R		B		R	
	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E
<i>C. ignobilis</i>	76,33	73,99	72,94	64,24	0,87	0,46	5,61	1,31	3,55	3,32	3,18	3,04
		77,66		77,37		1,94		14,76		3,96		3,45
<i>C. sexfasciatus</i>	76,81	75,27	73,30	70,73	0,82	0,50	2,85	1,36	3,34	3,50	3,21	2,90
		78,01		75,12		1,49		5,28		3,22		3,36
<i>C. stellatus</i>	76,03	75,41	74,32	71,16	0,59	0,49	3,43	1,29	3,44	3,32	3,23	3,01
		76,72		77,28		0,70		5,70		3,54		3,46

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons séparé respectivement les *C. ignobilis* et les *C. stellatus* en deux lots, selon leurs taux de lipides. Les analyses de régression font apparaître chez les animaux les plus gras (teneurs moyennes en lipides, respectivement de 9,61 p. 100 et 4,65 p. 100) une corrélation accentuée entre la teneur en eau de l'échantillon et son emplacement anatomique, alors qu'on ne trouve pas de corrélation significative chez les individus les moins gras (1,60 p. 100 et 2,21 p. 100) [fig. 5].

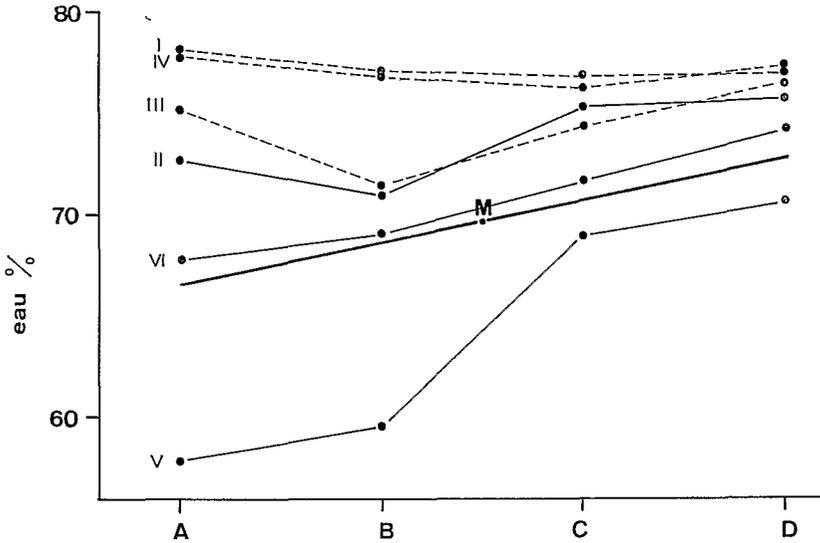


FIG. 5

Effet de l'emplacement des échantillons de muscle rouge sur la teneur en eau, chez *Caranx ignobilis*. Ensemble des trois individus les plus gras (en traits pleins) : moyennes lipides 9,61 p. 100 et eau 69,58 p. 100; $b = 1,53$ p. 100 d'eau par dm; $P = 0,05$. Les individus les moins gras (en pointillés) ne présentent pas de corrélation significative: moyenne lipides 1,60 p. 100 et eau 76,30 p. 100.

2° TENEUR EN LIPIDES.

Pour les trois espèces, le pourcentage des lipides dans le muscle rouge est d'autant plus élevé que l'échantillon a été prélevé plus près de la tête. L'étendue des variations des teneurs en lipides est plus importante lorsque l'individu est plus gras. C'est ainsi que *C. ignobilis* I et IV (les moins gras) ont une teneur en lipides du muscle rouge à peu près invariable se situant aux environs de 1,4 p. 100, tandis que l'individu V contient 24,2 p. 100 de lipides près de la tête et 6,8 p. 100 près de la queue. Lors de l'engraissement, les lipides s'accumulent dans le muscle rouge préférentiellement vers la partie antérieure du corps (fig. 6).

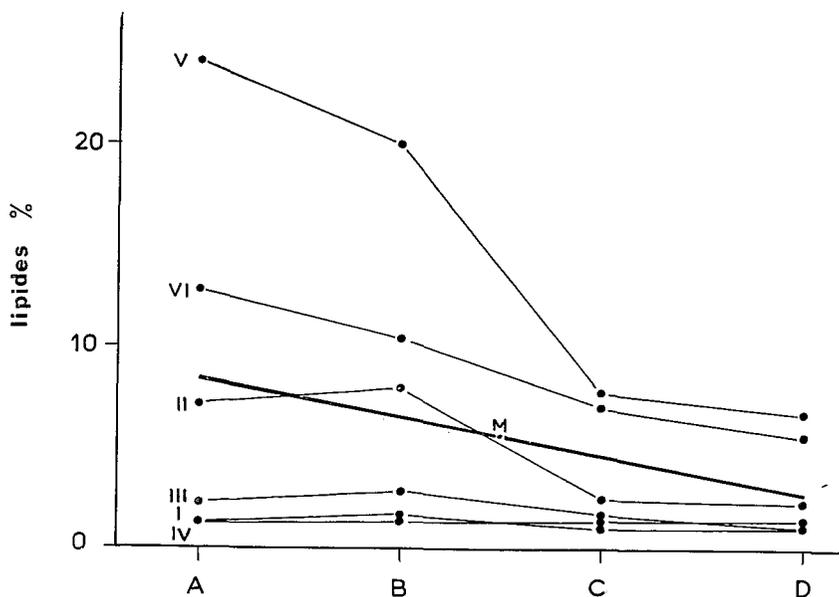


FIG. 6

Effet de l'emplacement des échantillons de muscle rouge sur leur teneur en lipides chez *Caranx ignobilis*. Ensemble des 6 individus : moyenne 5,61 p.100 de lipides; $b = -1,64$ p. 100 de lipides par d|m; $P = 0,01$.

3° TENEUR EN AZOTE.

Chez *C. ignobilis* et *C. sexfasciatus* (fig. 7), les pourcentages d'azote augmentent significativement de la tête vers la queue. Chez *C. stellatus*, une telle corrélation n'est pas décelable. L'analyse de variance antérieure (influence de l'emplacement anatomique) ne montrait d'ailleurs pas d'influence significative de l'emplacement sur la teneur en azote pour cette espèce.

En règle générale, la composition globale du muscle rouge des carangues varie d'une extrémité à l'autre de l'animal, tandis que le muscle blanc reste de composition homogène. La particularité de composition du muscle rouge pourrait être en relation avec son rôle physiologique. Son activité locomotrice, intense dans la partie postérieure, entraîne peut-être un métabolisme des lipides accru à ce niveau, en relation avec l'énergie déployée lors de la natation.

Les figures 5, 6 et 7 montrent que les pourcentages en eau et en azote ont tendance à varier dans le même sens, tandis que les teneurs en eau et en lipides varient en sens inverse l'une de l'autre. C'est d'ailleurs là une donnée classique. Chez *Caranx ignobilis* II les taux de lipides et d'eau en fonction de l'emplacement occupent des positions symétriques (fig. 8). Le fait se reproduit avec tous les individus gras étudiés.

Ces constatations conduisent à rechercher l'existence de corrélation entre les pourcentages d'eau et de lipides d'une part, d'eau et d'azote d'autre part.

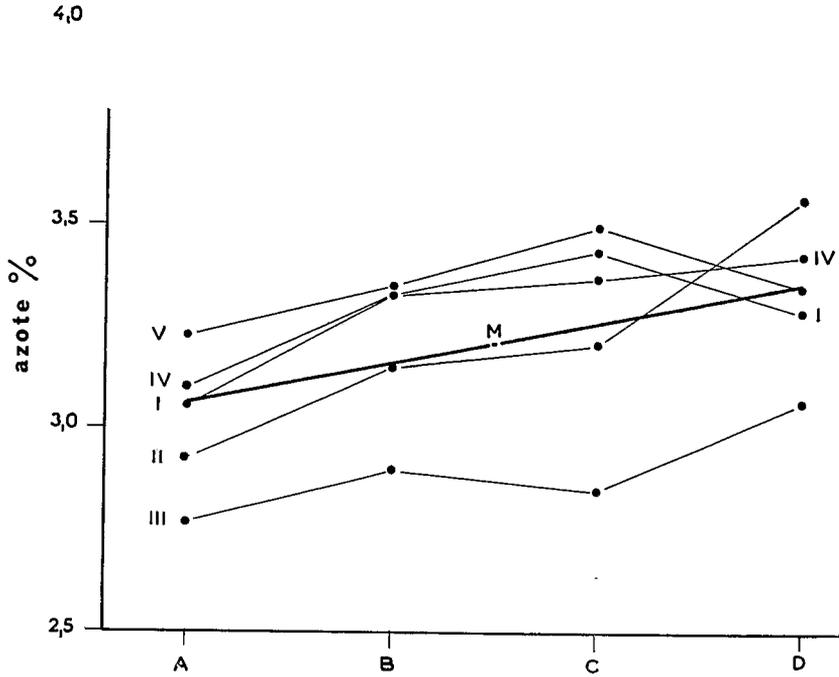


FIG. 7

Effet de l'emplacement des échantillons de muscle rouge sur leur teneur en azote chez *Caranx sexfasciatus*; Ensemble des cinq individus : moyennes 3,21 p. 100 d'azote (ou 20,06 p. 100 de protéines) $b = 0,08$ p. 100 d'azote par dm. (ou 0,50 p. 100 de protéines par dm); $P = 0,01$.

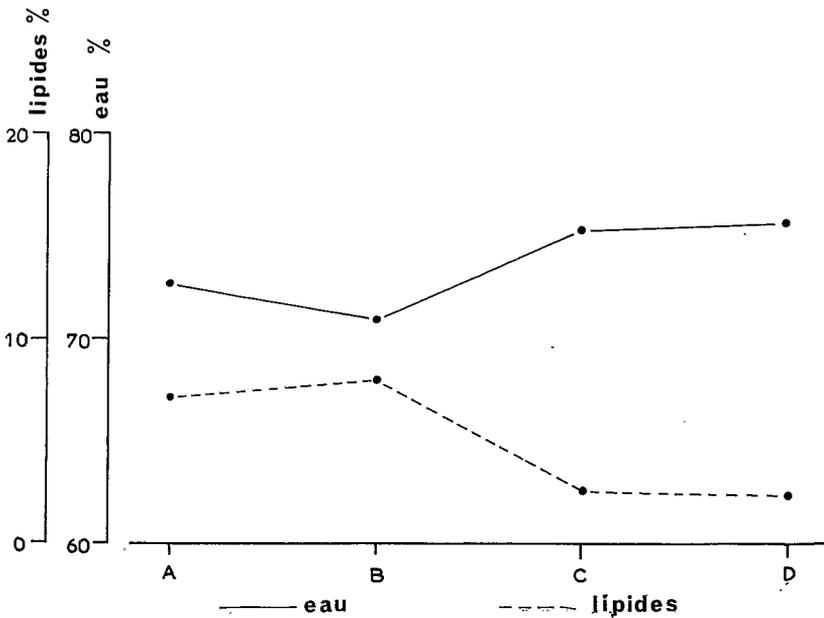


FIG. 8. — Variations symétriques des teneurs en eau et en lipides suivant l'emplacement chez *Caranx ignobilis* II.

C. Corrélation entre les teneurs en eau et les teneurs en lipides et en azote

1° CORRÉLATIONS AU NIVEAU INDIVIDUEL.

Toutes les corrélations *eau-lipides* trouvées sont négatives.

Elles concernent principalement les *muscles rouges* des individus les plus gras des *C. ignobilis* et *C. stellatus* (fig. 9). Le coefficient de régression et le

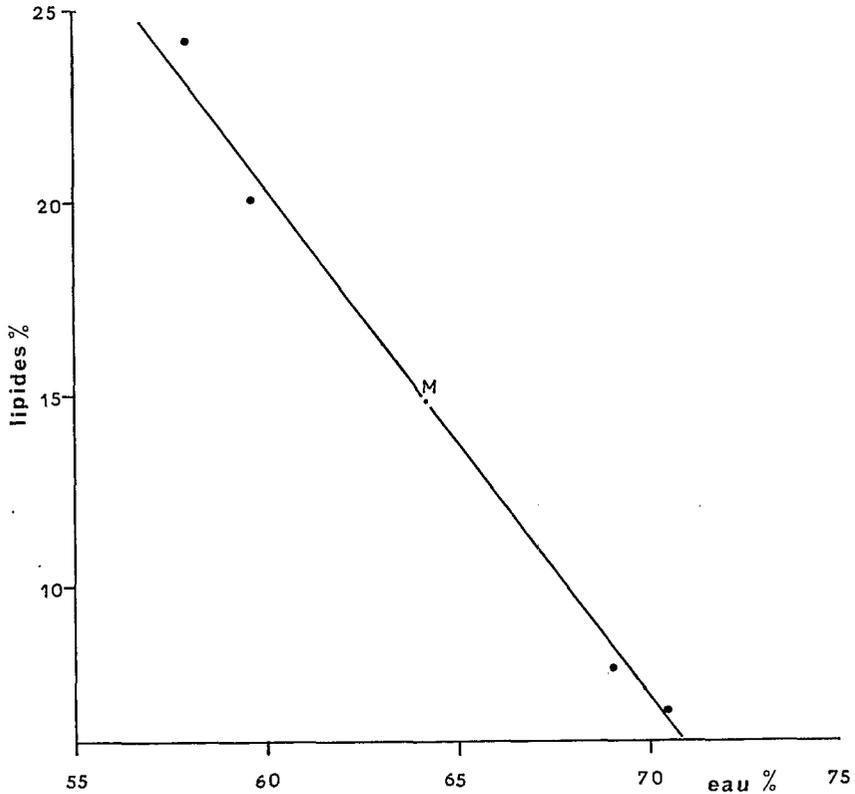


FIG. 9

Corrélation eau-lipides au niveau individuel pour le muscle rouge de *Caranx ignobilis* V. Moyennes : eau 64,22 p. 100; lipides 14,75 p. 100. $b = -1,36$ p. 100 de lipides pour une augmentation de 1 p. 100 d'eau. $P = 0,01$.

niveau de signification sont nettement plus élevées chez les animaux les plus gras dans les deux espèces considérées (tableau IV).

Les coefficients de régression les plus significatifs sont voisins de -1 .

Dans le muscle rouge des individus *les plus gras*, l'augmentation des lipides dépasse la diminution d'eau. En effet, le coefficient de régression eau-lipides se trouve supérieur à 1 en valeur absolue (*C. ignobilis* II, V, VI et

TABLEAU IV

Corrélations concernant les individus les plus gras et les moins gras chez *Caranx ignobilis* et *Caranx stellatus* (muscle rouge).

Espèce	Individu	Teneur en lipides au niveau A	Teneur moyenne en lipides	b = coefficient de régression	P = niveau de probabilité
<i>C. ignobilis</i>	I	p. 100 1,3	p. 100 1,45	— 0,17	0,05
	V	24,2	14,75	— 1,36	0,01
<i>C. stellatus</i>	III	2,24	1,97	— 0,49	0,1
	V	9,40	5,70	— 1,09	0,01

C. stellatus V, VI : $b = 1,27; 1,36; 1,40; 1,09; 1,33$ respectivement). Ceci semble indiquer un certain remplacement des protéines par des lipides, au cours de l'engraissement, dans cette sorte de tissu.

Pour le *muscle blanc*, la seule corrélation trouvée concerne *C. sexfasciatus* III. Le coefficient de régression correspondant est faible en valeur absolue (— 0,17).

Les corrélations *eau-azote* trouvées sont tantôt négatives et tantôt positives. Le sens des corrélations semble déterminé par le taux d'engraissement des muscles : elles sont négatives dans le *muscle blanc* et dans le *muscle rouge* lorsqu'il est *maigre* (taux de lipides inférieur à 2 p. 100) alors qu'elles sont positives dans le *muscle rouge gras* (taux de lipides supérieur à 5 p. 100) [fig. 10].

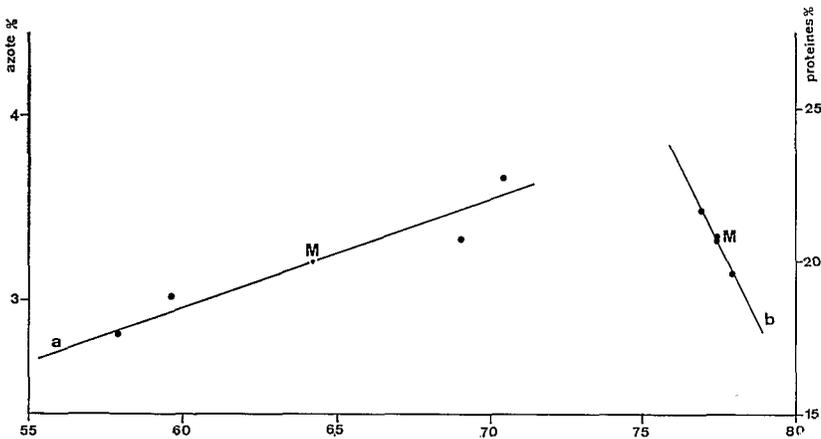


FIG. 10

Corrélation eau-azote au niveau individuel

- Corrélation positive dans le muscle rouge gras de *Caranx ignobilis* V. Moyennes : eau 64,25 p. 100; azote 3,20 p. 100; protéines 20,00 p. 100; lipides 14,75 p. 100. $b = + 0,05$ p. 100 d'azote pour une augmentation de 1 p. 100 d'eau (ou bien + 0,31 p. 100 de protéines pour une variation de 1 p. 100 d'eau). $P = 0,05$.
- Corrélation négative dans le muscle blanc (maigre) de *Caranx sexfasciatus* I. Moyennes : eau 74,44 p. 100; azote 3,31 p. 100; protéines 20,69 p. 100; lipides 0,89 p. 100. $b = - 0,35$ p. 100 d'azote pour une augmentation de 1 p. 100 d'eau (ou bien — 2,19 p. 100 de protéines pour une augmentation de 1 p. 100 d'eau). $P = 0,01$.

Ce dernier type de corrélation serait en accord avec la constatation classique d'une dépendance étroite entre les protéines et l'eau dans la matière vivante. Dans le cas de ces muscles gras, l'engraissement se ferait non seulement au détriment d'une certaine quantité d'eau labile, mais aux dépens d'un complexe protéine-eau. Cette interprétation rend compte à la fois du coefficient de régression des lipides en eau négatif et supérieur à 1 en valeur absolue, et du coefficient de régression de l'azote en eau positif dans le muscle rouge riche en lipides. Dans les muscles maigres, les faibles variations de lipides, comme les variations de protéines se feraient au détriment de l'eau non liée aux protéines ce qui rendrait compte des corrélations négatives eau-lipide et eau-azote.

2° CORRÉLATIONS AU NIVEAU DE L'ESPÈCE.

Les corrélations *eau-lipides* significatives trouvées sont négatives aussi bien pour le muscle blanc que pour le muscle rouge (fig. 11).

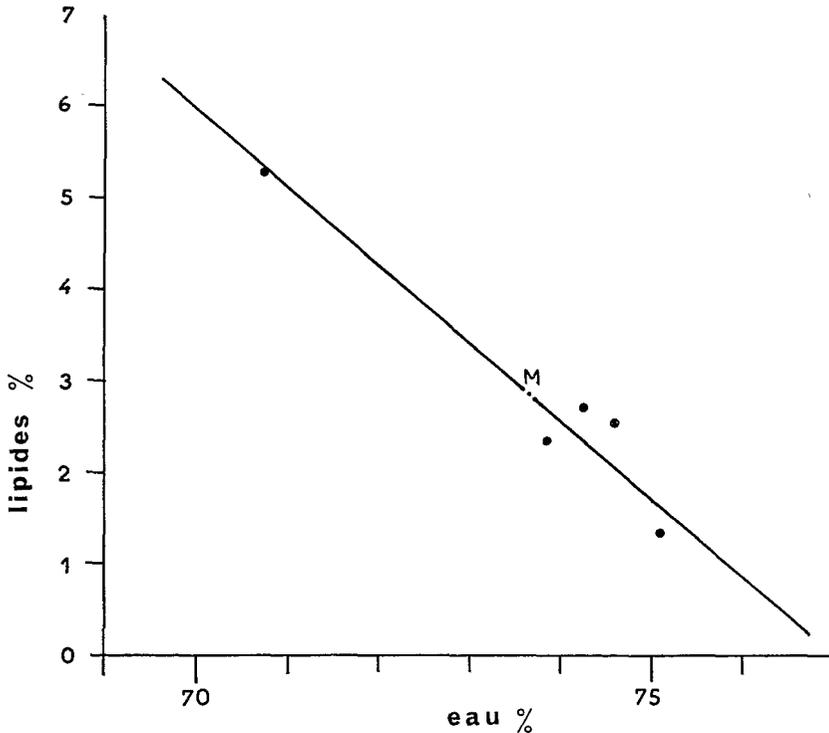


FIG. 11

Corrélation eau-lipides au niveau de l'espèce pour le muscle rouge des *Caranx sexfasciatus* (5 individus). Moyennes : eau 73,70 p. 100; lipides 2,85 p. 100. $b = -0,82$ p. 100 de lipides pour une augmentation de 1 p. 100 d'eau. $P = 0,01$.

Des corrélations *eau-azote* ont été trouvées uniquement pour le muscle blanc. Elles sont négatives (fig. 12). Aucune corrélation n'a pu être mise en évidence ici pour le muscle rouge. Des calculs portant sur un plus grand nombre d'individus seront entrepris ultérieurement dans le but de préciser les relations existant dans ce type de muscle.

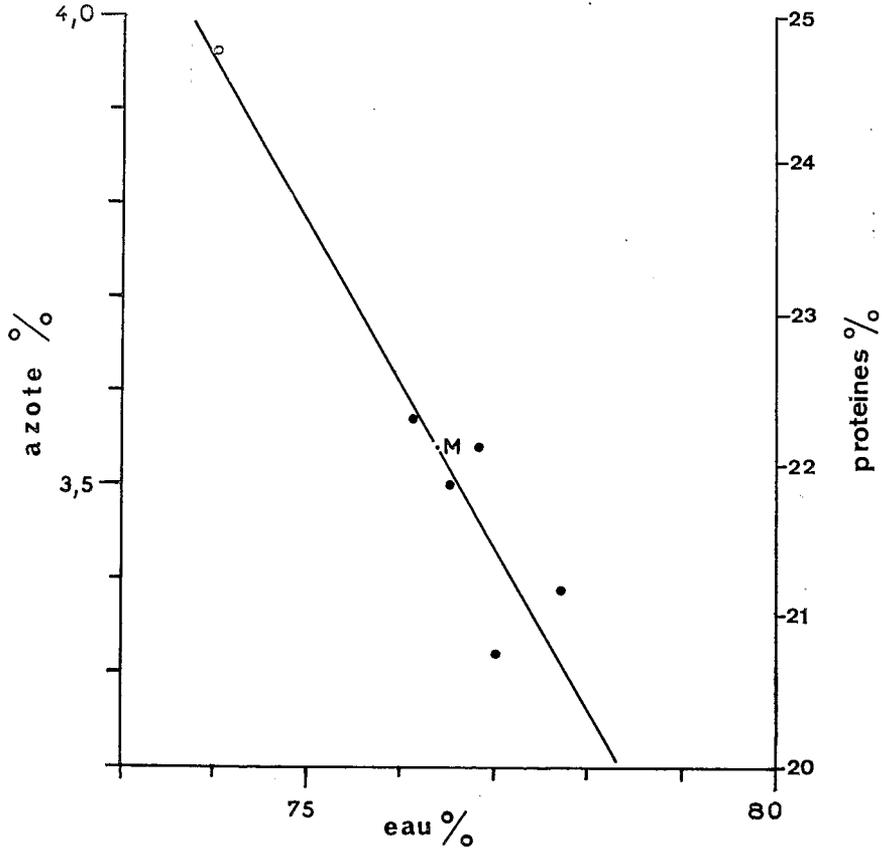


FIG. 12. — Corrélation eau-azote au niveau de l'espèce pour le muscle blanc des *Caranx ignobilis*. Moyennes : eau 76,35 p. 100; azote 3,54 p. 100; protéines 22,12 p. 100. $b = -0,17$ p. 100 d'azote pour une augmentation de 1 p. 100 d'eau (ou bien $-1,06$ p. 100 de protéines pour une augmentation de 1 p. 100 d'eau) $P = 0,01$.

D. Corrélation entre la taille des poissons et leur composition globale

On peut s'attendre à ce que les différences de composition globale soient en relation avec la taille des animaux. Les *C. ignobilis* les plus petits (I et IV) contiennent en effet très peu de lipides dans le muscle blanc, comme dans le muscle rouge, alors que les plus grands (V et VI) ont le muscle blanc légèrement plus gras et le muscle rouge nettement plus gras que les précédents (tabl. V).

TABLEAU V
 Comparaison de la taille et de la teneur en lipides
 chez *Caranx ignobilis*

Individu	Taille	Teneurs en lipides au niveau A	
		Muscle rouge	Muscle blanc
		p. 100	p. 100
I.....	65,0	1,32	0,56
IV.....	67,5	1,29	0,49
V.....	83,0	24,20	1,06
VI.....	83,0	12,89	0,84

Les recherches de corrélations entre la taille et la composition globale chez les trois espèces ont abouti à des résultats significatifs uniquement dans le cas des lipides des muscles rouges de *C. ignobilis*, où le phénomène est le plus net : lorsque la taille des poissons augmente, la teneur en lipides s'élève (fig. 13). Les données actuelles étant insuffisantes, une étude portant sur une centaine de carangues est en cours afin de préciser l'influence du développement de ces poissons sur la composition musculaire.

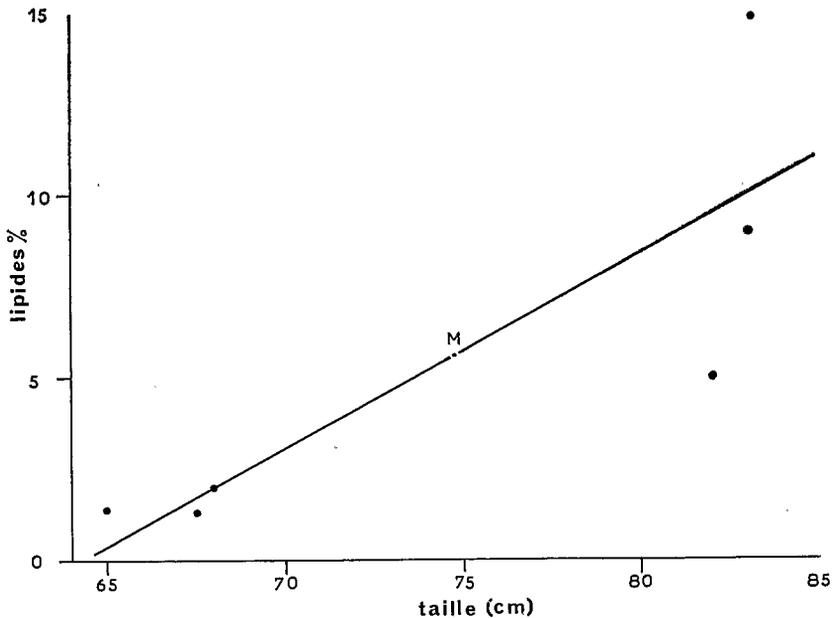


FIG. 13

Effet de la taille des poissons sur la teneur en lipides des muscles rouges de *Caranx ignobilis*.
 Moyennes : taille 74,75 cm; lipides 5,57 p. 100. $b = + 5,1$ p. 100 de lipides pour une augmentation de taille de 10 cm. $P = 0,05$.

CONCLUSION

L'étude de la composition globale des muscles de trois espèces de carangues a montré que la composition de ces poissons varie d'un individu à l'autre. Pour un même individu, le muscle blanc contient moins de lipides, plus d'azote et plus d'eau que le muscle rouge. La composition du muscle blanc est sensiblement la même d'une extrémité à l'autre de l'animal. Le muscle rouge au contraire, contient plus de lipides dans la partie antérieure du poisson, plus d'eau et d'azote dans la partie postérieure. D'autre part, lors de l'engraissement de l'animal, les lipides du muscle rouge s'accumulent principalement dans la partie antérieure.

Les pourcentages d'eau et de lipides varient en sens inverse l'un de l'autre. Il en est de même des pourcentages d'eau et d'azote dans le muscle peu gras, qu'il soit blanc ou rouge. Par contre, les pourcentages d'eau et d'azote varient dans le même sens dans le muscle rouge, lorsqu'il est riche en lipides. Une corrélation entre l'accroissement de taille et la composition n'a été trouvée que pour les lipides des muscles rouges de *Caranx ignobilis* (corrélation positive).

Un travail en cours portant sur une centaine d'individus permettra peut-être de préciser ce qui n'a pu l'être ici en raison du petit nombre d'individus étudiés.

Les résultats bruts des calculs statistiques ont été ronéotypés et sont à la disposition des lecteurs : FRONTIER-ABOU (D.) 1968. ORSTOM NOÛYBÉ. Doc. multigr. n° 3.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANON, *Boln. Inst. esp. Oceanogr.*, 1962, n° 107.
2. AREVALO A., *Boln. Inst. esp. Oceanogr.*, 1948, n° 8, 13 p.
3. BAILEY B.E., *Fish. Res. Bd. Canada. Progr. Rep. Pacific Coast Station*, 1950, n° 84, 68-69.
4. BAILEY B.E., *Fish. Res. Bd. Canada Progress Reports Pacific Coast Stations*, 1951, n° 88, 61.
5. BRAEKKAN O.R., *Nature*, 1956, **178**, 747-748.
6. BRANDES C.H., DIETRICH R., *Veröffentl. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven*, 1953, **2**, 122-134.
7. BRANDES C.H., DIETRICH R., *Fette und Seifen*, 1953, **55**, 533-541.
8. BRANDES C.H., DIETRICH R., *Fette und Seifen*, 1956, **58**, 433-439.
9. BRANDES C.H., DIETRICH R., *Veröffentl. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven*, 1958, **5** (3), 299-305.
10. CARNETT A., ALOI G., *Quaderni Nutriz.*, 1934, **1**, 49-52..
11. CHANNON H.J., SABY M. K. E., *Biochem. J.*, 1932, **26**, 2021-2034.
12. CHARI S. T., *Ind. J. Med. Res.*, 1948, **36**, 253-259.
13. CHIDAMBARAN K., KRISHAMURTHY C. G., VENKATARAMAN R., CHARI S. T., *Proc. Ind. Acad. sci.*, 1951, **B**, **35** (2) p. 43-68.
14. CLARK E. D., ALMY L. H., *J. Biol. Chem.*, 1918, **33**, 484-490.

15. DEL RIEGO A. F., *Bol. Inst. esp. Oceanog.*, 1948, **2**, (12), 15 p.
16. DIETRICH R., *Proc. Sympos. on Cured and Frozen Fish Technol.* 1953. *Swed. Inst. Food preservation research, Göteborg*, 1954, Publ. n° 100, paper XI, 5 p.
17. EL SABY M. K., *Rep. Commn. Int. Explor. Medit.*, 1934, **8**, 127-143.
18. FRAGA F., *Inv. Pesq.*, 1955, **2**, 21-31.
19. FOURMANOIR P., *Mém. Inst. Sci. Madagascar, série F*, 1957, **1**, 1-325.
20. FURNESTIN J., *Rev. Trav. Office des pêches maritimes*, 1945, **23**, (2), 221-386.

21. HART J. L., TESTER A. L., BEALL D., TULLY J. P., *J. Fish Res. Bd. Canada*, 1940, **4** (5), 478-490.
22. JACQUOT R., in BORSTROM. *Fish as food*, 1961, **1** p. 145-209.
23. JACQUOT R., CREACH P. V., *Off. Sci. Tech. Pêches Maritimes*, Notes et rapports, 1950, n° 6, 48 p.
24. KARRICK N. L., CLEGG W., STANSBY M. E., *Comml. Fish. Rev.* 1956, **13**, 13-16.
25. KORDYL E., *Prace Morskiego Inst. Rybakiegow Gdynia*, 1951, **6**, 145-157.
26. KRVARIC M. et MUZINIC R., *Acta adriatica*, 1950, **4**, (8), 291-313.
27. LEVANIDOV J. P., *Rybnoe Khozy*, 1950, **26**, (2), 37-40.
28. LOVERN J. A., WOOD M. A., *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 1937, **22** (1), 281-297.
29. MANNAN A., FRASER D. I., DYER W. J., *J. Fish Res. Bd. Canada*, 1961, **18** (4), 495.
30. MANNAN A., FRASER D. I., DYER W. J., *J. Fish Res. Bd. Canada*, 1961; **18** (4), 483.

31. MARIA JESUS DEL VAL, *Chem. Abstr.*, 1946, **40**, 2903.
32. MORAWA F. W., *Fischwirt*, 1954, **11**, 325-328.
33. PERISSÉ J. et LE BERRE S., *Ann. Nutr. Aliment.*, 1957, **11** (5), 70-89.
34. SMITH J. L. B., The sea fishes of Southern Africa. *Central News Agency Editors South Africa*, 1953, 580 p.
35. STANSBY M. E., LEMON J. M., *Ind. Eng. Chem.*, 1941, **9**, 341-343.
36. STANSBY M. E., U.S. *Fish Wild. Serv. Fishery Leaflet.*, 1953, **116**, 1-14.
37. TSUCHIYA Y., HATA M. et Coll., *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 1953, **19**, (4), 513-517.
38. VAN WYK G. F., *J. Soc. Chem. Ind. London*, 1944, **63**, 367-377.
39. VENKATARAMAN R., CHARI S. T., *Proc. Ind. Acad. Sci.*, 1951, B, **33**, 126-134.

**ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**
— 15, quai Anatole-France, PARIS-7^e —

**ANNALES DE LA NUTRITION
ET
DE L'ALIMENTATION**

REVUE BIMESTRIELLE

Publiée sous l'égide du
CENTRE NATIONAL DE COORDINATION DES ÉTUDES
ET RECHERCHES SUR LA NUTRITION ET L'ALIMENTATION

Présidents du Comité de rédaction :

- E. F. TERROINE, professeur honoraire à l'Université de Strasbourg, directeur du Centre national de Coordination des Études et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Président honoraire de l'Union internationale des Sciences de la Nutrition.
- R. JACQUOT, directeur du Centre de Recherches sur la Nutrition (Centre national de la Recherche scientifique).

Rédacteur en chef :

M^{lle} A. GAUCHER, C.N.E.R.N.A., 71, boulevard Pereire, Paris (17^e). Tél. : CARnot 66-24
à 28 Poste 371.

9 562105 5