

S. CHEVASSUS-AGNES,
I.C. FAVIER et A. JOSEPH
ORSTOM*, Yaoundé (Cameroun)

Technologie traditionnelle et valeur nutritive des « bières » de sorgho du Cameroun

Les fabrications de la bière et du vin de sorgho sont décrites. L'influence de chaque étape de la préparation sur la composition chimique et la valeur nutritionnelle est étudiée. La transformation du sorgho en boisson alcoolique se traduit par une importante perte de calories et de protéines. Par contre, du point de vue de la thiamine, de la riboflavine et de la niacine, elle est plus avantageuse que la transformation en farine blutée. Les matières azotées de la bière et du vin sont plus riches en lysine que celles du grain de sorgho. Sauf pour la thiamine et la riboflavine, les rendements de la fabrication de vin sont meilleurs que ceux de la préparation de la bière.

I - Introduction et objet du travail

Les études sur la valeur nutritive des boissons alcoolisées traditionnelles du Cameroun sont rares : seul Bergeret (5) s'est intéressé au vin de palme, aussi important dans le Sud du pays que le sont les « bières » de mils et sorgho dans le Nord. A quelques exceptions près, les mils et sorghos constituent l'aliment de base des populations du Nord-Cameroun (8) mais les quantités récoltées sont à peine suffisantes pour couvrir les besoins nutritionnels. Il en est de même dans la plupart des zones de savane de l'Afrique. C'est ce qui a conduit Perisse (23) à faire une étude du bilan de la préparation de la bière de mil en pays Moba au Togo et nous a incité à entreprendre cette étude nutritionnelle des divers types de boissons fermentées du Nord-Cameroun.

Novelle (19) insiste sur le fait que ces produits sont considérés par les Africains comme des aliments et non comme des boissons : il en est ainsi pour toutes les ethnies non islamisées du Cameroun mais le sorgho d'Afrique du Sud, le « Kaffir corn », sert presque exclusivement à la fabrication de la bière contrairement à ce qui se passe dans les autres pays producteurs de sorgho (3).

En général, les boissons alcoolisées élaborées à partir de céréales sont désignées par le terme commun de « bières ». Ce terme recouvre, en réalité, plusieurs sortes de boissons qu'on peut ramener à deux types bien distincts : la « bière » proprement dite obtenue par maltage et brassage ; le « vin » n'exigeant pas ces deux étapes mais utilisant du malt en faible quantité.

* Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

OCT. 1986
O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 20 440
Cpte : 13 21

La « bière » requiert pour sa préparation toutes les étapes propres aux bières de type européen : le maltage avec la trempé, la germination et le « touraillage », le brassage avec la mouture, la décoction, la filtration du moût, son ébullition et sa stérilisation, son refroidissement, son ensèmentement, sa fermentation. La boisson obtenue est claire, gazeuse, pétillante et se consomme fraîche.

Le « vin », rarement décrit, cité par Otele (22) « la plus dégoûtante des bières avec son aspect boueux », est fabriqué selon un processus tout différent et simplifié : trempé, mouture humide, « empâtage » à froid, grillage ou empesage de la pâte puis fermentation finale provoquée par la farine de malt. Cette boisson est consommée après dilution avec de l'eau et passage sur tamis ; se buvant habituellement tiède ou chaude, elle a plutôt l'apparence d'une bouillie. C'est l'« affouk » des Camerounais, qu'on peut considérer comme un « vin de sorgho ».

L'importance de ces boissons est considérable. De nombreux auteurs, parmi lesquels Fox (11, 12), Perisse (23), Platt (24, 26) et Schwartz (28) ont insisté sur leur rôle à la fois social et nutritionnel. Au Nord-Cameroun, tous les groupes ethniques non islamisés fabriquent au moins l'un des deux types de boissons. Les *kirdi* de montagne, tels que les *mafa* et les *mofou*, ne connaissent que la bière. Plus à l'ouest, dans la région de Poli, les *namchi*, les *voko*,

les *dourou* ne connaissent que le « vin ». Chez les ethnies qui utilisent les deux procédés, en général une seule boisson cependant est traditionnelle et largement consommée.

Ce travail a pour objet de décrire en détail les différentes transformations technologiques qui conduisent du sorgho aux boissons alcoolisées, en faisant un bilan nutritionnel, étape par étape, de façon à définir la valeur nutritive des produits résultants. La germination et la fermentation sont les phénomènes les plus importants de ces transformations : nous nous sommes attachés à suivre leur influence sur certaines vitamines du groupe B et sur un acide aminé, la lysine, acide aminé limitant des mils et sorghos (1, 4, 6). Divers auteurs (13, 23, 25, 28) ont noté de très sensibles augmentations de riboflavine, et parfois de thiamine, niacine, cyanocobalamine et acide folique, lors de la préparation des bières de mils et sorgho. Les valeurs nutritives définies sont des données précises directement applicables à la conversion des aliments en nutriments lors des enquêtes de consommation ou des études d'économie alimentaire. Ce travail pourrait être également l'amorce d'essais visant à industrialiser ces boissons traditionnelles très appréciées mais qui tendent à disparaître en milieu urbain au profit des bières de type européen.

II - Matériel d'étude et techniques d'analyses

Les expérimentations ont été menées chez les *Baya* de la région de Meiganga (Adamaoua du Sud-Est) où l'un des auteurs effectuait une enquête nutritionnelle. L'aliment de base de cette ethnie est le manioc et non le sorgho que les ménagères ne cultivent pas mais qu'elles achètent pour fabriquer de la « bière » et du « vin » ; ce dernier est fait indifféremment avec du sorgho ou du maïs, alors que la bière est réputée meilleure quand elle est fabriquée à partir de mil ou de sorgho.

Nous avons déjà donné un aperçu des aspects botaniques et agronomiques du sorgho et de sa valeur nutritive dans une étude de la technologie traditionnelle de cette céréale au Cameroun (10).

TECHNIQUES D'ANALYSES

Eau : dessiccation à l'étuve à 104-107 °C jusqu'à masse constante (48 h).

Protides : dosage de l'azote total selon la méthode de Kjeldahl après minéralisation sulfurique en présence de catalyseur au sélénium. Coefficient de conversion de l'azote en protides = 6,25.

Lipides : extraction par l'éther de pétrole au soxhlet.

Glucides totaux : différence entre l'extrait sec et la somme protides + lipides + cendres.

Indigestible glucidique : technique de Guillemet et Jacquot (14) à l'acide formique.

Alcool : distillation et picnométrie.

Cendres : incinération à 550 °C pendant 6 à 8 heures.

Calcium, Potassium, Sodium : dosage par photométrie de flamme sur une solution nitro-chlorhydrique des cendres.

Phosphore : dosage colorimétrique du phosphovanado-molybdate d'ammonium, sur la solution nitro-chlorhydrique des cendres.

Phosphore phytique : dosage colorimétrique par la méthode de Holt (16).

Vitamines du groupe B : dosages microbiologiques selon les techniques de :

- Deibel, Evans et Niven pour la thiamine (7),
- Snell et Strong pour la riboflavine (303),
- Snell et Wright pour la niacine (31).

Lysine : dosage microbiologique selon la technique d'Adrian (2) après hydrolyse en milieu HCl 6 N à 120 °C pendant 6 heures.

Calories : application des coefficients d'Atwater (37) :

	Sorgho entier	Sorgho bluté et boisson	Son
Protides	3,59	3,87	1,82
Lipides	8,37	8,37	8,37
Glucides totaux par différence	3,78	4,12	2,35
Alcool		6,93	

III - Résultats expérimentaux

A - BIÈRE « AMGBA »

Connue dans tout le Nord-Cameroun où elle n'avait pourtant fait l'objet jusqu'à présent d'aucune étude, cette boisson a été décrite par de nombreux auteurs et sa valeur nutritive a été étudiée dans divers pays d'Afrique (9, 11, 22, 23, 24, 26, 34, 35). Le terme courant véhiculaire pour la désigner est *bili-bili* ou *bil-bil* mais dans chaque ethnie où sa fabrication est traditionnelle un nom propre la désigne : *amgba* chez les *baya*, *mgba* chez les *laka*, *soum* chez les *lamé*, *himi* chez les *moundang*, *koumoui* chez les *toupouri*, *mouzoum* chez les *giziga*, *zoum* chez les *mafa*, *kass* chez les *sara*...

1 - Mode de fabrication

Nous avons eu l'occasion d'observer la préparation de la bière *amgba* par trois groupes de femmes *Baya* différents en 1968, 1970 et 1971. Le schéma I donne le détail des diverses étapes de ces trois opérations : l'échelle latérale de droite indique la durée de chaque étape en jours. On voit immédiatement que cette durée varie d'une opération à l'autre même au sein d'une même ethnie.

a) MALTAGE

Le plus souvent on choisit un sorgho « mouskouari » (groupe de variétés cultivées sur terrains de décrue) ou « djigari » (variété de sorgho pluvial) ; les mils peuvent aussi être maltés, en particulier le fonio que les *mafa* mélangent toujours au « mouskouari ».

Trempé. Après lavage, le grain est immergé dans l'eau de 12 à 72 heures de façon à obtenir une humidité de 35 à 40 p. 100, nécessaire à la germination. La température de l'eau importe beaucoup : plus elle est élevée, plus la trempé est rapide.

Germination. Pendant 24 à 36 heures on laisse les grains en tas, habituellement dans un récipient, jusqu'à ce que le processus de germination soit bien engagé ; les radicules apparaissent, le grain « pique ». La disposition en tas permet une plus forte élévation de la température ce qui facilite le démarrage de la germination ; beaucoup de femmes ne respectent pas cette étape, en particulier dans les zones chaudes, et aussitôt après la trempé, étendent les grains à plat sur une aire bien propre (feuilles, terre battue, roche) en une couche de 3 à 5 centimètres, recouverte de feuilles qui gardent le grain à l'obscurité et maintiennent une hygrométrie suffisante. On ajoute souvent un peu d'eau pour accélérer le processus mais il faut éviter l'action trop intense des champignons et moisissures. La durée moyenne de la germination est de 4 jours. Elle est parfois entièrement conduite dans des jarres à l'obscurité : les moisissures sont alors plus fréquentes car l'aération est faible et l'hygrométrie plus élevée. Dans de nombreuses ethnies

(« *Lamé* », « *Moundang* », « *Toupouri* » et certains « *Baya* »), après la germination à plat, les grains sont mis en tas compacts : la température s'élève, l'amyolyse s'intensifie pour finalement s'arrêter lorsque la température est trop haute.

Séchage. Cette opération correspond au touraillage et ramène l'humidité du malt à 15-20 % pour le conserver sans qu'il moisisse. Le malt est mis à sécher au soleil pendant un jour au plus, quelquefois moins si l'on passe tout de suite au brassage.

b) BRASSAGE

Mouture. Le malt est soit pilé au mortier, soit écrasé à la meule dormante, ou, en milieu urbain, broyé au moulin à moteur de façon à obtenir une farine grossière. Les *Baya*, les *Giziga*, les *Moundang*... pilent le malt, les *Mboum*, les *Lamé*, les *Mafa*, les *Mofou*... l'écrasent.

Empâtage. La mouture est mélangée à de l'eau avec un agent gélatineux ou mucilagineux (gombo ou sève de différents arbres, en particulier *triumfetta sp.* qui améliore la floculation et la filtration des matières insolubles en suspension. Cette opération rappelle le « collage » lors de la clarification des bières de fermentation « haute ». Après une à deux heures de décantation, on prélève la phase liquide supérieure dont la température est de 25 à 35 °C selon les régions et la saison ; elle contient déjà une partie des sucres solubles du malt. Seules quelques ethnies *Baya*, *Laka*, *Sara* et *Toupouri* utilisent un agent mucilagineux de décantation.

Décoction. La phase inférieure contenant la farine de malt non dissoute est cuite lentement jusqu'à ébullition de façon à obtenir un empis d'amidon (consistance de bouillie). Certaines ethnies prolongent cette cuisson pendant plus d'une heure mais nous en ignorons la raison. La phase supérieure liquide est alors mélangée avec cette bouillie qui sera saccharifiée plus facilement que si elle n'avait pas été cuite, l'action diastatique étant plus efficace sur l'amidon empesé que sur l'amidon cru. La température du mélange est de l'ordre de 65 °C à 70 °C au plus : le brassage se fait donc à une trempé, un seul pallier de température étant observé. Lors du mélange, certaines femmes ajoutent à nouveau un agent mucilagineux pour favoriser l'émulsion. On attend environ une heure avant la filtration.

Le malt de sorgho est plus riche en alpha-amylase (65 % au minimum) qu'en bêta-amylase contrairement au malt d'orge (20, 34). Rappelons que l'alpha-amylase a une action particulièrement efficace à 72-76 °C. Elle fragmente les chaînes d'amidon pour aboutir à divers sucres qui vont des heptaholosides au glucose. Pour Novellie (21), ce sont les amylases du malt qui seraient seules responsables de la saccharification et non celles des micro-organismes qui l'accompagnent comme le pensent certains auteurs (11, 25, 26). Pour Platt (25, 26), les amylases d'*Aspergillus flavus* et de *Mucorouxii* jouent un rôle

Shéma 1 - Fabrication traditionnelle de l'« Amgba »
(Echelle des temps en jours donnant le détail des trois opérations suivies)

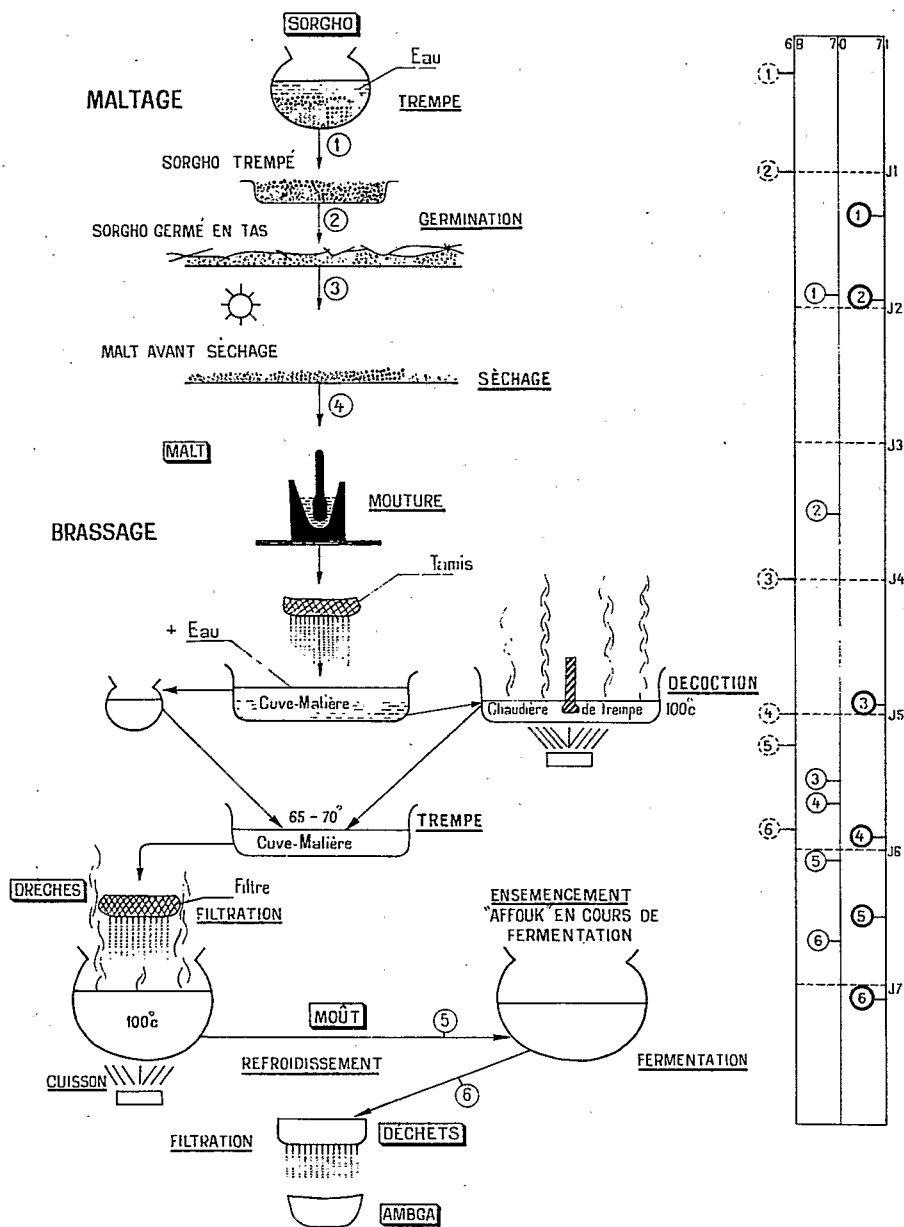


FIG. 1. — Différents types de filtres utilisés pour la fabrication de la bière :

1. filtre en feuilles de palmier-ronier utilisé pour la fabrication de l'« affouk » ;
2. filtre à drèches mafa ;
3. filtre le plus couramment rencontré dans le Nord-Cameroun servant dans les deux types de fabrication.



FIG. 2. — Le pilage du malt de sorgho est plus rapide et facile que celui du sorgho qui nécessite des pilons beaucoup plus lourds (pays baya).



FIG. 3. — Le brassage se fait par décoction à une trempé. A droite, le filtre à drèches décrit page 7 (pays baya).



FIG. 4. — La cuisson du moût se fait habituellement dans des récipients réservés à ce seul usage (pays giziga).

important. Cependant Ekundayo (9) a montré que, pour la bière de maïs, la saccharification du malt dont la surface a été préalablement stérilisée est moins importante que celle du malt naturel où certaines souches (*geotrichum candidum*, *Candida* sp. et *Lactobacillus* spp.) sont fréquemment mises en évidence. Ekundayo suggère que l'activité fongique et les amylases du malt sont toutes deux importantes pour une bonne action diastasique.

Filtration. Le dispositif adopté est proche de celui de la « cuve-filtre » ; des herbes qui servent de support aux agents de filtration, en particulier les balles des grains, sont entrecroisées sur un grand panier d'osier à larges mailles (fig. 3). Selon les ethnies, c'est tout le moût qui est filtré ou seulement la phase inférieure. On rince ou non les drèches, à l'eau froide ou chaude, suivant les endroits et l'habileté des ménagères. Parfois les filtres sont fabriqués avec des fines pailles (fig. 1, n° 3) ou véritablement tressés de fibres végétales (fig. 1, n° 2). Les drèches arrêtées par le filtre sont éliminées et servent habituellement d'aliments pour le bétail.

De nombreuses ethnies du Nord-Cameroun laissent ensuite se développer une fermentation acidifiante spontanée de type lactique (9, 34) pendant quelques heures jusqu'à une journée complète. Le moût prend alors un goût acide. Cette acidification, essentielle dans la fabrication de la « Kaffir beer » (11, 20, 21) et provoquée avant la saccharification, est plus ou moins recherchée : les *Mboum*, les *Dourou*, les *Lamé* n'apprécient pas une acidité trop marquée (quelques heures de fermentation) ; par contre les *Moundang*, les *Giziga*, les *Mafa*... laissent le moût fermenter avant la filtration pendant un temps plus long. Cette acidification qui rend les bières africaines très différentes des bières européennes courantes n'existe pas chez les *Baya*.

Cuisson. La ménagère concentre le moût et le clarifie (« casse » des matières protéiques insolubles). Elle procède par écumage et arrête l'opération selon plusieurs critères subjectifs : limpidité, couleur du moût, consistance à froid (aspect sirupeux). Souvent les *Baya* jettent dans le liquide quelques braises rouges pour achever l'ébullition. Les explications de ce procédé sont multiples : la bière ne sera bonne que si elle est fabriquée par une femme « pure » c'est-à-dire qui n'a pas eu de relation sexuelle la veille du brassage, les braises purifient et permettent de pallier cet inconvénient ; la vapeur se dégageant symbolise la fin de l'élimination d'eau, de la concentration ; elle donnera un liquide final gazeux avec une belle mousse. Dans le même but, à ce stade, la femme *Baya* ajoute parfois un peu de farine de manioc. La braise peut aussi servir à teinter le liquide lorsque la cuisson est abrégée. Aucun produit aromatique tel que le houblon n'est ajouté.

Fermentation. Le moût est refroidi soit spontanément, soit par transvasements successifs. Lorsque sa température est de l'ordre de 30 °C, les *Baya* l'ensemencent habituellement avec de l'« affouk » en cours de fermentation (cf. chapitre suivant). Par ailleurs ils utilisent toujours le même récipient. La fermentation dure de 12 à 24 heures mais elle peut

TABLEAU I
Composition chimique des sorgho
malt et bière « Amgba »
(pour 100 g de partie comestible)

	Sorgho	Malt	Amgba
Nombre d'échantillons	3	3	3
Calories	344	270	29 (+ 15*)
Eau (g)	9,6** ⁽¹⁾	24,7** ⁽²⁾	90,7
Protides (g)	8,5	7,0	0,7
Lysine (g/100 g de protides) s	3,3	3,7	7,2
Lipides (g)	2,5	1,6	0,02
Glucides totaux par différence (g)	77,4	65,5	6,1
Indigestible glucidique (g)	2,1	2,7	0
Cendres (g)	1,94	1,25	0,30
Calcium (mg)	9,8	6,9	1,8
Phosphore total (mg)	288	234	46
$\frac{Ca}{P}$	0,033	0,026	0,021
Phosphore phytique (mg)	150	63	10
Potassium (mg)	347	268	94
Sodium (mg)	12,9	10,9	2,3
Thiamine (µg)	364** ⁽³⁾	331** ⁽⁴⁾	390** ⁽⁵⁾
Riboflavine (µg)	88	170** ⁽⁵⁾	55
Niacine (mg)	3,8	4,0	0,6
Alcool			2,7 °GL 2,13 g

* Calories fournies pour l'alcool.
** Valeurs extrêmes : (1) 6,2-13,2; (2) 16,1-32,4; (3) 160-473; (4) 114-474; (5) 305-450; (6) 142-203.

cependant atteindre deux jours pour la bière consommée lors de fêtes traditionnelles. Il importe alors d'avoir un moût très concentré, le processus fermentatif étant rapide, proche de celui de la « fermentation haute ». Dans de nombreuses ethnies, on récupère les levures de chaque fermentation et on les sèche au soleil afin qu'elles servent aux ensemencements ultérieurs : Périssé (23) note l'utilisation alimentaire de ce levain par la femme Moba au Togo et Novellie (21) considère les levures comme partie intégrante de la bière cafre. La bière est consommée telle quelle ou, si l'on utilise l'« Affouk » comme ferment, après filtration, sans que la fermentation soit bloquée.

TABLEAU II
Composition chimique des sorgho,
malt et bière « Amgba »
(pour 100 g de matière sèche)

	Sorgho	Malt	Amgba
Nombre d'échantillons	3	3	3
Calories	381	380	394
Protides (g)	9,4	9,8	8,7
Lysine (g/100 g de protides)	3,3	3,7	7,2
Lipides (g)	2,8	2,2	0,3
Glucides totaux (g)	85,6	86,2	86,1
Indigestible glucidique (g)	2,3	3,7	0,3
Cendres (g)	2,14	1,75	4,06
Calcium (mg)	11,0	9,3	20,7
Phosphore total (mg)	319	327	630
$\frac{Ca}{P}$	0,033	0,026	0,021
Phosphore phytique (mg)	166	85	112
Potassium (mg)	391	361	1 101
Sodium (mg)	14,5	14,7	26,9
Thiamine (µg)	407** ⁽¹⁾	426** ⁽²⁾	3 441** ⁽³⁾
Riboflavine (µg)	98	231** ⁽⁴⁾	760
Niacine (mg)	4,3	5,3	8,0

* Valeurs extrêmes : (1) 170-545; (2) 168-565; (3) 1693-5241; (4) 169-300.

2 - Bilan nutritionnel

Nous allons étudier en détail l'influence des différentes opérations sur la valeur nutritive des produits obtenus. En fait, seuls le sorgho, la bière *Amgba* et parfois le malt sont consommés.

Le tableau I donne les valeurs nutritives moyennes de ces trois produits ; le tableau II permet une comparaison directe des produits secs, les teneurs en eau étant très différentes d'un stade à l'autre. Le tableau III permet de comparer l'*Amgba* du Cameroun avec la bière de type européen, la « Kaffir beer » d'Afrique du Sud et la bière de sorgho étudiée par Périssé au Togo. L'*Amgba* diffère de ces trois types de bière par sa teneur en sucre résiduel plus élevée. Sa teneur en thiamine est dix fois plus importante que celle des autres bières de sorgho. Pour les autres nutriments, les données de la littérature sont proches de celles trouvées dans ce travail. La faible teneur en alcool de l'*Amgba* étudié n'est pas vraiment significative car tous les prélèvements ont été effectués en début de consommation alors que la bière n'étant pas stabilisée, continue à fermenter. En effet Périssé (23) a montré que la teneur en alcool s'accroît au cours du temps alors que l'extrait sec diminue (tableau IV). Au cours de notre étude les températures de fermentation étaient un peu plus basses car les expériences se sont déroulées en Adamaoua où les températures nocturnes sont inférieures à 20 °C. Par ailleurs, la flore responsable de la fermentation n'a pas une composition bien définie et sa potentialité à transformer le sucre en alcool varie beaucoup selon les micro-organismes qui la compose (9). Cependant la faible teneur en alcool de l'*Amgba* ne justifie que partiellement les valeurs élevées de l'extrait sec et en particulier des sucres résiduels, car son pouvoir calorifique est nettement supérieur à celui des autres bières.

Au cours de la fabrication de l'*Amgba* *, l'importance des pertes de matière sèche est due au peu de soins qu'apportent les ménagères à éviter les pertes lors du pilage et des transvasements. Après le maltage et le brassage, les drèches et le moût ne contiennent plus que 84 p. 100 de la matière sèche de départ ; l'*Amgba* n'en représente que 20 p. 100 mais il contient l'alcool. La perte lors du maltage du sorgho est comparable à celle observée pour le maltage de l'orge qu'on estime à 1 p. 100 au cours de la trempé et à 5 à 8 p. 100 lors du maltage proprement dit (perte par respiration) (32).

* Les données chiffrées détaillées du bilan de la préparation du malt et de la bière de sorgho « amgba » peuvent être fournies par les auteurs aux personnes qui leur en feront la demande.

TABLEAU III
Valeurs nutritives de quelques bières

	Calo- ries	Extrait sec en g.	Proti- des en g.	Lipi- des en g.	Gluci- des en g.	Cen- dres en g.	Calcium en mg.	Phos- phore en mg.	Potas- sium en mg.	Sodium en mg.	Thia- mine en µg.	Ribo- flavi- ne en µg.	Niaci- ne en mg.	Alcool
Bière Bock de type européen (pour 100 cm ³) (27)	35	—	0,3	—	4	—	8	11	40	3	0,5	20	0,6	2,4°GL
Kaffir beer filtrée (pour 100 g) (37)	31	4,3	0,5	—	3,6	0,2	1	7	—	—	40	50	0,4	2,1 g
Bière de sorgho du Togo (pour 100 cm ³) (23)	35	4,75	0,3	—	3,34	0,18	1,4	—	—	—	30	40	0,5	3,03 g
Amgba du Cameroun filtrée (pour 100 g)	44	7,2	0,7	0,02	6,1	0,3	1,8	46	94	2,3	390	55	0,6	2,1 g

TABLEAU IV
Evolution de la teneur en alcool
par rapport au temps de fermentation,
d'après Perisse (23)

Temps	Degré alcoolique	Extrait sec sur 10 ml	Température du moût
		grammes	
0 heure	—	1,231	31°
5 heures	1° 45	0,899	33° 5
8 heures	2° 3	0,773	34°
12 heures	3° 0	0,640	34°
18 heures	3° 8	0,475	31° 5
36 heures	4° 05	0,315	—
52 heures	4° 3	0,278	27°

La perte de calories est de même importance. On passe de 12 402 à 10 353 calories, ce qui représente un rendement global de 83,5 p. 100.

Pour les protéides, les pertes sont du même ordre de grandeur : on ne retrouve dans l'Amgba que 19 p. 100 seulement des protéides du sorgho initial.

La teneur en lipides, déjà faible dans les sorghos, diminue de façon plus importante ; les lipides sont, avec les glucides, les principaux combustibles permettant la germination et la fermentation.

L'indigestible glucidique a pratiquement disparu dans le produit final mais les drèches en contiennent 23 p. 100 de plus que le sorgho de départ ce qui confirme le peu de souci qu'ont les ménagères d'éviter la pousse des radicules et des germes (« husards »).

La teneur en cendres diminue beaucoup lors du trempage car des éléments minéraux, en particulier la fine pellicule de terre et de poussières qui recouvre habituellement les grains, sont dissous ou entraînés par cette opération. Après avoir germé et avant séchage au soleil, le malt contient 24,8 g de cendres de plus car l'aire de germination est le sol lui-même, jamais parfaitement propre. La plus grande partie des cendres passent dans les drèches qui, avec le moût, en contiennent plus que le malt pilé en raison de l'addition de braises incandescentes au moment du brassage ainsi que nous l'avons décrit plus haut.

En ce qui concerne les divers éléments minéraux, on note que l'Amgba contient le tiers du calcium, du phosphore et du sodium et la moitié du potassium du sorgho d'origine. Cette différence peut s'expliquer

TABLEAU V
Evolution de la lysine au cours de la fabrication de l'Amgba

	Matière sèche		Lysine		Lysine (mg pour 100 g de matière sèche)	Taux de lysine des matières azotées (g pour 16 g d'azote)
	g	perte	g	perte ou gain*		
Sorgho	9224	0	28,3	0	307	3,32
Sorgho trempé	8940	— 3	28,0	— 1	313	3,35
Sorgho germé en tas	8637	— 6	27,9	— 2	323	3,45
Malt avant séchage	8522	— 8	30,2	+ 7	354	3,61
Malt séché au soleil	8378	— 9	30,6	+ 8	366	3,75
Drèches	4808	— 48	23,9	— 15	498	3,49
Moût	3009	— 67	4,7	— 83	156	3,51
Drèches + Moût	7817	— 15	28,6	+ 1	—	—
Amgba	1688	— 82	11,7	— 59	692	7,22
Drèches + Amgba	6496	— 30	35,6	+ 26	—	—

* Pourcentage de perte ou de gain par rapport au contenu du sorgho initial.

par l'apport de potassium dû aux braises incandescentes jetées dans le moût. La teneur des sorghos camerounais étant forte en phosphore et particulièrement faible en calcium (10), le rapport Ca/P est très faible. Il s'accroît au fur et à mesure de l'élaboration des produits. La teneur en phosphore phytique diminue en cours d'opération, surtout lors de la germination ; la fermentation la laisse inchangée.

Le bilan vitaminiq ue est très différent (schéma II). Le maltage ne se traduit pas par des modifications significatives de la thiamine, mais on observe un léger gain de niacine (+ 13 p. 100) et un enrichissement beaucoup plus important en riboflavine (+ 115 p. 100). Toutes les vitamines sont affectées par le brassage qui met en jeu chauffage et lumière. La fermentation ne modifie pratiquement pas la quantité de niacine mais s'avère très intéressante pour la riboflavine et surtout la thiamine dont les quantités s'accroissent de 61 p. 100 et 329 p. 100 respectivement de telle sorte qu'on en retrouve dans l'Amgba 45 et 59 p. 100 de plus que dans le sorgho initial. Les teneurs en thiamine des sorghos de départ étaient très différentes : avec un sorgho pauvre l'augmentation de thiamine est négligeable, avec les sorghos riches on obtient une synthèse beaucoup plus importante.

L'enrichissement du moût en vitamines de la fermentation est directement liée aux micro-organismes. Dans une bière de type européen, la fermentation conduit à un épuisement du moût en thiamine et à un enrichissement très net en levures (29) qui sont ensuite éliminées par filtration. Ici, les levures sont conservées dans l'Amgba et, comme elles synthétisent de la thiamine, on retrouve dans la boisson une quantité de vitamine supérieure à celle du sorgho initial. La riboflavine est synthétisée lors de la germination et de la fermentation. Elle diffuse dans le milieu à partir des levures et on en retrouve des quantités importantes dans la boisson finale jusqu'à

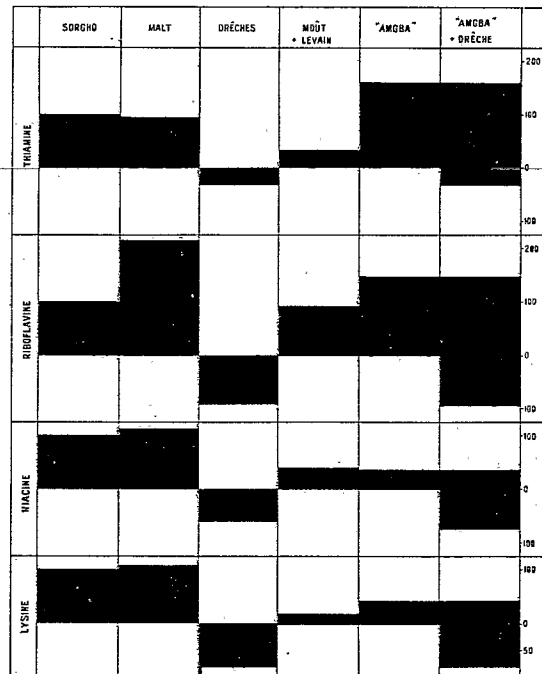
130 µg pour 100 ml dans des bières européennes. Pour la niacine, le gain de 13 p. 100 observé lors du maltage est du même ordre de grandeur que ceux relevés par Scriban (29) chez de nombreux auteurs ; les variations dues à la fermentation sont faibles dans les bières de type européen (29) et ne sont pas significatives dans le cas de l'Amgba du Cameroun.

En ce qui concerne la lysine (tableau V), la transformation du sorgho en bière apparaît également très intéressante. On retrouve dans le malt et dans la somme Amgba + drèches respectivement 8 p. 100 et 26 p. 100 de lysine de plus que dans le sorgho initial. Par ailleurs, le taux de lysine des matières azotées de l'Amgba est plus de deux fois supérieur à celui du sorgho. Il convient cependant de considérer ces résultats avec prudence car, selon Périssé (23), les dosages de lysine par voie microbiologique ne seraient pas possibles dans la bière. Cet auteur pense que « des facteurs stimulants pour les lactobacilles existent dans le moût et la bière », facteurs qui agiraient sur le dosage de la lysine et de la thréonine. Dans la littérature, seuls les acides aminés des malts et des sorghos sont étudiés : P.J. Horn (17) donne 2,47 g de lysine pour 100 g de protéines de sorgho et 2,81 pour le malt correspondant ; Close (6) donne 2,21 g et 2,94 g respectivement. Il est à remarquer que nos chiffres sont nettement plus élevés — 3,32 et 3,75 — probablement en raison de notre technique de dosage qui ne comportait pas l'addition d'hydroxylysine au milieu de culture des lactobacilles (15, 38). La teneur en lysine de 100 ml de bière Amgba est de l'ordre de 49 mg alors qu'une bière européenne en contient généralement au plus 4,5 mg ; la valeur la plus élevée relevée dans la littérature est de 12,3 mg dans la « stark bier » de Berlin (34).

En définitive, le bilan de la préparation de l'Amgba est fortement négatif sauf en ce qui concerne la thiamine et la riboflavine : l'Amgba en contient respectivement 60 p. 100 et 48 p. 100 de plus que

le sorgho de départ. Périss (23) observe une perte de 76 p. 100 pour la première et un gain de 128 p. 100 pour la seconde. Aucamp (3) note une synthèse de vitamine B 2 dans tous les cas et parfois de vitamine B 1. Platt (25) montre bien l'amélioration apportée par une bière de ce type au régime alimentaire africain sous l'angle vitaminique. L'amélioration probable de l'équilibre des acides aminés concourt au même but.

Schéma II - Evolution des vitamines et de la lysine au cours de la préparation de la bière « Amgba »



B - VIN DE SORGHO « AFFOUK »

La fabrication de cette boisson est plus simple que celle de l'Amgba. Rarement décrite (22), elle est largement répandue au Cameroun mais nous n'avons trouvé dans la littérature aucune étude de sa valeur nutritive. Le terme courant véhiculaire pour la désigner est *Kpata*, mais elle a un nom propre dans chaque ethnie où elle est traditionnelle : *Affouk* chez les *Baya*, *Affoukou* ou *Poukou* ou *Vone* chez les *Mboum*, *Do* ou *Do'di* chez les *Dourou*, *Bouërrou* chez les *Nanchi* et les *Voko*, *Tidéré* chez les *Moundang*, *Balda-babaran* chez les *Giziga*...

1 - Mode de fabrication

Le schéma III donne le détail des différentes phases des trois fabrications suivies pendant cette étude, selon la même présentation que pour l'Amgba. La préparation dure cinq à six jours.

a) TREMPAGE DU GRAIN

Après lavage le grain est immergé dans l'eau pendant un à trois jours. Plus la température est basse,

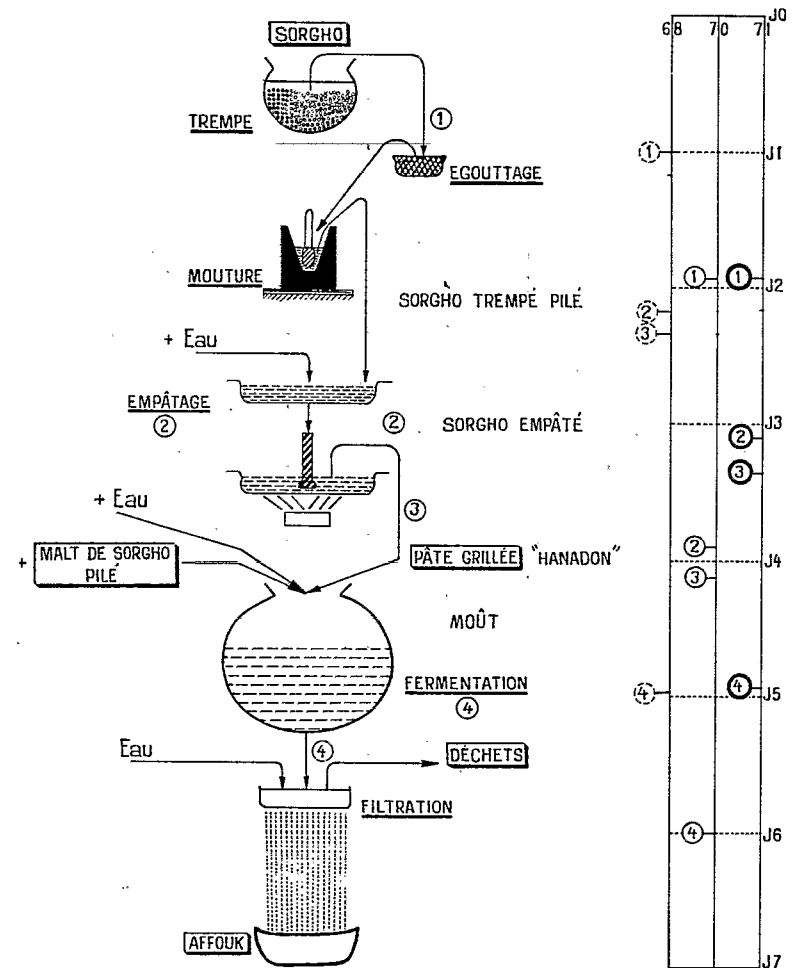
moins la fixation d'eau est rapide. On égoutte ensuite le grain rapidement. Certains *Dourous* le laissent sécher une journée.

b) MOUTURE ET EMPATAGE

Les *Baya* pilent le grain au mortier, la plupart des autres ethnies l'écrasent à la meule dormante. Les *Nanchi*, les *Voko*, les *Moundang*, les *Giziga* pilent ou écrasent directement le sorgho sec. La farine obtenue est mélangée avec de l'eau de façon à obtenir une pâte qui est laissée ainsi de un à quatre jours jusqu'à obtention d'un goût aigre. Chez les *Moundang* et les *Giziga*, on ajoute de la farine de sorgho sec 24 à 36 heures après le début de l'opération : dans ce cas on a mis une quantité d'eau plus importante, l'eau surnageante étant éliminée ensuite.

Le sorgho étant pratiquement dépourvu d'amylase, ce sont les micro-organismes déposés à la surface des grains qui sont vraisemblablement responsables d'un début d'hydrolyse au cours de cette phase (9). Parmi eux, les lactobacilles jouent sans doute un rôle important. Le goût aigre du produit est un test de fin d'opération.

Schéma III - Fabrication traditionnelle de l'« affouk »
(Echelle des temps en jours donnant le détail des trois opérations suivies)



c) CUISSON ou GRILLAGE

Les *Baya* et les *Mboum* chauffent la pâte en remuant sans cesse avec une houe de façon à obtenir des morceaux grillés mais non brûlés (« hanadon » des *Baya*) souvent consommés par les enfants. Dans d'autres ethnies la pâte est cuite de façon à obtenir un produit ayant la consistance ferme de la « boule de mil ». On laisse refroidir.

d) FERMENTATION

On pile au mortier ou on écrase à la meule dormante du malt de sorgho préparé selon un procédé analogue à celui décrit précédemment à propos de l'Amgba. Dans de nombreuses ethnies on recherche, en outre, le développement de moisissures sur ce malt en prenant soin de le garder suffisamment humide pendant dix à quinze jours. Il est ensuite stocké

TABLEAU VI
Composition chimique des sorgho, Affouk et déchets d'affouk (pour 100 g de partie comestible)

	Sorgho	Affouk	Déchets
Nombre d'échantillons	3	3	3
Calories	345	40** ⁽¹⁾ (+ 27*)	74
Eau (g)	9,5** ⁽²⁾	86,3	69,2
Protides (g)	8,5	1,2	5,7
Lysine (g/100 g de protides)	3,4	4,6	2,4
Lipides (g)	2,7	0,3	1,0
Glucides totaux par différence (g)	77,1	8,0** ⁽³⁾	23,6** ⁽⁴⁾
Indigestible glucidique (g)	2,1	0,1	3,5
Cendres (g)	2,2	0,3	0,5
Calcium (mg)	8,0	3,0	2,9
Phosphore (mg)	302	63	84
$\frac{Ca}{P}$	0,026	0,050	0,032
Phosphore phytique (mg)	160	25	28
Potassium (mg)	350	74	61
Sodium (mg)	11,6	0,9	3,3
Thiamine (µg)	343** ⁽⁵⁾	72** ⁽⁶⁾	33** ⁽⁷⁾
Riboflavine (µg)	88	41	57
Niacine (mg)	3,9	0,5	2,2
Alcool		3,9 g ou 5° GL	

* Calories fournies par l'alcool.
** Valeurs extrêmes: (1) 31-49; (2) 6,2-13,2; (3) 6,0-9,9; (4) 22,2-27,2; (5) 160-473; (6) 36-95; (7) 20-41.

précieusement. Les *Namchi*, les *Dourou* et les *Mboum*, qui insistent particulièrement sur l'importance des moisissures pour obtenir un « bon vin », recherchent des malts de couleur gris-vert. Le malt écrasé est mélangé à la pâte cuite ou grillée et à un peu d'eau à la température ambiante. Les amylases apportées par le malt et les microorganismes provoquent alors en peu de temps une véritable liquéfaction du milieu. Le mélange est mis en fermentation dans un récipient réservé à cet usage. Douze ou vingt-quatre heures après le début de l'opération, les *Giziga* et les *Moundang* ajoutent à nouveau du malt

TABLEAU VII
Composition chimique des sorgho, Affouk et déchets d'affouk (pour 100 g de matière sèche)

	Sorgho	Affouk	Déchets
Nombre d'échantillons	3	3	3
Calories	382	408	241
Protides (g)	9,4	12,6	17,7
Lysine (g/100 g de protides)	3,4	4,6	2,4
Lipides (g)	3,0	3,3	3,2
Glucides totaux (g)	86,6	80,4	77,5
Indigestible glucidique (g)	2,4	0,9	11,1
Cendres (g)	2,5	3,7	1,6
Calcium (mg)	9,2	30,1	8,6
Phosphore (mg)	326	684	260
$\frac{Ca}{P}$	0,026	0,050	0,032
Phosphore phytique (mg)	183	320	85
Potassium (mg)	403	956	181
Sodium (mg)	13,4	10,9	9,6
Thiamine (µg)	390	818	102
Riboflavine (µg)	98	442	179
Niacine (mg)	4,3	5,9	6,9

* Valeurs extrêmes: (1) 10,9-14,3; (2) 9,0-14,1; (3) 170-545; (4) 306-1098; (5) 71-119; (6) 372-518; (7) 164-196; (8) 4,6-6,6.

pour améliorer l'action diastasique. La fermentation dure en général deux jours (un jour au minimum, cinq au maximum).

e) FILTRATION

Une fois que la fermentation est suffisamment avancée, le produit est additionné d'eau et passé sur un filtre de feuilles de palmier-ronnier tressées (fig. n° 1, filtre n° 1) ou de plus en plus fréquemment sur un tamis métallique à mailles fines. Dans certains cas, la quantité d'eau ajoutée est très faible, ce qui donne une boisson plus concentrée, appelée *bolo*

TABLEAU VIII
Evolution de la lysine au cours de la fabrication de l'Affouk

	Matière sèche		Lysine		Lysine (mg pour 100 g de matière sèche)	Taux de lysine des matières azotées (g pour 16 g d'azote)
	g	perte	g	perte ou gain		
<i>Sorgho</i>	9240	0	29,4	0	318	3,41
Sorgho trempé pilé	8993	- 3	28,0	- 5	312	3,34
Sorgho empâté	8790	- 5	29,0	- 1	330	3,48
Pâte grillé	8787	- 5	24,8	- 15	283	3,06
Malt pilé	952	-	3,4		361	3,69
<i>Sorgho + Malt</i>	10739	0	32,8	0		
Moût	9739	- 4	28,3	- 14	290	3,10
Affouk	3166	- 69	18,2	- 44	576	4,56
Déchets	2888	- 72	12,3	- 63	424	2,40
Affouk + Déchets	6054	- 41	30,5	- 7		

* Pourcentage de perte ou de gain par rapport au contenu du sorgho initial ou de la somme sorgho initial + malt.

chez les *Baya* et consommée à certaines occasions. Le liquide filtré se boit habituellement tiède.

Les déchets qui sont la plupart du temps donnés aux animaux servent parfois d'aliment de disette : ils sont alors séchés au soleil et conservés comme une farine. Les *Namchi* et les *Voko* les consomment couramment mélangés à de la farine de mil ou sorgho non blutée.

2 - Bilan nutritionnel

Seuls le sorgho, l'affouk et les déchets sont consommés. La valeur nutritive de l'affouk semble plus intéressante que celle de la bière de sorgho : la valeur énergétique, les taux de protides, de lipides et de glucides sont bien plus élevés. Par contre les taux des vitamines du groupe B et de lysine sont plus faibles (tableau VI).

Le tableau VII permet de comparer les produits sur la base de la matière sèche. Les déchets ont une valeur nutritive élevée mais aussi une forte teneur en indigestible glucidique (11,1 g pour 100 g de produit sec). Leur emploi dans l'alimentation humaine peut se justifier à moins que leur indigestible glucidique ne joue un rôle d'agent de désassimilation, d'anti-aliment. Mais en est-il bien ainsi chez des populations habituées à consommer les mils non blutés et chez lesquelles la flore intestinale ou les enzymes digestives se sont peut-être adaptées en vue d'une meilleure utilisation de cette ration riche en complexe ligno-cellulosique (10) ? Il est à noter cependant que ces déchets ont auprès des populations qui les consomment la réputation d'être laxatifs.

Pour l'Affouk * le rendement en boisson finale

* Les données chiffrées détaillées du bilan de la fabrication de l'affouk peuvent être fournies par les auteurs aux personnes qui leur en feront la demande.

est meilleur que pour l'amgba : avec 10 kg de sorgho on obtient 25,8 kg d'amgba et 32,7 kg d'affouk ; le malt ajouté en cours de préparation représente plus de 10 pour 100 du sorgho de départ et doit entrer en ligne de compte dans le calcul des rendements.

La perte de matière sèche est de 3 pour 100 lors du trempage, de 5 pour 100 après l'empâtage. On récupère 31 pour 100 de matière sèche dans la boisson finale. La ménagère met peu de soin à éviter les pertes lors du pilage et des transvasements.

La perte de calories est bien moins importante que lors de la fabrication de la bière. On retrouve dans l'affouk, sous forme non alcoolique, 33 pour 100 des calories initiales du sorgho et du malt, et 56 pour 100 si l'on tient compte des calories fournies par l'alcool. Si les déchets sont récupérés pour l'alimentation humaine la perte n'est alors que de 26 pour 100.

Les pertes de protides et de lipides sont plus faibles aussi que dans la préparation de l'amgba. Il en est de même pour les glucides résiduels bien que l'affouk ait un degré alcoolique plus élevé.

La seule perte notable de cendres se produit au cours de la trempage qui est plus prolongée que pour la bière, d'où une dissolution des minéraux plus importante.

Les quantités de potassium, de phosphore total et surtout de calcium diminuent dans des proportions moindres que celles des cendres. Le phosphore phytique est éliminé plus vite que le phosphore total, la perte de sodium est plus élevée que celle des cendres.

Les quantités de vitamines du groupe B ne sont pas modifiées de manière significative au cours de la trempage et de l'empâtage. Mais la thiamine est affectée par le chauffage lors du grillage de la pâte.

La fermentation entraîne une perte de cette vitamine d'environ 15 pour 100. On retrouve dans la boisson finale 65 pour 100 de la thiamine initiale du sorgho et du malt.

Des trois vitamines étudiées, la riboflavine est la seule qui soit trouvée en excédent dans les produits finis : l'affouk en contient 30 pour 100 de plus que le sorgho et le malt d'origine et l'on en retrouve dans la somme affouk + déchets 76 pour 100 de plus que dans les produits initiaux.

Si les pertes considérables de matière sèche, de calories et de protéines qu'entraîne la préparation du vin ou de la bière sont regrettables pour des populations qui connaissent fréquemment des périodes de soudure difficiles, il est à noter que cette transformation constitue en quelque sorte un ennoblement de la céréale. En effet, les boissons ont des rapports vitamines/calories nettement supérieurs à ceux de la farine blutée et, par ailleurs, leurs matières azotées ont des taux de lysine plus élevés. Les protides du sorgho étant justement limités en lysine, la transformation en boisson se traduit par une amélioration de l'équilibre des acides aminés. L'intérêt de cet ennoblement apparaît aussi si l'on considère que les régimes alimentaires africains sont déficitaires en riboflavine et à la limite des allocations recommandées de thiamine.

En raison de leur fonction sociologique, il paraît difficile de réduire la place qu'occupent les bières et vins de sorgho dans la vie traditionnelle. Par ailleurs leur contribution à l'amélioration de l'équilibre de la ration n'est pas à négliger. On pourrait, par contre, en perfectionnant les techniques de préparation, améliorer de manière sensible les rendements afin de diminuer les quantités de sorgho transformées en boisson.

40 pour 100 de la niacine contenue dans le sorgho et le malt passe dans la boisson, valeur voisine de celle trouvée pour l'amgba; mais la perte globale dans le vin et les déchets atteint 13 pour 100 alors qu'elle n'est pas significative dans la bière et ses sous-produits.

Les quantités absolues de lysine mises en jeu varient peu, mais les matières azotées de l'affouk sont enrichies en cet acide aminé par rapport à celles du sorgho et des déchets : leurs taux sont respectivement de 4,56 g pour la boisson, 3,41 g pour le sorgho et 2,40 g pour les déchets.

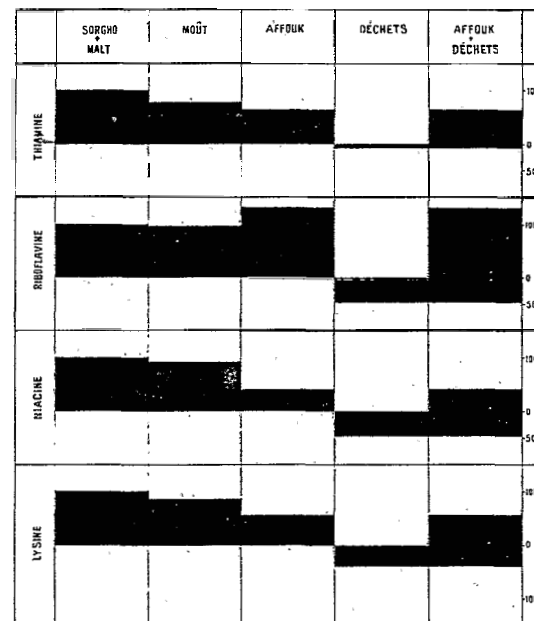
Sauf en ce qui concerne les vitamines du groupe B et la lysine les rendements de la fabrication du vin affouk sont donc en général meilleurs que ceux de la préparation de la bière amgba.

FIG. 5. — Lieu de rencontre et de consommation habituel de la bière en pays mafa



TABLEAU IX
Rendements nutritionnels
des divers procédés de transformation du sorgho

	Sorgho brut	Farine blutée (obtenue par mouture traditionnelle d'après Savier et al. (10)	Bière Amgba	Vin affouk
Matière sèche	100	70	20	31
Calories non alcooliques	100	75	20	33
Calories totales (alcool compris)	100	75	29	55
Protides	100	69	19	41
Lipides	100	35	0	28
Glucides totaux	100	72	19	29
Indigestible glucidique	100	28	0	12
Cendres	100	39	36	42
Calcium	100	59	35	81
Phosphore total	100	41	38	65
Phosphore phytique	100	13	13	47
Sodium	100	70	35	29
Potassium	100	34	53	71
Thiamine	100	39	160	65
Riboflavine	100	34	145	141
Niacine	100	30	35	41
Lysine	100	-	41	-56



et de la lysine au cours de la préparation du vin « affouk »

IV - Conclusions

Le vin et la bière de sorgho ont un rôle sociologique très important. Associés à toutes les fêtes et travaux communautaires, ils sont la « boisson de groupe » par excellence (19). Selon Winter (36), ils représentent dans certains groupes de populations 20 p. 100 de la consommation de céréales. Devant les quantités considérables de sorgho qui sont converties en boissons, on peut se demander si cette transformation est une opération intéressante sur le plan nutritionnel.

Il apparaît à la lecture du tableau IX que, du point de vue des calories et des protéines, il est beaucoup plus économique de consommer le sorgho sous forme de farine que sous forme de bière ou de vin. En effet, alors que la mouture et le blutage permettent de récupérer 75 p. 100 des calories du grain initial, la fabrication de boissons ne permet d'en récupérer que 20 à 33 p. 100 (29 à 56 p. 100 si l'on tient compte des calories délivrées par l'alcool).

De même, 69 p. 100 des protéines du sorgho sont retrouvées dans la farine blutée alors que 41 p. 100 seulement des matières azotées sont récupérées dans le vin et 19 p. 100 dans la bière.

Pourtant les inconvénients de la conversion en boissons s'atténuent si l'on considère les éléments minéraux. En effet, les rendements en cendres des trois types de transformation sont voisins (36 à 42 p. 100), on récupère même plus de calcium, de phosphore total et de potassium au cours de la fabrication du vin que lors de la mouture et du blutage.

Sur le plan des vitamines, la transformation en bière ou en vin est par contre nettement plus avantageuse, tout particulièrement en ce qui concerne la riboflavine, synthétisée au cours de la préparation des deux types de boissons, et la thiamine abondamment produite lors de la fabrication de la bière amgba.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ADRIAN (J.) et SAYERSE (C.). — Les plantes alimentaires de l'Ouest-Africain. Orana-Dakar.
- (2) ADRIAN (J.). — Le dosage des acides aminés par voie microbiologique, in Amino-acides, peptides, protéines, cahier n° 4, p. 121, AEC éd.
- (3) AUCAMP (M. C.), GRIEFF (J. T.), NOVELIE (L.), PAPENDICK (B.), SCHWARTZ (H. M.), STEER (A. G.). — *J. Sci. Food Agric.*, 1961, 12, 449.
- (4) BALFOUR (B. M.). — *II^e Conférence Interafricaine de Nutrition*, Fajara (Gambie), 1952.
- (5) BERGERET (R.). — *Med. Trop.*, 1957, 16 (6), 901.
- (6) CLOSE (J.) et NAVES (G.). — *Ann. Nutr. Alim.*, 1958, XII (5), 41.
- (7) DEIBEL (R. H.), EVANS (J. B.), NIVEN (C. F.). — *J. Bacteriol.*, 1957, 74, 818.
- (8) DIRECTION DE LA STATISTIQUE. — *Etudes socio-économiques sur le Nord-Cameroun*. Ministère de l'Economie Nationale du Cameroun, éd.
- (9) EKUNDAYO (J. A.). — *J. Fd. Technology*, 1969, 4, 217.
- (10) FAVIER (J. C.), CHEVASSUS-AGNES (S.), JOSEPH (A.) et GALLON (G.). — *Ann. Nutr. Alim.*, 1972, 26 (6), 221.
- (11) FOX (F. W.). — *J. South Afr. Chem. Inst.*, 1938, 21, 39.
- (12) FOX (F. W.) et STONE (W.). — *South Afr. J. Med. Sci.*, 1938, 2, 7.
- (13) GOLDBERG (L.), THORP (J. M.) et SUSSMAN. — *Nature*, 1945, 156, 364.
- (14) GUILLEMET (R.), JACQUOT (R.). — *C. R. Ac. Sc.*, 1943, 216, 508. JACQUOT (R.), FERRANDO (R.). — *Les tourteaux*, p. 101-102, Vigot éd., Paris, 1957.
- (15) HARTLEY (A. W.), WARD (L. D.) et CARPENTER (K. J.). — *Analyst*, 1965, 90, 600.
- (16) HOLT (R.). — *J. Sci. Food Agr.*, 1955, 6, 136.
- (17) HORN (P. J.) et SCHWARTZ (H. M.). — *J. Sc. Food Agr.*, 1961, 12, 457.
- (18) MASSEYEFF (R.), CAMBON (A.) et BERGERET (B.). — « Une enquête alimentaire et nutritionnelle chez les Toupouri de Golompoui ». ORSTOM, Yaoundé, 1965.
- (19) NOVELIE (L.). — *Food Industries of South Africa*, 1963, 16-28.
- (20) NOVELIE (L.). — *International Brewer & Distiller*, 1966, 1, 1.
- (21) NOVELIE (L.). — *Wallerstein Communications*, 1968, 31, 104, 17.
- (22) OTÈLE (A.). — *Liaison* (Brazzaville), 1959, 67, 34.
- (23) PÉRISSE (J.), ADRIAN (J.), RÉRAT (A.), LE BERRE (S.). — *Ann. Nutr. Alim.*, 1959, XIII (1), 1.
- (24) PLATT (B. S.). — *Proc. Nutr. Soc.*, 1955, 14, 115.
- (25) PLATT (B. S.). — *Fd. Technology* (Chicago), 1964, 662.
- 26 — (27) RANDOUIN (L.), LE GALLIC (P.), DUPUIS (J.) et coll. — « Table de composition des aliments », J. Lanore Ed., Paris, 1961.
- (28) SCHWARTZ (H. M.). — *J. Sci. Fd. Agr.*, 1956, 7, 101.
- (29) SCRIBAN (R.). — *Ann. Nutr. Alim.*, 1970, 24, B377.
- (30) SNELL (E. E.) et STRONG (F. M.). — *Ind. Eng. Chem., Anal. ed.*, 1939, 11, 346.
- (31) SNELL (E. E.) et WRIGHT (L. D.). — *J. Biol. Chem.*, 1941, 139, 675.
- (32) URION (E.) et ROULEAU (H.). — « Bière de Malt », Presses de la Maison, A. Humblot éd., Nancy, 1948.
- (33) VAN DER WALT (J. P.). — *J. Sci. Food Agr.*, 1956, 7, 101.
- (34) VON B. MANDL, WULLINGER (F.), WAGNER (D.) et PIENDL (A.). — *Brauwelt Jg.*, 1969, 42-43, 824.
- (35) WILLIAMSON (J.). — « Useful plants of Nyassaland », The government printer ed. Zomba (Nyassaland), 1955.
- (36) WINTER (G.). — « Le niveau de vie des populations de l'Adamaoua », Direction de la Statistique et ORSTOM, Yaoundé, 1964.
- (37) WOOT-TSUEN WU LEUNG. — *Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique*, p. 143, Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, 1970.
- (38) WUNSCHÉ (J.). — *Pharmazie*, 1967, 22, 91.