

ESTIMATION DE L'INGERE PROTEIQUE PAR EVALUATION DU SOUFRE URINAIRE CHEZ LES ENFANTS DE YAOUNDE.

F. NGUIMATSIA*

F. DELPEUCH*

RESUME

Les quantités de protéines animales consommées ainsi que l'excrétion du soufre urinaire ont été mesurées chez deux groupes d'enfants de Yaoundé.

Les corrélations entre les protéines animales ingérées et le rapport soufre urinaire/créatinine ont été calculées dans le but d'apprécier la validité de ce rapport comme indicateur de la consommation en protéines.

Bien que significative, la corrélation entre soufre des sulfates créatinine et quantités des protéines animales consommées n'apparaît pas suffisamment élevée pour que ce rapport puisse être utilisé au niveau individuel. Le rapport soufre des sulfates/créatinine pourrait néanmoins être utile pour comparer les apports en acides aminés soufrés chez deux populations.

ABSTRACT

Animal protein intake and urinary sulfur were measured in two groups of children in Yaounde.

Correlations between animal protein intake and urinary sulfur/creatinine ratio were calculated in order to appreciate the validity of that ratio as an indice of assessment of protein intake.

Although significant, the correlation between the inorganic sulfate sulfur/creatinine ratio and the animal protein intake did not appear high enough to generalise the use of that ratio to an individual basis. The inorganic sulfate sulfur/creatinine ratio could however be useful in comparing the sulfur amino-acid intake of two populations.

INTRODUCTION

La récente enquête nationale sur la nutrition a montré qu'au Cameroun la malnutrition protéino-énergétique chronique touche une partie importante de la population des enfants d'âge préscolaire. Dans un grand nombre de cas la carence et le déséquilibre en protéines des régimes jouent un rôle déterminant dans l'apparition de la malnutrition chez des jeunes enfants.

L'évaluation de la qualité et de la quantité des protéines ingérées par un groupe de population donnée pourrait ainsi constituer l'un des facteurs importants d'un système de surveillance nutritionnelle. Un test biochimique simple et rapide qui permettrait d'apprécier quantité et qualité des protéines serait particulièrement utile et éviterait d'avoir recours à des enquêtes alimentaires toujours dispendieuses. Diverses méthodes qui reflètent le régime alimentaire au moment de l'enquête et surtout de la consommation d'un nutriment particulier ont été testées. C'est ainsi que de 1958 à 1977 plusieurs travaux ont été consacrés à ce sujet.

* Centre de Nutrition, Institut de Recherches Médicales et d'Etudes des Plantes Médicinales, Yaoundé.

Après avoir étudié des régimes à base d'aliments venant du Sénégal, de Jamaïque, de Gambie, du Nigéria et de Grande-Bretagne, MILLER et NAISMITH (1958) ont montré qu'il existe une corrélation entre le soufre urinaire et la valeur protéique nette. En 1982 ARROYAVE a montré que l'excrétion urinaire de l'urée à jeun et particulièrement son rapport avec la créatinine est un test d'information des dépenses métaboliques en protéines du corps (1962). PELLETT suggère que les rapports soufre urinaire/azote et soufre des sulfates/créatinine pourraient être un indice de la qualité des protéines consommées (1963). Cette hypothèse s'appuie sur les travaux de MILLER et MUMFORD qui ont montré que l'excrétion du soufre inorganique total par 24 heures est proportionnelle à la valeur des protéines ingérées et sur ceux de la LASSALE, TAGGLE et DONOSO (1964) qui ont montré de leur côté qu'il existe une relation linéaire entre le rapport soufre/azote de l'urine et celui du régime.

En 1970, SIMMONS et BOHDAL, au cours d'une enquête transversale sur la nutrition menée dans 5 régions rurales du Kenya, ont étudié quelques paramètres biochimiques en rapport avec la nutrition protéino-calorique. Ces auteurs indiquent que le rapport des amino-acides plasmatiques, le quotient azote uréique/créatinine, le rapport soufre inorganique/créatinine sont, parmi les épreuves biochimiques utilisées, celles qui permettent le mieux d'apprécier l'état de nutrition protéino-énergétique des populations. D'autre part des revues bibliographiques relatives à ces problèmes ont été réalisées par SIMMONS (1973) et OSANCOVA (1974). Ce dernier propose trois tests biochimiques destinés à évaluer la qualité des protéines du régime :

- . rapport azote total/créatinine
- . rapport sulfate total/azote total
- . rapport sulfate total/azote de l'urée

Dans un travail récent, RAJATASILPIN et col. (1975) ont étudié le rapport soufre des sulfates inorganiques/créatinine chez les enfants d'âge préscolaire en THAILANDE. N'DIAYE, ROUGEREAU, GORE (1977) ont également proposé des tests biochimiques permettant le dépistage de la malnutrition protéino-énergétique. Parmi ces tests, on retrouve le rapport urée urinaire/créatine urinaire et le rapport soufre total urinaire/créatine urinaire. A travers cette rapide revue bibliographique, il apparaît que la possibilité d'utiliser le soufre urinaire pour apprécier l'ingéré et la qualité des protéines alimentaires a retenu l'attention de nombreux auteurs.

Dans les urines le soufre se présente sous trois formes :

- le soufre des sulfates
- le soufre des dérivés sulfoconjugués (composés de l'acide sulfurique avec les corps de la série aromatique)
- le soufre complètement oxydé des combinaisons organiques (taurine, cystine, urochrome).

La plus grande partie du soufre excrété dans les urines est sous forme de sulfates ; le pourcentage de soufre excrété sous forme de sulfates inorganiques est variable et dépend du niveau d'ingestion du soufre. Les deux autres formes de soufre sont moins influencées par le régime et leur excrétion tend à être constante quel que soit le régime. Les apports de soufre sont principalement représentés par le soufre organique des acides aminés soufrés libérés par digestion des matières protéiques. La teneur en amino-acides soufrés des matières azotées alimentaires est très variable et constitue un facteur important de la qualité des protéines. Les protéines d'origine animale sont en général assez bien pourvues en acides aminés soufrés. On peut ainsi espérer par le dosage du soufre des sulfates urinaires, avoir une estimation de la quantité des protéines d'origine animale ingérées et donc de la qualité globale des protéines du régime.

Le but de notre travail consiste, par le biais d'une étude de corrélation entre protéines ingérées et soufre des sulfates excrétés, à évaluer la validité du dosage du soufre des sulfates urinaires pour estimer les quantités de protéines totales ou de protéines d'origine animale consommées à un moment donné.

Etant donné la difficulté d'obtenir les urines de 24 heures chez les jeunes enfants, nous avons utilisé un rapport indépendant des variations de volume urinaire : le rapport sulfate inorganique/créatinine, la quantité de créatinine excrétée étant indépendante du régime alimentaire.

METHODOLOGIE

Appréciation des protéines du régime et prélèvement d'urines

Notre étude porte sur deux séries d'enfants : la première est un groupe de 27 nourrissons de YAOUNDE de 6 à 25 mois sur lequel était réalisée une enquête alimentaire par questionnaire. Un prélèvement d'urines du matin a été effectué. La deuxième série comporte 48 enfants de 15 à 84 mois pris au hasard dans 5 quartiers de YAOUNDE. La moyenne d'âge de ces enfants est de 60 mois. Nous avons évalué par pesée des aliments, la totalité des protéines d'origine animale consommées pendant deux jours consécutifs. Une récolte d'urines a été effectuée le 3ème jour sur les enfants à jeun. Ces urines additionnées de quelques cristaux de thymol ont été conservées à 18°C en attendant les analyses.

Analyse des échantillons d'urines :

Dosage du soufre urinaire :

— Méthode :

Pour doser le soufre dans les urines nous avons emprunté la méthode exposée dans le manuel de biochimie pratique de J. RODIER et R. MALLEIN (1973). Le soufre est dosé sous forme de sulfates. Les sulfates sont précipités en milieu légèrement chlorhydrique sous forme de sulfate de baryum. Le précipité obtenu est stabilisé par une solution de «tween 20» et les suspensions homogènes obtenues sont examinées au spectrophotomètre EPPENDORF, (longueur d'onde : 623 nanomètres).

Evaluation de la méthode :

— Reproductibilité

Pour évaluer la précision de la méthode, nous avons répété 48 fois de suite la mesure d'une même urine et étudié la dispersion des résultats. Le tableau ci-dessous montre que pour une valeur moyenne de 2.410 mg/l de sulfate, l'écart-type est de 0,99 et le coefficient de variation est de 4,12. La reproductibilité de la méthode apparaît satisfaisante.

Tableau 1. Précision de la mesure des sulfates dans l'urine

Nombre de mesures du même pool	48
Concentration moyenne mg/l SO ₄	2 410
Ecart-type	0,99
Coefficient de variation	4,12

— Essais de conservation :

Ces essais ont été par comparaison des moyennes. Sur l'urine fraîchement prélevée, l'analyse est faite 5h30 après le prélèvement sur thymol. La comparaison des résultats obtenus après différents modes de conservation est effectuée par rapport au résultat trouvé sur l'urine fraîche.

Tableau 2. Temps et mode de conservation des urines

Temps de conservation	Conservation à température ambiante	Conservation au réfrigérateur (8° C)	Conservation au congélateur (-18° C)
1 jour	NS*		
2 -"-	NS		
3 -"-	NS		
4 -"-	NS	NS	
5 -"-	NS	NS	
6 -"-	NS	NS	
7 -"-	NS	NS	NS
8 -"-	NS	NS	NS
9 -"-	NS	NS	NS
10 -"-	NS	NS	NS
18 -"-	NS	NS	NS
4 mois			NS

NS* = non significatif

Les urines conservées pendant 5 jours à la température ambiante ne donnent pas de différence significative par rapport au premier jour.

Les urines conservées au réfrigérateur à 8° C pendant 10 jours ne donnent pas de différence significative par rapport au premier jour.

Les urines conservées au congélateur à -18° C pendant 4 mois ne donnent pas de différence significative.

— Dosage de la créatinine urinaire

L'addition de picrate alcalin à une partie aliquote de la dilution de l'urine conduit à une coloration rouge orange (réaction de JAFFE) ; la lecture se faisant pour chaque tube exactement après 20 minutes, au spectrophotomètre EPPENDORF à 492 nanomètres. L'intensité de la coloration obtenue est proportionnelle au taux de créatinine.

RESULTATS

Chez les nourrissons, on a dosé le soufre total qu'on a rapporté à la créatinine et on a calculé d'une part la corrélation entre le rapport soufre total/créatinine et la quantité de protéines animales ingérées par jour, et d'autre part le rapport soufre total/créatinine avec le rapport des protéines animales par kilogramme de poids corporel. Dans ce groupe, la quantité de protéines a été évaluée par une enquête par questionnaire.

Dans le second groupe d'enfants, on a dosé le soufre des sulfates inorganiques qu'on a rapporté également à la créatinine, et la corrélation entre le soufre des sulfates inorganiques/créatinine avec la quantité de protéines d'origine animale ingérées par jour a été également calculée.

Tableau 3. Résultats du premier groupe d'enfants

Nombre d'enfants	Soufre total/créatinine en mg de S/mg de créatinine moyenne	Protéines animales en g/jour moyenne	Protéines animales par Kg de poids corporel moyenne
27	729,9 ± 329,0	8,3 ± 4,1	0,91 ± 0,5

Le coefficient de corrélation entre l'indice soufre total/créatinine et les protéines animales est de :

$$r = 0,3728$$

équation de régression :

$$y = 0,005 x + 4,92$$

où y = protéines animales en g/jour.

x = soufre/créatinine en g S/mg de créatinine.

Le coefficient de corrélation entre le rapport soufre total/créatinine et les protéines animales/kg de poids corporel est de :

$$r = 0,4319$$

équation de régression :

$$y = 0,0007 x + 0,43$$

Tableau 4. Résultats du second groupe d'enfants

Nombre d'enfants	Soufre des sulfates inorganiques/ créatinine	Protéines animales en g/jour
	en g/mg de créatinine moyenne	moyenne
48	695,9 ± 322,2	15,50 ± 8,31

La corrélation entre le taux de protéines animales ingérées par jour et le soufre des sulfates inorganiques/créatinine est de :

$$r = 0,4184$$

équation de régression :

$$y = 0,011x + 7,99$$

DISCUSSION

Même dans les meilleures conditions de notre travail, nous n'avons pas obtenu de fortes corrélations de la quantité des protéines animales ingérées avec, d'une part le rapport soufre total/créatinine et d'autre part soufre des sulfates inorganiques/créatinine. Dans le premier groupe d'enfants l'indice soufre total/créatinine est faiblement corrélé avec les protéines animales ingérées par jour $r = 0,3728$. Ce coefficient de corrélation n'est pas significatif à 5 %. Le coefficient r^2 indique que 14 % seulement de la variance de la quantité de protéines d'origine animale peut être attribuée à sa régression linéaire avec le soufre total/créatinine. Le diagramme de dispersion (fig. 1) montre un nuage de points très dispersés. On note des points aberrants pour les valeurs très hautes de protéines animales. On constate cependant qu'en rapportant le taux de protéines animales ingérées au poids de chaque enfant, on améliore le coefficient de corrélation : $r = 0,4319$, ce coefficient est significatif à 5 %. Le diagramme de dispersion montre que la majorité des points sont groupés autour du point M : Centre de gravité du nuage des points (fig. 2). Comme précédemment, pour de fortes valeurs de protéines on a des points qui sont complètement hors du nuage.

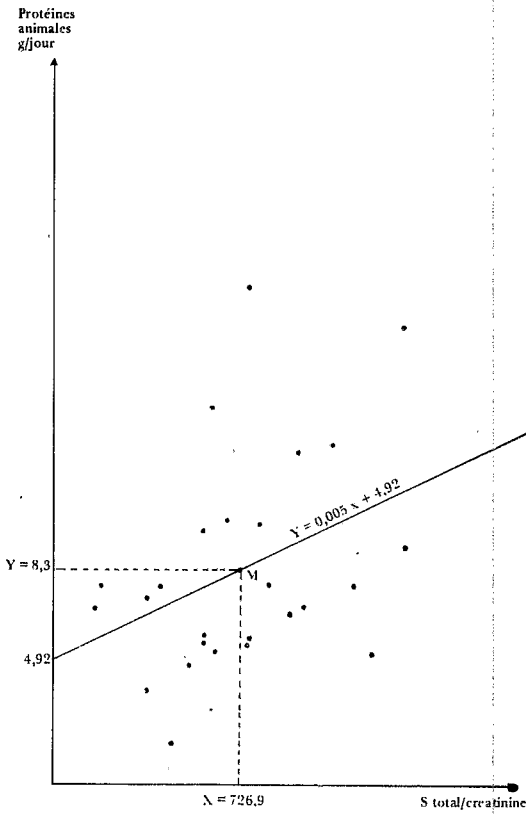


FIG. 1. Correlation entre le rapport soufre total sur créatinine et les protéines animales ingérées.

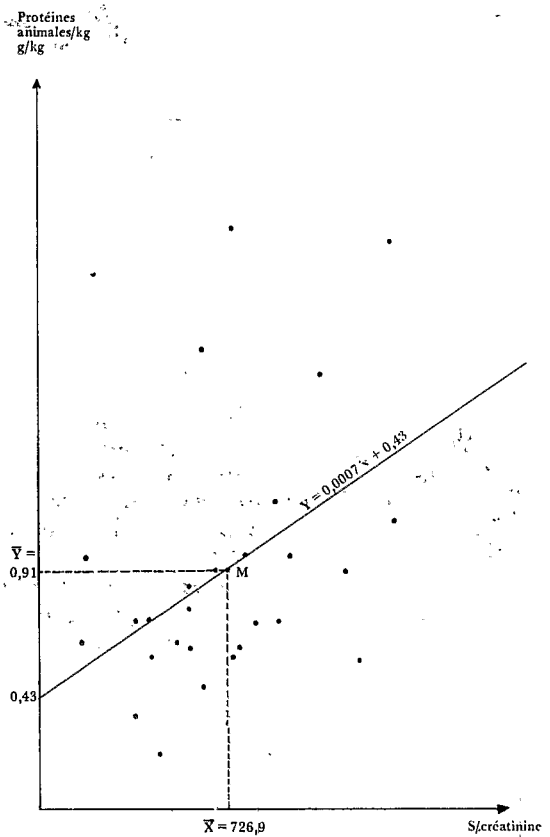


FIG. 2. Correlation entre soufre (total/créatinine) et les protéines animales ingérées rapportées au poids de chaque enfant.

Dans le deuxième groupe d'enfants, l'indice soufre des sulfates inorganiques/créatinine donne à peu près le même coefficient de corrélation que celui obtenu avec les protéines d'origine animale rapportées au poids des nourrissons : $r = 0,4184$. Ce coefficient est significatif même au seuil de 1 %. Cependant, la proportion de la variance de la quantité des protéines animales qui peut être attribuée au soufre urinaire reste faible : $r^2 = 17\%$. L'étude du diagramme de dispersion nous montre (fig. 3) que la majorité des points forme un nuage autour des valeurs moyennes des deux variables. Comme on l'a remarqué ci-dessus, on note quelques points très éloignés du nuage, ces points correspondent à des valeurs élevées de protéines ingérées. On peut donc penser à un seuil au-delà duquel la corrélation n'est plus valable.

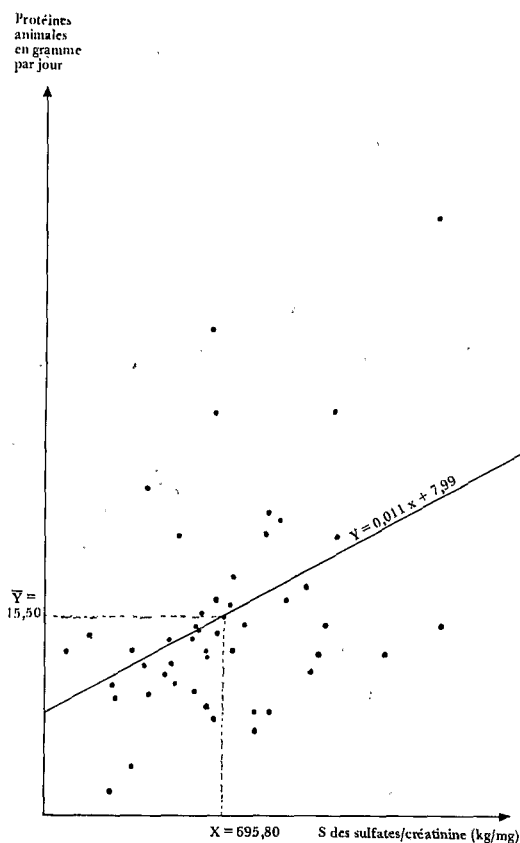


FIG. 3. Corrélation entre le rapport soufre des sulfates sur créatinine et les protéines animales ingérées.

Les résultats du deuxième groupe d'enfants sont comparables à ceux obtenus dans d'autres enquêtes réalisées en dehors du Cameroun. C'est ainsi qu'une étude menée dans un jardin d'enfants appartenant aux classes privilégiées à Nairobi au Kenya où l'on trouve des enfants africains, asiatiques et européens a donné les résultats consignés dans le tableau 5, comparables à ceux obtenus au Cameroun.

Tableau 5. Rapport sulfate inorganique/créatine (g de S/mg de créatinine) dans les urines des enfants africains, asiatiques, européens et camerounais

	Africains	asiatiques	européens	camerounais
Nombre d'enfants	45	14	28	48
Moyenne	619,4	658,0	729,5	695,8
Erreur standard	22,1	21,6	24,9	46,5

On constate que la moyenne des enfants camerounais est légèrement supérieure à celle des autres africains et asiatiques, et qu'elle se rapproche beaucoup de la moyenne des européens.

Dans une autre étude réalisée toujours au Kenya on a trouvé des différences significatives des valeurs du rapport soufre des sulfates inorganiques/créatinine entre les enfants africains vivant en milieu rural et ceux des familles aisées. Si nous comparons leurs résultats à ceux obtenus à Yaoundé, on constate que la moyenne du rapport soufre des sulfates/créatinine des enfants de Yaoundé est nettement supérieure à celle des enfants du Kenya (tableau 6). Cette valeur est proche de celle du groupe témoin.

Tableau 6. Rapport soufre inorganique/créatinine des enfants du Kenya et du Cameroun

	Groupe témoin	West Koguta	Masumbi	Uthiuni	Nyaamè	Yaoundé
Nombre d'enfants	87	85	58	82	78	48
Moyenne	668,9	435,5	495,3	386,3	460,3	695,8
Erreur standard	22,1	19,8	19,2	19,1	20,1	46,5

Il faut signaler que les résultats obtenus au Kenya sont les résultats d'une semaine d'enquête alors que les nôtres résultent de deux jours d'enquête.

En 1975, a été réalisée en THAÏLANDE, une étude identique sur des enfants d'âge préscolaire. Les résultats suivants ont été obtenus :

Tableau 7. Rapport soufre des sulfates inorganiques/créatinine chez les enfants d'âge préscolaire de Thaïlande et du Cameroun

	groupe appartenant au milieu moyen		groupe appartenant au milieu pauvre			
	Bankok	Bankok	Nakoum Rajsima	Chiengmaï	Chanta buie	Yaoundé
Moyenne	518,0	451,4	370,7	393,4	488,0	695,8
Erreur standard	24,6	26,0	17,9	19,7	25,7	46,5
Nombre d'enfants	36	27	34	43	25	48

On note des différences nettes entre les résultats obtenus au Cameroun et ceux obtenus en Thaïlande, même dans le milieu moyen de Bankok. Les résultats de l'enquête diététique correspondante comparés à ceux du Cameroun sont portés dans le tableau 8.

Tableau 8. Protéines d'origine animale consommées par tête et par jour (en grammes)

Age	groupe revenu moyen Bankok ville	groupe revenu bas zone rurale	groupe d'enfants de Yaoundé
2 ans	40,3	10,5	15,0
3 ans		16,3	14,0
4 ans	38,9	16,6	18,4
5 ans		14,7	20,1

Ce tableau montre que pour les enfants de 2 à 4 ans, les valeurs obtenues à Yaoundé sont nettement inférieures à celles de Bankok ville. Les quantités de protéines animales mesurées chez les enfants de 2 à 5 ans de Yaoundé sont supérieures à celles obtenues en zone rurale en Thaïlande, en revanche, elles sont sensiblement identiques chez les enfants de 3 à 4 ans si l'on compare les résultats des enquêtes alimentaires et des dosages de soufre/créatinine obtenus au Cameroun et en Thaïlande, il apparaît ainsi des différences importantes. A Bankok en dépit de quantités de protéines ingérées bien supérieures à celles de Yaoundé, l'indice soufre/créatinine est plus faible que celui de Yaoundé. En zone rurale des quantités équivalentes de protéines ingérées donnent des indices très inférieurs par rapport à ceux de Yaoundé, l'explication de ces différences est à rechercher, semble-t-il, au niveau de la nature des protéines animales consommées c'est-à-dire de leur composition en acides aminés soufrés, pouvant expliquer, en partie, les coefficients de corrélation relativement moyens obtenus entre les protéines animales ingérées et soufre excrété. Il convient, en effet, de rappeler que la méthionine constitue l'acide aminé limitant la plupart des protéines animales et que la teneur en acides aminés soufrés peut varier considérablement d'une protéine animale à l'autre : œuf 6 %, lait de femme 5,4 %, lait de vache 3,1 %, viande de bœuf 3,9 %, viande de zébu 5,3 %, poissons et crustacés de 4 à 6 % (12), la consommation de deux quantités identiques de protéines animales à teneur différente en acides aminés soufrés donnera, à l'évidence deux indices de soufre excrété différents.

La présente étude montre bien que le rapport soufre des sulfates/créatinine est relativement inadapté pour mesurer de manière précise au niveau des individus, les quantités de protéines animales ingérées. En revanche, cet indice peut être interprété comme une appréciation globale de la richesse en acides aminés soufrés des régimes. Il peut donc conduire à une appréciation très indirecte de la valeur protéique des régimes. A notre avis, son utilisation doit être limitée à la comparaison de groupes de population.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARROYAVE G., 1962 — The estimation of nutrient intake and nutritional status by biochemical methods: protein *Am. J. Cl. Nutr.*, 447.
2. ELLIOT., 1942 — The sulfur metabolism of children, *J. Nutr.*, N° 24, 257.
3. LASSALE, TAGLE., et DONOSO., 1964 — Relation linéaire entre le rapport soufre/azote de l'urine et celui du régime, *Nutrition Bromatologia, Toxicologia*, N° 3, 22.
4. MILLER D.S., and NAISMITH D.J., 1958 — A correlation between sulphur content and net-dietary-protein value. *Nature*. N° 27, 1786.

5. NDIAYE A.M., ROUGEREAU A. et GORE J., 1977 — Le dépistage de la malnutrition protéin-calorique, intérêt du dosage de la préalbumine sérique *Méd. et Nutr.*, N° 6, 423.
6. OSANCOVA K., 1974 — Correlation of food consumption and biochemical data in epidemiological survey of nutritional status. *Nutr. Diet.*, N° 20, 186.
7. PELLET P.L., 1963/1964 — Urinary sulfate sulphur as a mesure of protein value of diets. *Pub. Res. Coun.*, Wash., 24.
8. PION R. and FAUCONNEAU G., 1968 — Les ressources mondiales actuelles et futures en protéines indispensables pour l'alimentation de l'homme. Leurs possibilités d'utilisation. *Isotope studies on the Nitrogen chain*. International Atomic Energy Agency, Vienne.
9. RAJATASILPIN A., PUNCGAPONG F., Yamarat V., and PREWATANA P., 1975 — Growth and urinary metabolic excretion of pre-school children. *J. Med. Thailand*. N° 10, 515.
10. RODIER J. and MALLEIN R., 1973 — *Manuel de biochimie pratique à l'usage des laboratoires d'analyses médicales*. Paris, éd. Maloine.
11. SIMMONS W. K. and BIHDAL M., 1970 — Assessment of some biochemical parameters related to protein-calorie nutrition in children, *Bull. Hlth. Org.*, N° 42, 897.
12. SIMMONS W. K., 1973 — Use of the organic sulfate sulfur/creatinine in field studies. *Am. J. Clin. Nutr.*, N° 26, 72.