

## EFFETS DU NIVEAU DE L'INGERE EN FIBRES ALIMENTAIRES SUR LA DIGESTIBILITE DE L'AZOTE, CHEZ DEUX POPULATIONS AFRICAINES ...

A. CORNU \*\*

F. DELPEUCH\*\*

### RESUME

Des bilans digestifs ont été effectués chez 12 Camerounais, 6 Mofou (groupe I) dont le régime habituel, pauvre en aliments d'origine animale, comporte 4,8 pour cent d'insoluble formique et 6 Peul (groupe II) ayant un régime à 3,3 pour cent d'insoluble formique. Les 12 sujets ont reçu pendant 11 jours, successivement des régimes à 3,3 - 4,8 et 5,4 d'insoluble formique pour cent de matière sèche.

L'augmentation de l'ingéré en fibres se traduit dans le premier groupe d'individus par un accroissement important des matières fécales émises et des pertes azotées fécales. Le CUD<sub>a</sub> de l'azote passe ainsi de 64,1 à 50,6 pour cent. Les bilans azotés demeurent cependant positifs grâce à une meilleure utilisation métabolique et à des pertes azotées urinaires diminuées.

Dans le groupe II, l'effet des fibres alimentaires sur la digestibilité des autres nutriments est peu marqué. Ainsi le CUD<sub>a</sub> de l'azote passe de 66,6 à 63,1 pour cent. Les quantités d'insoluble formique dégradées augmentent simultanément avec les quantités ingérées (coefficient de corrélation  $r = 0,90$ ).

Dans les deux groupes les quantités de fibres dégradées sont importantes ce qui suggère la présence d'une microflore bien adaptée aux régimes alimentaires riches en fibres. Par contre les CUD<sub>a</sub> de l'azote sont faibles et on ne peut exclure une diminution des capacités digestives par altération de la muqueuse intestinale, conséquence d'un état nutritionnel antérieur déficient.

### Mots clés

Fibres alimentaires - digestibilité azotée - pertes fécales - pertes urinaires - bilan azoté - dégradation intestinale des fibres - Cameroun.

### ABSTRACT

*Digestibility measurements were carried out on a population of 12 Cameroonians, 6 Mofou (group I) whose habitual diet, deficient in animal products, supplies 4.8 grams of formic insoluble per 100 grams of dry matter, and 6 Peul (groupe II) whose diet supplies 3.3 percent of formic insoluble. Over an 11-day period, the 12 subjects received successive diets of 3.3, 4.8 and 5.4 percent of formic insoluble.*

*In groupe I the increase fiber intake resulted in an important rise in quantity of fecal matter excreted and of fecal nitrogen loss. The apparent digestibility of nitrogen dropped from 64.1 to 50.6 percent. Apparent nitrogen balances remained positive because of better metabolic utilization with reduced urinary nitrogen losses.*

\* Etude réalisée en 1978-1979.

\*\* Chercheurs ORSTOM. Laboratoire d'étude métabolique du Centre de Nutrition de l'Institut de Recherches Médicales et d'Etudes des Plantes Médicinales, D.G.R.S.T., B.P. 6163 Yaoundé.

LAHMAN.  
and phos-  
339-345.

- Dietary  
pp. 603-

ones de la  
IFA, Nou-

alimentaire  
ORSTOM -

M - YAO-

e sur l'ali-  
YAOUN-

w calcium  
al popula-

cular refe-  
10, n° 3,

que et fer.

SKJOLDE  
hydroxy-  
J., n° 53,

- Calcium  
lin. Nutr.,

e chez les  
Ann. de la

elation to

*In group II fiber-induced effects on digestibility of nutrients are lowest. Thus apparent digestibility of nitrogen dropped from 66.6 to 63.1 percent. Quantities of formic insoluble broken down correlate strongly with these ingested ( $r = 0.90$   $P < 0.001$ ).*

*All 12 men are marked by their ability to break down fairly large quantities of fiber. On the other hand, the nitrogen digestibility is reduced even for the diet poorest in fiber content and these results appear weak, compared with those obtained elsewhere under similar conditions. A diminution of digestive capacity, resulting from an alteration of mucous membrane, itself caused by anterior nutritive deficiency is not excluded.*

#### Key words

*Fiber content – nitrogen digestibility – faecal loss – urinary loss – nitrogen balance – intestinal degradation of fibers – Cameroon.*

#### INTRODUCTION

A la suite des observations et des études épidémiologiques de CLEAVE (1941) et de BURKITT et TROWELL (1975) toute une série de travaux récents fait état d'une carence en fibres des régimes alimentaires des pays occidentaux. L'étiologie de certaines maladies nutritionnelles et digestives, telles les diverticuloses et les maladies cardiovasculaires, pourrait ainsi être expliquée, du moins partiellement, par cette carence (CUMMINGS 1973, LEMONNIER 1978, FREXINOS 1979, WEILL 1978). L'enrichissement en fibres de la ration constitue donc une solution thérapeutique simple à la pathologie colique. C'est également un moyen de prévenir les maladies de surcharges, qui fait intervenir l'effet de désassimilation des autres nutriments provoqué par les fibres (TROWELL 1976). En effet, un excès de fibres alimentaires aboutit à un véritable gaspillage azoté, énergétique et minéral (SPILLER 1977).

Ce dernier point nous a amené à considérer au Cameroun des populations dont l'alimentation, caractérisée par la monotonie, réalise en permanence et depuis des générations des ingérés en fibres importants. C'est le cas des 3 groupes ethniques qui vivent essentiellement de céréales (MASSEYEFF 1959) telles que les mils et sorghos pour lesquels la technologie traditionnelle de préparation ne permet qu'un raffinage grossier des farines. Pour ces populations rurales, les apports protéiques sont essentiellement constitués par des protéines de céréales de valeur biologique moyenne. On peut se demander si l'association d'un important ingéré en fibres avec des apports faibles de protéines médiocres ne favorise pas un état de subcarence protéino-énergétique ou si au contraire il est apparu chez ces populations une physiologie d'accoutumance leur permettant de restreindre le gaspillage azoté qui accompagne habituellement un excès de fibres dans le régime.

Cette dernière hypothèse a été testée en étudiant la digestibilité de deux groupes d'individus consommateurs de sorgho, issus de deux populations différentes : l'une, issue de la montagne, consomme traditionnellement le sorgho entier ; l'autre vivant en plaine consomme le sorgho bluté.

#### METHODES

##### 1) Sujets

L'étude a été réalisée à Maroua (département du Diamaré), au Nord-Cameroun, à la fin de la saison sèche (mai-juin). Douze volontaires Camerounais adultes, âgés entre 19 et 25 ans, ont collaboré à cette étude :

– Six d'entre eux (Mofou) sont originaires du piémont des Monts Mandara, dont les populations sont agricoles. L'essentiel de leur alimentation est constitué

are lowest. Thus percent. Quantities ingested (r = 0.90

ly large quantities even for the diet with those obtain capacity, resulting prior nutritive defi-

ry loss - nitrogen

CLEAVE (1941) récents fait état entaux. L'étiologie verticuloses et les partiellement, par NOS 1979, WEILL solution thérapeu- e prévenir les mala- s autres nutriments fibres alimentaires (SPILLER 1977).

un des populations manence et depuis 3 groupes ethniques les que les mils et on ne permet qu'un apports protéiques e valeur biologique nt ingéré en fibres s un état de subca- ez ces populations e le gaspillage azoté

bilité de deux grou- lations différentes : rgho entier ; l'autre

au Nord-Cameroun, amerounais adultes,

es Monts Mandara, tion est constitué

h Sci.), n° 1-2 : 103-115

par la boule de sorgho entier, la consommation d'aliments d'origine animale étant très limitée et irrégulière (groupe I). Le terme «boule» désigne une préparation culinaire à base de farine, amenée à consistance de pâte par cuisson dans l'eau.

— Les six autres font partie du groupe ethnique Peul résidant en plaine où ils vivent de l'élevage et de la culture. La boule de sorgho constitue également l'essentiel de l'alimentation mais elle est consommée après un blutage préalable du sorgho, qui élimine une partie du son (groupe II).

L'examen clinique initial n'a révélé aucun signe de maladie et un déparasitage systématique a été réalisé par la distribution de 6 comprimés de Vermox (mebendazole) dosés à 100 mg, prise répartie sur 3 jours consécutifs au début de l'expérimentation. Les valeurs moyennes du poids et de la taille des deux groupes ne diffèrent pas significativement :

groupe I	172,0 ± 6,8 cm	58,6 ± 3,9 kg
groupe II	170,2 ± 4,9 cm	56,7 ± 5,4 kg

on enregistre toutefois un déficit général du poids en fonction de la taille, exprimé en pourcentage des standards de HARVARD (STUART 1959), soit respectivement 11,0 et 14,3 p. cent.

2) Régime

Les régimes ont été établis de telle sorte que chaque individu reçoit 45 Kcal (0,19MJ) par kg de poids corporel et par jour, 80 p. cent étant apportés par la céréale, les 20 p. cent restant étant apportés par une sauce à la viande dont la composition a été fixée une fois pour toutes en fonction des habitudes alimentaires locales.

Tableau 1. Composition du régime alimentaire alloué à un jeune homme adulte de 60 kg

Composants <sup>1</sup>	g/j	kcal/j	MJ/j
Farine de sorgho	630	2 160	9,03
viande de zébu, cuite	59,4	102	0,43
oignon frais	18,9	8	0,03
piment, poudre sèche	3,8	13,5	0,06
baobab, feuilles sèches	25,5	71,5	0,30
huile de coton	38,5	345	1,44
sel ordinaire	7,7	—	—
<b>analyse chimique</b>			
énergie		2 700 Kcal	11,29 MJ
protéines (N <sub>T</sub> x 6,25)		66,2 g	
lipides		64,2 g	
<b>énergie d'origine</b>			
protéique		9,8 p. cent	
lipidique		21,4 p. cent	
glucidique		68,8 p. cent	

1. partie comestible fraîche.

## Utilisation Protéique Moutte

L'ingéré protéique est de 1,1 g de protéines — dont l'UPN est proche de 50 (FAO 1970) — par kg de poids corporel, ce qui correspond à l'apport protéique de sécurité (OMS 1973). Les composants du régime figurent dans le tableau 1. La concentration énergétique de des aliments a été tirée des tables de composition de la FAO (WOOT-TSUEN 1970). La ration journalière est répartie en deux repas distribués à 12 et 19 heures, en accord avec les habitudes alimentaires locales.

Trois types de régime (A, B, C) ne variant que par le degré de blutage de la farine de mil employée pour préparer la boule ont été testés :

A.— Régime à base de farine de mil dite blutée obtenue par pilonnage intensif des grains qui ne permet qu'une élimination incomplète du péricarpe. Cette farine contient 2,4 g d'insoluble formique p. cent g de matière sèche, ce qui porte la teneur en insoluble formique du régime à 3,3 p. cent.

Ce régime est typique des régions de plaine. En fait, cette farine préparée manuellement, comparée aux farines industrielles, se situe entre une farine bise de blé extraite à 85 p. cent et une farine de mouture intégrale du blé (GUILLEMET et al. 1945).

B.— Régime à base de farine de mil entière. Un pilonnage succinct permet d'éliminer glumes et glumelles, les couches périphériques demeurant fixées au grain. Cette farine contient 4,2 g d'insoluble formique p. cent de matière sèche, ce qui porte la teneur en insoluble formique du régime à 4,8 g p. cent. Ce régime est typique des régions de montagne.

C.— Régime surchargé en son de mil : les débris d'enveloppe recueillis au moment de la préparation de la farine de mil blutée sont ajoutés à une farine de mil entière dans la proportion de 15 g d'issues de meunerie pour 100 g de farine entière. La composition chimique de ces issues est présentée dans le tableau 2. La teneur en insoluble formique du régime est de 5,4 p. cent de la matière sèche, celle du mélange de farine et de son étant de 5,0 p. cent.

Tableau 2. Composition chimique des issues de meunerie utilisées pour compléter le régime de farine entière (p. cent de la matière fraîche)

eau	10,3
protéines	7,0
lipides	5,2
insoluble formique	7,9

Les trois types de farine ont été préparés avec le même moulin. Les trois régimes ont été testés dans les deux groupes ethniques. Une période d'adaptation de cinq jours précède la période expérimentale de six jours consécutifs, décomposée en deux périodes de trois jours. Ce protocole nous a permis de vérifier pour chaque individu la répétabilité des mesures effectuées. Les différentes phases de l'expérimentation sont décrites dans le calendrier suivant :

Groupe I Population de montagne	Groupe II Population de plaine
Régime B	Régime A
5 jours adaptation	5 jours adaptation
2 x 3 jours expérimentaux	2 x 3 jours expérimentaux

### Régime A

5 jours adaptation  
2 x 3 jours expérimentaux

### Régime B

5 jours adaptation  
2 x 3 jours expérimentaux

### Régime C

5 jours adaptation  
2 x 3 jours expérimentaux

### Régime C

5 jours adaptation  
2 x 3 jours expérimentaux

Tout au long de l'expérimentation le poids corporel des sujets a été maintenu constant. Toutefois, à l'intérieur du groupe II quelques refus ont été enregistrés avec le régime surchargé en son (C), de très mauvaise acceptabilité organoleptique. L'eau de boisson a été distribuée ad libitum.

### 3) Recueil d'échantillons

Les urines ont été recueillies chaque jour et conservées par l'adjonction de 0,25 p. cent d'une solution à 10 p. cent de thymol dans l'isopropanol avant d'être congelées. L'excrétion journalière de créatinine a été mesurée afin de vérifier que la totalité des urines émises a été collectée. Les fécès correspondant à chaque période expérimentale ont été recueillies en totalité. Un gramme de carmin a été utilisé comme marqueur au début et à la fin de chaque période. Les fécès ont été congelées après avoir été aspergées d'éthanol. Les bilans azotés calculés sont apparents et ne tiennent compte ni des pertes cutanées ni des pertes mineures. Il en est de même pour le calcul des coefficients d'utilisation digestive ( $CUD_a$ ) qui ne tiennent pas compte des pertes endogènes.

### 4) Méthodes analytiques

- teneur en eau : dessiccation à l'étuve à 105°C jusqu'à masse constante
- teneur en azote total : selon la méthode de Kjeldahl («Prolabo», notice E 1732 02) après minéralisation sulfurique en présence de catalyseur au sélénium. Coefficient de conversion de l'azote en protides = 6,25
- teneur en lipides totaux : extraction par l'éther de pétrole au Soxhlet pendant dix heures sans hydrolyse préalable
- teneur en insoluble formique : technique de GUILLEMET et JACQUOT (1943). Cette technique permet de déterminer approximativement la somme cellulose + lignine + quelques générateurs de furfural.
- teneur en créatinine : selon la méthode de HUSDAN et RAPOPORT (1968).

### 5) Analyse statistique

Les comparaisons de moyennes ont été calculées par le test t de Student et par le test U de Mann Whitney. Le calcul des corrélations a été réalisé selon SNEDECOR (1957). Le seuil de signification a été fixé à  $P < 0,05$ .

## RESULTATS

### 1) Excrétion urinaire de créatinine et d'azote

L'excrétion journalière moyenne de créatinine se maintient à un niveau constant tout au long de l'expérimentation (tableau 3). On note que les pertes d'azote urinaire ont la valeur moyenne la plus élevée avec le régime bluté. Dans le groupe I elles diminuent progressivement lorsqu'on passe du régime A aux régimes B et C.

Tableau 3. Excrétion journalière de créatinine et d'azote urinaires et bilans azotés des deux groupes ethniques suivant la nature des régimes

Sujets	Créatinine mg/j/kg poids			Azote g/j			Bilan azoté g/j			
	Régime A	Régime B	Régime C	Régime A	Régime B	Régime C	Régime A	Régime B	Régime C	
Groupe I	1	22	25	26	5,81	5,36	5,75	1,55	-0,48	0,16
	2	25	26	23	6,55	5,58	4,51	1,84	0,43	0,86
	3	21	19	21	3,44	3,26	3,45	3,41	2,82	2,16
	4	22	24	22	4,65	4,80	3,54	2,21	0,58	2,79
	5	24	25	21	5,69	4,60	4,36	2,04	1,32	1,43
	6	26	23	21	7,63	5,10	5,58	0,97	1,43	1,04
moyenne	23,33 <sup>a</sup>	23,67 <sup>a</sup>	22,23 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	4,78 <sup>a,b</sup>	4,53 <sup>b</sup>	2,00 <sup>a</sup>	1,02 <sup>b</sup>	1,41 <sup>ab</sup>	
écart type	1,97	2,50	1,97	1,44	0,83	0,98	0,82	1,12	0,95	
Groupe II	7	16	21	22	4,63	5,27	5,58	1,61	1,28	0,01
	8	22	22	22	4,48	4,97	4,73	2,44	2,32	2,06
	9	25	23	23	6,31	5,45	5,99	0,74	0,63	-0,19
	10	20	19	18	5,42	5,06	4,41	2,52	1,82	2,38
	11	26	21	24	7,21	4,68	6,27	1,68	3,06	1,00
	12	22	23	22	4,33	3,79	5,35	3,27	2,43	0,44
moyenne	21,67 <sup>a</sup>	21,50 <sup>a</sup>	21,83 <sup>a</sup>	5,40 <sup>a</sup>	4,87 <sup>a</sup>	5,39 <sup>a</sup>	2,04 <sup>a</sup>	1,92 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>	
écart type	3,44	1,52	2,04	1,16	0,59	0,72	0,88	0,87	1,21	

1. à l'intérieur d'un même groupe les valeurs moyennes qui ne présentent pas de lettres communes différent significativement au seuil 0,05.

Tableau 4. Débit journalier de quelques constituants chimiques globaux des fécès émises par les deux groupes ethniques suivant la nature des régimes

Régime	Débit (g/j) <sup>1</sup>	Groupe I <sup>2</sup>		Groupe II		I v. II P
Régime A	matière fraîche	209,6	52,1 <sup>a</sup>	213,5	112,9 <sup>a</sup>	NS
3,3 g IF p. cent g de	matière sèche	53,7	8,6 <sup>a</sup>	51,6	14,2 <sup>a</sup>	NS
M.S. du régime	azote	4,27	0,82 <sup>a</sup>	3,77	0,98 <sup>a</sup>	NS
	insoluble formique	5,62	1,25 <sup>a</sup>	5,91	2,49 <sup>a</sup>	NS
Régime B	matière fraîche	361,7	81,2 <sup>b</sup>	228,9	49,1 <sup>a</sup>	<0,01
4,8 g IF p. cent g de	matière sèche	81,5	12,0 <sup>b</sup>	57,9	11,7 <sup>ac</sup>	<0,01
M.S. du régime	azote	4,71	0,51 <sup>a</sup>	3,55	0,70 <sup>a</sup>	<0,01
	insoluble	12,41	3,13 <sup>b</sup>	7,12	1,60 <sup>a</sup>	<0,01
Régime C	matière fraîche	425,6	93,6 <sup>b</sup>	285,5	77,6 <sup>a</sup>	<0,02
5,4 g IF p. cent g de	matière sèche	100,4	15,1 <sup>c</sup>	73,7	16,2 <sup>bc</sup>	<0,02
M.S. du régime	azote	5,81	0,79 <sup>b</sup>	3,64	0,79 <sup>a</sup>	<0,001
	insoluble formique	16,53	4,12 <sup>b</sup>	9,14	2,68 <sup>a</sup>	<0,01

1. moyenne  $\pm$  écart-type

2. à l'intérieur d'un même groupe les valeurs moyennes qui ne présentent pas de lettres communes différent significativement au seuil 0,05.

Tableau 5. Composition des fécès émises par chacun des deux groupes ethniques suivant la nature des régimes (p. cent de la matière fraîche)

Tableau 5. Composition des fécès émises par chacun des deux groupes ethniques suivant la nature des régimes (p. cent de la matière fraîche)

	GROUPE I <sup>1</sup>			GROUPE II			I V. II		
	régime A	régime B	régime C	régime A	régime B	régime C	A	B	C
eau	73,53 ± 4,07 <sup>a</sup>	77,11 ± 2,03 <sup>a</sup>	76,00 ± 2,15 <sup>a</sup>	73,32 ± 5,38 <sup>a</sup>	74,49 ± 2,54 <sup>a</sup>	73,78 ± 2,34 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
insoluble formique	2,72 ± 0,35 <sup>a</sup>	3,44 ± 0,45 <sup>b</sup>	3,87 ± 0,52 <sup>b</sup>	2,88 ± 0,44 <sup>a</sup>	3,12 ± 0,38 <sup>a</sup>	3,18 ± 0,35 <sup>a</sup>	NS	NS	<0,03
protides p. cent MF	13,11 ± 2,23 <sup>a</sup>	8,36 ± 1,30 <sup>b</sup>	8,77 ± 1,56 <sup>b</sup>	12,13 ± 2,58 <sup>a</sup>	9,82 ± 1,30 <sup>a</sup>	8,10 ± 1,08 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
protides p. cent MS	49,46 ± 3,03 <sup>a</sup>	36,37 ± 3,27 <sup>b</sup>	36,30 ± 4,11 <sup>b</sup>	45,45 ± 2,46 <sup>a</sup>	38,42 ± 2,38 <sup>b</sup>	30,82 ± 2,36 <sup>c</sup>	<0,05	NS	<0,02

1. à l'intérieur d'un même groupe les valeurs moyennes qui ne présentent pas de lettres communes diffèrent significativement au seuil 0,05.

## 2) Emissions des matières fécales

Les quantités de matières sèches fécales émises chaque jour augmentent avec la richesse en insoluble formique du régime (tableau 4). L'effet est plus marqué dans le groupe I qui double les excrétions fécales de matières sèches en passant du régime bluté au régime surchargé en son. Le groupe II présente des valeurs moyennes inférieures à celles enregistrées dans le groupe I hormis celles relatives au régime bluté. Les corrélations entre les quantités d'insoluble formique ingérées et les quantités de matières sèches fécales émises sont hautement significatives, les coefficients étant respectivement 0,84 ( $P < 0,001$ ) pour le groupe I et 0,74 ( $P < 0,001$ ) pour le groupe II.

Alors que les pertes fécales d'azote augmentent fortement dans le groupe I, elles se maintiennent à un niveau constant dans le groupe II. Des refus légers ayant été enregistrés chez quelques individus du groupe II lors de la consommation du régime surchargé en fibres, le  $CUD_a$  de l'azote dans ce régime s'en trouve diminué. Toutefois on remarquera dans ce groupe l'absence de corrélation entre les quantités d'insoluble formique ingérées et les quantités d'azote fécal ( $r = 0,30$  NS) alors que dans la groupe I cette corrélation est fortement significative ( $r = 0,68$   $P < 0,001$ ).

La teneur en eau des fécès ne varie pas avec le type de régime, dans l'un ou l'autre groupe d'individus (tableau 5). Parallèlement nous n'avons pas mis en évidence de corrélation significative entre la teneur en eau et la teneur en insoluble formique des fécès. Le coefficient de corrélation est de - 0,15 pour l'ensemble des périodes expérimentales ( $n = 72$ ). Pour chaque régime, les concentrations en protides des fécès émises par l'un ou l'autre groupe ne diffèrent pas significativement. On note toutefois que les fécès consécutives à l'ingestion du régime bluté sont les plus riches en protides. Enfin les teneurs en insoluble formique des fécès augmentent légèrement avec la richesse en insoluble formique du régime. Mais deux seules différences sont significatives : entre les valeurs obtenues avec le régime bluté et le régime entier dans le groupe I, et entre les valeurs obtenues dans les deux groupes avec

Tableau 6. Digestibilité apparente de la matière sèche, de l'azote et de l'insoluble formique dans les deux groupes ethniques suivant la nature des régime

	CUD <sub>a</sub> Matière Sèche		CUD <sub>a</sub> Azote		CUD <sub>a</sub> Insoluble formique		P
	Groupe I <sup>1</sup>	Groupe II	Groupe I	Groupe II	Groupe I	Groupe II	
Régime A	91,30 ± 1,16 <sup>a</sup>	91,48 ± 1,68 <sup>c</sup>	64,10 ± 6,11 <sup>a</sup>	66,62 ± 6,66 <sup>a</sup>	74,81 ± 5,20 <sup>a</sup>	70,15 ± 10,91 <sup>2</sup>	NS
Régime B	87,44 ± 2,00 <sup>b</sup>	90,22 ± 1,53 <sup>a</sup>	55,16 ± 4,46 <sup>b</sup>	65,74 ± 5,17 <sup>a</sup>	60,19 ± 11,03 <sup>b</sup>	74,53 ± 4,75 <sup>2</sup>	<0,01
Régime C	84,59 ± 2,09 <sup>c</sup>	86,79 ± 1,54 <sup>b</sup>	50,61 ± 5,24 <sup>b</sup>	63,10 ± 4,85 <sup>a</sup>	52,27 ± 12,73 <sup>b</sup>	70,20 ± 5,95 <sup>a</sup>	<0,01

1. à l'intérieur d'un même groupe les valeurs moyennes qui ne présentent pas de lettres communes différent significativement au seuil 0,05.

le régime surchargé en son. Par ailleurs les coefficients de corrélation entre les quantités d'insoluble formique ingérées et les quantités retrouvées dans les selles sont significatifs 0,77 (P<0,001) pour le groupe I, 0,69 (P<0,001) pour le groupe II.

### 3) Effets sur les CUD apparents

Dans le tableau 6 nous constatons que le groupe II présente toujours des CUD<sub>a</sub> égaux ou supérieurs à ceux du groupe I. On remarque également que les baisses de digestibilité consécutives à l'enrichissement du régime en fibres alimentaires sont moins marquées dans le groupe II que dans le groupe I.

Le calcul des CUD réels de l'azote en prenant arbitrairement une excrétion métabolique fécale de 12 mg par kg de poids corporel (WOOT-TSUEM 1970) en l'absence de toutes autres données relatives aux populations étudiées, donne des valeurs qui restent basses.

Les quantités d'insoluble formique ingérées et les  $CUD_a$  de l'azote sont fortement corrélées dans le groupe I ( $r = 0,72$   $P < 0,001$ ) alors qu'elles ne le sont pas dans le groupe II ( $r = -0,31$  NS).

#### 4) Dégradation de l'insoluble formique

Le tableau 7 montre que les quantités d'insoluble formique ingérées et non retrouvées dans les fécès augmentent lorsqu'on passe du régime bluté au régime entier. Il semble qu'ensuite la surcharge en issues de mcunerie ne soit pas accompagnée d'une disparition supérieure de l'insoluble. Compte tenu de la taille des effectifs ( $n = 6$ ) et de la dispersion des valeurs individuelles seule une différence significative a été mise en évidence dans le groupe II entre les régimes entier et bluté. et celles dégradées donne des coefficients significatifs  $r = 0,39$  ( $P < 0,02$ ) pour le groupe I,  $r = 0,90$  ( $P < 0,001$ ) pour le groupe II. Ces deux valeurs de  $r$  diffèrent significativement ( $t = 4,31$   $P < 0,0001$ ).

Tableau 7. Quantités d'insoluble formique dégradées dans les deux groupes ethniques suivant la nature des régimes (en g/j)

	Groupe I <sup>1</sup>	Groupe II	Iv. II
Régime A	16,6 $\mp$ 1,4 <sup>a</sup>	13,6 $\mp$ 2,3 <sup>a</sup>	< 0,05
Régime B	19,0 $\mp$ 4,1 <sup>a</sup>	20,7 $\mp$ 2,1 <sup>b</sup>	NS
Régime C	18,3 $\mp$ 4,8 <sup>a</sup>	21,2 $\mp$ 3,4 <sup>b</sup>	NS

1. à l'intérieur d'un même groupe les valeurs moyennes qui ne présentent pas de lettres communes diffèrent significativement au seuil 0,05.

#### 5) Excrétions d'azote fécal total et excrétions d'azote urinaire

Les coefficients de corrélation de ces deux données sont égaux à  $r = -0,47$  ( $P 0,01$ ) dans le groupe I et  $r = 0,08$  (NS) dans le groupe II. Par ailleurs aucune corrélation n'a été mise en évidence entre les quantités d'insoluble formique ingérées et les bilans azotés.

### DISCUSSION

Les effets de l'augmentation de l'ingéré en insoluble formique se manifestent nettement dans le groupe I qui voit doubler son débit moyen de matière fraîche fécale lorsque le régime bluté est remplacé par le régime surchargé en fibres. Le rôle «antialiment» des fibres est particulièrement marqué lorsqu'on passe du régime B au régime C. Ainsi, l'addition de 1,5 g puis de 2,1 g d'insoluble formique au régime bluté provoque-t-elle respectivement une chute de 4,4 puis de 7,2 points du  $CUD_a$  de la matière sèche, les 0,6 derniers grammes étant responsables de la chute de 2,5 points de digestibilité.

Dans le groupe II l'effet n'est décelé qu'avec le régime surchargé en issues, et l'addition de 2,1 g d'insoluble formique ne provoque qu'une chute de 4,7 points de digestibilité. Les individus de ce groupe réagissent donc plus tardivement à l'addition de fibres dans leur alimentation.

Cette différence entre les deux groupes existe également au niveau du débit d'azote fécal qui atteint avec les régimes riches en fibres un volume plus important dans le groupe I que dans le groupe II.

Les teneurs en eau et en insoluble formique des fécès sont peu modifiées par les régimes. Par contre la teneur en protides va dans le sens d'une diminution, ce qui indique que la perte fécale en matière sèche est plus importante que la perte en protides. Ce phénomène est très net dans le groupe II : à chaque surcharge en fibres correspond une chute significative de la teneur en protides des fécès.

Ainsi le groupe I présente un comportement banal vis-à-vis de l'augmentation de l'ingéré en fibres, à l'opposé du groupe II qui semble moins affecté par l'effet de désassimilation des fibres.

Toutefois nous avons enregistré pour l'ensemble des sujets une digestibilité réduite de l'azote, même avec le régime le moins riche en fibres. Aussi nos résultats sont-ils faibles comparés à ceux obtenus ailleurs dans des conditions expérimentales voisines des nôtres. FARRELL (1978) relève chez les hommes australiens des CUD<sub>a</sub> de l'azote égaux à 89,7 et 87,6 p. cent pour des régimes apportant 33 et 53 g de NDF par jour, issus de son de blé. De même MACRAE (1942) utilisant une farine de mouture intégrale de blé, fait mention d'une digestibilité des protides de 85,7 p. cent.

Plusieurs phénomènes peuvent contribuer au gaspillage fécal que nous avons observé. Une réduction de l'absorption au niveau de l'intestin grêle peut être provoquée par la seule présence des fibres qui se comportent comme un piège. Il est possible également qu'à des ingérés accrus en fibres correspondent des pertes endogènes, y compris la desquamation, accrues également ; cette hypothèse allant dans le sens de celle reprise par WALKER (1975) selon laquelle les pertes fécales de nutriments dans les régimes riches en fibres seraient essentiellement de nature endogène non alimentaire. Enfin il est probable qu'aux effets propres aux fibres s'ajoute une diminution des capacités digestives du tractus digestif, liée à l'état nutritionnel global des individus. A la réalisation de l'étude les 12 sujets étaient en bonne santé. Nous ne disposons d'aucune information précise concernant leur état nutritionnel antérieur. Toutefois une enquête déjà ancienne mais non dépassée (MASSEYEFF 1959) a montré que l'alimentation des populations dont sont issus nos sujets est caractérisée par des variations saisonnières au cours desquelles de larges déficits en protéines animales et en vitamines (A, C, riboflavine) sont enregistrés. Ceci est particulièrement vrai pour les populations de montagne. Nous avons pu vérifier par ailleurs que le parasitisme intestinal est largement répandu (ascaris, ankylostome).

Malgré la chute de la digestibilité de l'azote provoquée par les surcharges successives en fibres, les bilans azotés demeurent positifs. Cette régulation du bilan d'azote par diminution de l'azote urinaire a déjà été décrite par NICOL (1976) chez des Nigériens issus de couches sociales défavorisées. La corrélation inverse entre les quantités d'azote urinaire et d'azote fécal émises, qui n'existe que dans le groupe I, suggère que les individus qui le constituent sont adaptés aux régimes alimentaires hypoprotidiques.

Les régimes qui ont été retenus apportent successivement 22, 32 puis 36 g d'insoluble formique à un individu de 60 kg. Ces ingérés correspondent à ce qui est observé dans les populations rurales africaines consommatrices de céréales : les enquêtes de LUBBE (1971) indiquent des ingérés moyens de 24,8 g de fibres brutes. Par contre ces valeurs sont très supérieures à celles qui caractérisent les régimes alimentaires britanniques et américains, soit entre 4 et 8 d'une part (TROWELL 1972) et entre 8 et 11 g d'autre part (HARDINGE 1958) de fibres brutes définies par la méthode de Weende.

Les quantités d'insoluble formique dégradées augmentent de façon sensible lorsqu'on passe du régime bluté au régime entier, la différence étant significative dans le groupe II. En revanche la seconde surcharge n'est pas suivie par une augmentation des quantités dégradées. Cette dernière observation est sans doute liée à la nature différente des fibres alimentaires apportées par les issues de meunerie utilisés, les parties ligneuses et cellulosiques y étant plus largement représentées.

On note toutefois l'importance des quantités dégradées, allant très certainement de pair avec une flore intestinale particulière, bien adaptée à la teneur élevée en fibres de cette alimentation. Si on se réfère à d'autres travaux on s'aperçoit que des populations non africaines sont beaucoup moins aptes à dégrader les fibres, même avec des ingérés plus faibles. Ainsi HOLLOWAY (1978) enregistre un CUD de 38 p. cent chez des New-Zélandais consommant 9,4 g de cellulose + lignine. SOUTHGATE (1970) trouve pour des ingérés de cellulose inférieurs à 9 g des CUD ne dépassant pas 26 p. cent chez de jeunes hommes européens de 22 ans. Enfin FARRELL (1978) note un CUD de 61,7 p. cent pour un ingéré plus grand de 32 g d'ADF chez des hommes australiens.

Bien que les différences ne soient pas significatives, le groupe II dégrade des quantités d'insoluble formique supérieures à celles qui le sont dans le groupe I. Cette aptitude se retrouve dans l'étude de la corrélation entre les quantités d'insoluble formique ingérés et celles dégradées. Aussi cette dégradation accrue observée dans le groupe II pourrait expliquer partiellement l'effet «antialiment» des fibres très atténué dans ce groupe.

On assiste donc à deux types de comportement selon que l'on considère l'un ou l'autre groupe :

— la population montagnarde que nous avons étudiée manifeste un comportement banal en ce qui concerne les pertes fécales azotées consécutives à l'ingestion de régimes alimentaires riches en fibres. Elle se distingue toutefois par sa capacité à réduire de façon concomitante ses pertes azotées urinaires par une utilisation métabolique plus efficace.

— la population de plaine placée dans les mêmes conditions dégrade des quantités importantes de fibres et subit moins fortement l'effet de celles-ci sur la digestibilité des autres nutriments. Par contre les pertes urinaires d'azote ne sont pas modifiées.

Mais en ce qui concerne les causes des pertes fécales élevées d'azote que nous avons enregistrées dans les deux groupes il ne nous est pas possible de faire la part des pertes dues aux effets des fibres de celles dues à une diminution des capacités digestives conséquence d'un état nutritionnel déficient.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BURKITT, D.P., et TROWELL, H.C., 1975 — Refined carbohydrate foods and disease: relating disease to environment in a search for causative factors. Academic Press, pp. 1-8.
2. CLEAVE, T.L., 1941 — Natural bran in the treatment of constipation. Brit. Med. J., 1, p. 461.
3. CUMMINGS J.H. 1973 — Progress report — Dietary fiber. Gut, 14, pp. 69-81.
4. FAO.-Food policy and Food science, nutrition division. Amino acid content of foods and biological data on proteins. Rome, FAO, 1970, p. 295.
5. FARRELL D.J., GIRLE, L., ARTHUR, J., 1978 — Effects of dietary fiber on the apparent digestibility of major food components and on blood lipids in men. The Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science 56, pp. 469-479.
6. FREXINOS J., 1979 — Intérêt des fibres alimentaires en pathologie digestive. Ann. Nutr. Alim. 33, pp. 199 - 210.

7. GUILLEMET R., JACQUOT R., 1943 — Essai de détermination de l'indigestible glucidique. *Comptes rendus de l'académie des sciences*, 216, 508.
8. GUILLEMET R., JACQUOT R., TREMOLIERES J., ERFMANNR., 1945 — Valeur alimentaire comparée sur les humains de trois types de farine de blé. Essai de solution rationnelle du problème français du pain. *Bulletin de la Société de Chimie Biologique*, 27, pp. 56 — 64.
9. HARDINGE M.G., CHAMBERS A.C., CROOKS H., STARE F.J., 1958 — Nutritional studies of vegetarians. III Dietary levels of fiber. *Amer. J. Clin. Nutr.* 6, pp. 523 — 525.
10. HOLLOWAY W.D., TASMAN-JONES C., LEE S.P., 1978 — Digestion of certain fractions of dietary fiber in humans *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, pp. 927 — 930.
11. HUSDAN H., RAPOPORT A., 1968 — Estimation of creatinine by the Jaffe reaction, a comparison of three methods. *Clinical Chemistry*, 14, p. 222.
12. LEMONNEIR D., 1978 — Données expérimentales récentes concernant l'intérêt diététique des fibres alimentaires. *Cah. Nutr. Diét.*, 13, pp. 59—64.
13. LUBBE A.M. 1971 — A comparative study of rural urban Vanda Males : dietary evaluation. *S. Afr. Med. J.*, 45, pp. 1289 — 1297.
14. MACRAE T.F., HUTCHISON J.C.D., IRWIN J.O., BACON J.S.D., MC DOUGALL E.I., 1942 — Comparative digestibility of wholemeal and white breads and effect of the degree of fineness or grinding on the former. *J. Hyg.*, 42, p. 423.
15. MASSEYEFF R., CAMBON A., BERGERET B., 1959 — Une enquête alimentaire et nutritionnelle chez les Toupouri de Golompoui, ORSTOM — République Fédérale du Cameroun. *Institut de Recherches Scientifiques*.
16. NICOL B.M. PHILLIPS P.G. 1976 — The utilization of dietary protein by Nigerian men. *Br. J. Nutr.* 36, pp. 337 — 351.
17. OMS., 1973 — Besoins énergétiques et besoins en protéines. *Série de Rapports Techniques*, n° 522.
18. SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1957 — *Méthodes statistiques* — 6e édition. Iowa State University Press. Ames.
19. SOUTHGATE D.A.T., DURNIN J.V.G.A., 1970 — Caloric conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. *Br. J. Nutr.* 24, pp. 517 — 535.
20. SPILLER G.A., SHIPLEY E.A., 1977 — Perspectives in dietary fiber in human nutrition. *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, 27, pp. 105 — 131.
21. STUART H.C., STEVESON S.S., 1959 — Physical growth and development. Nelson W. Ed. *Textbook of Pediatrics* 7th ed. Philadelphie, Sauders.
22. TROWELL H.C., 1972 — Ischemic heart disease and dietary fiber. *Amer. J. Clin. Nutr.* 25, pp. 926—932.
23. TROWELL H., 1976 — Definition of dietary fiber and hypothese that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* 29, p. 417.
24. WALKER A.R.P., 1975 — Effect of high crude fiber intake on transit time and the absorption of nutrients in South African-Negro school children. *Am. J. Clin. Nutr.* 28, pp. 1161 — 1169.

25. WEILL, J.P., BAUMANN R. 1978 — Les fibres alimentaires : mythe ou réalité. Cah. Nutr. Diet., 13, pp. 47 — 57.
26. WOOT-TSUEN WU LEUNG., 1970 — Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique. Documents sur la nutrition. Department of Health and Welfare USA — FAO Rome, p. 218.